

## Comparativo da capacidade de corte e deformação de limas de Ni-Ti após preparo do canal radicular

Comparison of the cutting ability and deformation of Ni-Ti files after root canal preparation

Comparativo de la capacidad de corte y deformación de limas de Ni-Ti tras la preparación del conducto radicular

Recebido: 02/11/2023 | Revisado: 09/11/2023 | Aceitado: 10/11/2023 | Publicado: 14/11/2023

**João Marcelo Ferreira de Medeiros**

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

Brasil University, Brazil

E-mail: [ferreirademedeiros@yahoo.com.br](mailto:ferreirademedeiros@yahoo.com.br)

**Thyssiane de Macedo Mansano**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1811-958X>

FAPESP, São Paulo State Research Support Foundation, Brazil

University of Taubaté, Brazil

E-mail: [thyssiane.macedo@hotmail.com](mailto:thyssiane.macedo@hotmail.com)

**Luiz Carlos Laureano da Rosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3168-8832>

University of Taubaté, Brazil

E-mail: [laureanodarosa@gmail.com](mailto:laureanodarosa@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](mailto:miguel.filho@usf.edu.br)

**Pedro Luiz de Carvalho**

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

Federal of Pará University, Brazil

E-mail: [pedrolc@ufpa.br](mailto:pedrolc@ufpa.br)

**Caleb Shitsuka**

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

Brasil University, Brazil

E-mail: [cashitsuka@gmail.com](mailto:cashitsuka@gmail.com)

**Irineu Gregnanin Pedron**

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

Brasil University, Brazil

E-mail: [irineu.pedron@universidadebrasil.edu.br](mailto:irineu.pedron@universidadebrasil.edu.br)

### Resumo

Comparou-se capacidade de corte e deformação de limas de níquel-titânio em canais simulados de resina fenólica com 75 graus de curvatura. Vinte blocos foram secos e pesados em balança analítica digital (P0), sendo que o grupo A preparou canal com limas tipo K associadas a lima Hedströen e grupo B limas tipo K. Após primeiro uso, os blocos foram secos e pesados novamente (P1) repetindo mesmo procedimento no segundo (P2), terceiro (P3), quarto (P4) e quinto (P5) usos. Antes e depois de cinco leituras realizadas microscopicamente na ponta dos instrumentos e 5 mm da ponta com 100X, 250X e 500X (SEM JEOL JSM-5900 LV/LME-LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas, SP). Cada micrografia avaliada por três professores estabeleceu uma pontuação. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística em relação à capacidade de corte do grupo A relacionado ao grupo B (Pvalor>0,05), o mesmo acontecendo entre os dois pontos avaliados dos grupos (Pvalor>0,05). Ao comparar os dois grupos considerando a ponta do instrumento e a 5 mm dela, foi estatisticamente significativa (Pvalor<0,05), ou seja, o escore médio da ponta do instrumento é maior do que a 5 mm da ponta. Concluiu-se que à remoção de material não ocorreu diferença após preparo do canal do Grupo A em relação ao grupo B. A deformação ocorreu nas lâminas de corte dos instrumentos, porém, sem significado estatístico nos dois pontos considerados na comparação do grupo A com B e as médias de deformações nos dois pontos dos instrumentos foram diferentes nos mesmos grupos.

**Palavras-chave:** Níquel; Titânio; Preparo de canal radicular; Endodontia.

### Abstract

Cutting capacity and deformation of nickel-titanium files were compared in simulated phenolic resin channels with 75 degrees of curvature. Twenty blocks were dried and weighed on a digital analytical balance (P0), with group A preparing the canal with type K files associated with a Hedströen file and group B using type K files. After the first use, the blocks were dried and weighed again (P1) repeating the same procedure on the second (P2), third (P3), fourth (P4) and fifth

(P5) uses. Before and after five readings performed microscopically at the tip of the instruments and 5 mm from the tip with 100X, 250X and 500X (SEM JEOL JSM-5900 LV/LME-LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas, SP). Each micrograph evaluated by three teachers established a score. The results demonstrated that there was no statistical difference in relation to the cutting capacity of group A compared to group B ( $Pvalue>0.05$ ), the same happening between the two evaluated points of the groups ( $Pvalue>0.05$ ). When comparing the two groups considering the tip of the instrument and 5 mm from it, it was statistically significant ( $Pvalue<0.05$ ), that is, the average score at the tip of the instrument is higher than that 5 mm from the tip. It was concluded that there was no difference in the removal of material after preparation of the canal in Group A in relation to group B. Deformation occurred in the cutting blades of the instruments, however, without statistical significance in the two points considered in the comparison of group A with B and the average deformations at the two points of the instruments were different the same groups.

**Keywords:** Nickel; Titanium; Root canal preparation; Endodontics.

### Resumen

Cutting capacity and deformation of nickel-titanium files were compared in simulated phenolic resin channels with 75 degrees of curvature. Twenty blocks were dried and weighed on a digital analytical balance (P0), with group A preparing the canal with type K files associated with a Hedström file and group B using type K files. After the first use, the blocks were dried and weighed again (P1) repeating the same procedure on the second (P2), third (P3), fourth (P4) and fifth (P5) uses. Before and after five readings performed microscopically at the tip of the instruments and 5 mm from the tip with 100X, 250X and 500X (SEM JEOL JSM-5900 LV/LME-LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas, SP). Each micrograph evaluated by three teachers established a score. The results demonstrated that there was no statistical difference in relation to the cutting capacity of group A compared to group B ( $Pvalue>0.05$ ), the same happening between the two evaluated points of the groups ( $Pvalue>0.05$ ). When comparing the two groups considering the tip of the instrument and 5 mm from it, it was statistically significant ( $Pvalue<0.05$ ), that is, the average score at the tip of the instrument is higher than that 5 mm from the tip. It was concluded that there was no difference in the removal of material after preparation of the canal in Group A in relation to group B. Deformation occurred in the cutting blades of the instruments, however, without statistical significance in the two points considered in the comparison of group A with B and the average deformations at the two points of the instruments were different in the same groups.

**Palabras clave:** Níquel; Titânio; Preparación del conducto radicular; Endodoncia.

## 1. Introdução

O tratamento do canal radicular depende de técnica correta de preparo, da seleção do instrumento, de boa capacidade de corte e de treinamento adequado do operador. A liga de NiTi possuem super elasticidade superior a liga de aço inoxidável, garantindo ao operador facilidade principalmente em canais curvos.

Kazemi et al. (1996) compararam a capacidade de corte de limas Hedström Hyflex-X com as limas Ultra-Flex Hedström, lima Ultra-Flex K, lima Mity Hedström, lima Mity K, lima Mity Turbo, lima Hedstroem Naviflex NT, lima Onyx-R e lima NiTiflex especialmente a lima tipo Hedström mostrando boa capacidade de corte e remoção de dentina em relação as limas de Ni-Ti mais flexíveis e duráveis do que as limas de aço inoxidável.

Tepel e Schäfer (1997) confirmaram em instrumentos a eficiência de corte e capacidade de alargar canais curvos sem alterações indesejáveis na forma do canal como formação de zíperes e cotovelos. Na avaliação do uso dos instrumentos são de interesse para o endodontista dois parâmetros descritos na ISO 3630-1, resistência à flexão e resistência à fratura. Limas Hedström de aço inoxidável fabricadas são significativamente superiores às limas Hedström à base de titânio de outras marcas. Instrumentos flexíveis de aço inoxidável com pontas não cortantes modificadas produzem claramente o melhor formato de canal em canais curvos.

Bergmans et al. (2001) apontam que a lima tipo K de Ni-Ti é superelástica, permite que permaneçam centralizadas no interior do canal com menos transporte, diminui a incidência de acidentes, boa eficiência de corte, controle da instrumentação quando corta, preparo mais redondo produzindo cada vez menos extrusão apical devido a maior flexibilidade mesmo em canais curvos e uso mais seguro do instrumento e menos fratura.

Aliás, Medeiros et al. (2002) confirmaram que o diâmetro dos instrumentos de aço inoxidável e suas lâminas cortantes são finas e graças a isso se deformam mais pronunciadamente, sobretudo, os tamanhos #15 e #20 após múltiplos usos.

Claro (2004) investigou dureza Vickers de placas de osso de fêmur bovino úmido, Baquelita®, resina acrílica e osso bovino desidratado. A Baquelita® com índice de 39,92HV revelou dureza homogênea semelhante ao osso bovino úmido apresentando valor de 39,72HV. A resina acrílica com dureza Vickers em torno de 21,10 HD diferente do osso bovino desidratado que foi de 64,85HV.

Anusavice (2005) indica que dureza é medida de resistência da superfície de material à deformação plástica devido à penetração ou risco produzido por outro material. O autor pesquisou comparativamente valores de dureza de materiais dentários observando dureza da dentina valores entre 57-60 HV.

Alkmin et al. (2007) produziu blocos em Baquelita® como substrato para pesquisas endodônticas. Compactava-se parte do pó pesado e colocado no fundo da matriz do dispositivo termoplastificante e sobre esta coloca-se fio ortodôntico (0,6) para confecção do canal simulado mais nova porção de resina granulada aplicando-se carga de 20-25 kN por 10-12 minutos e temperatura entre 190 e 210°C. Produziram-se cilindros de 8 milímetros de altura e 30 milímetros de diâmetro.

Shen e Haapasalo (2008) em relação ao tempo de prepare do canal encontraram sistema ProFile série 29 (175 segundos), sistema Flex-R acoplado ao Endo-Gripper (236 segundos), Quantec 2000 (273 segundos) e limas tipo Hedström acoplado sistema M4 (318 segundos) (Kosa et al. 1999). A capacidade de corte da lima Ni-Ti rotatório depende da configuração experimental do substrato, do *design* do instrumento e das condições de corte.

A resina fenólica (Bakelite®) é opção utilizada por Morrison et al. (1989), Alves- Claro et al. (2008), Arantes et al. (2010) e Reis et al. (2011). A vantagem é obter amostras com canais radiculares com mesmo grau de curvatura (Medeiros et al. 2009) e com geometria e dureza semelhantes (Medeiros et al. 2014).

Testes com desgaste em placas de resina fenólica utilizando imagem linear contínua foram realizados para avaliar a eficiência de corte de limas endodônticas de uso manual constituindo excelente substrato para teste de corte (Morrison et al. 1989; Medeiros et al. 2022), boa estabilidade dimensional, baixo custo de preparo, reprodutibilidade controlável no preparo das amostras e perda de peso em resposta ao ciclo de usos.

Medeiros et al. (2014) apontam que a resina fenólica com propriedades mecânicas semelhantes a dentes humanos e, em pesquisas, pesquisas mostra estreita relação entre capacidade de corte, eficiência e desgaste de instrumentos, sejam de aço inoxidável ou de níquel-titânio. A microdureza Vickers da superfície de cinco blocos de resina fenólica foram testadas em microdurômetro equipado com base, penetrador e sistema de aplicação de carga e microscópio acoplado, com aumentos de 100X e 400X utilizando carga de 100gf. Mediu-se a dureza em cinco blocos em pontos aleatórios com o penetrador de diamante posicionado sobre a amostra por quinze segundos em objetiva de 40X e posicionado para leitura no display digital sendo o valor numérico HV calculado a partir das diagonais da impressão. Concluiu-se que os valores médios dos blocos de resina fenólica apresentaram dureza Vickers semelhantes.

Arantes et al. (2014) analisaram em microscopia eletrônica de varredura 20 instrumentos (Twisted File®, BioRaCe®, Mtwo® e EndoWave®) endodônticos de sistema rotatório de Ni-Ti observando-se defeitos e deformações antes e depois de utilizá-los em 20 blocos de canais simulados de Bakelite® com 75 graus de curvatura. As limas foram lavadas e micrografadas com ampliação de 190X para visualização de alterações quanto à presença ou ausência de bordas irregulares, sulcos e microcavidades. Os instrumentos foram limpos e submetidos à análise microscópica após cinco utilizações. A presença de defeitos foi maior nos instrumentos Twisted File® e em relação aos instrumentos BioRace® Mtwo®, com menor taxa de defeitos e os instrumentos Endowave® não apresentaram defeitos. Após cinco usos, todos apresentaram alterações nas lâminas cortantes.

Fariniuk et al. (2017) pesquisaram a eficácia dos instrumentos rotatórios ProTaper Universal e ProTaper Retreatment comparada com as limas Hedström na remoção de material obturador dos canais radiculares em 36 pré-molares inferiores humanos extraídos obturados com guta-percha e AH Plus e divididos aleatoriamente em três grupos: PTU - remoção do material obturador realizada com instrumentos ProTaper Universal; PTR - remoção de material obturador realizada com instrumentos

ProTaper Retreatment; HF - remoção do material obturador realizada com brocas Gates-Glidden, limas Hedström e solvente. Todos os grupos apresentaram restos de material obturador; O PTU teve o menor valor e o grupo IC apresentou o maior valor médio em todos os terços. O terço cervical apresentou menor quantidade de material comparado aos demais terços. O grupo IC necessitou de maior tempo médio. Considerando o tempo necessário e a quantidade de remoção da obturação, o ProTaper Retreatment não foi superior ao ProTaper Universal, mas ambos foram mais eficazes e menos demorados que as limas manuais Hedström.

Medeiros et al. (2019) analisaram a possibilidade de detritos em 20 instrumentos rotatórios de Ni-Ti na superfície de corte sem uso após a fabricação em microscopia eletrônica de varredura 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). As pontas dos instrumentos foram microfotografadas com aumento de 190X a partir do diâmetro inicial para verificar a presença de resíduos. Em seguida, passaram por rigoroso processo de limpeza sendo microfotografados a ponta e 5mm da ponta do instrumento com o mesmo padrão de ampliação. Todos os instrumentos apresentavam detritos, exceto a marca Mtwo® e que após a limpeza a superfície cortada de todos estavam livres de resíduos.

Medeiros et al. (2022a) entendem que o preparo químico-cirúrgico está cada vez mais eficiente devido ao avanço na introdução de novas substâncias auxiliares da instrumentação como solução de hipoclorito de sódio e clorexidina que oferecem a possibilidade de limpeza adequada do sistema de canais radiculares e que novos protocolos que possam ser realizados em única sessão.

Medeiros et al. (2022b) investigaram a capacidade de corte e abrasão de 10 limas manuais de Ni-Ti das marcas Dentsply-Maileffer, FKG e Densell, número 35 e acopladas a um dispositivo de teste de desgaste onde realizava testes em movimentos contínuos e lineares em placas com ranhuras em Bakelita® pesadas em balança analítica antes e após o preparo além de análises em microscopia óptica das limas para verificar desgaste em suas superfícies de corte. Todos apresentaram capacidade de corte semelhante, constatando que lâminas da marca Densell deformaram menos que as limas das marcas Dentsply-Maileffer e FKG, não havendo diferenças entre estas duas últimas.

Yang et al. (2023) avaliaram efeito da remoção do sistema ProTaper Next (PTN) com limas manuais de níquel-titânio Hedström (MNiTiH) e clorofórmio em 64 dentes incisivos inferiores humanos extraídos obturados. O volume dos materiais obturadores residuais (RFMs) e a área superficial coberta pelos RFMs foram analisados e registrados por tomografia microcomputadorizada, a extrusão apical e tempo necessário para a remoção dos materiais obturadores. Porcentagem menor do volume de RFMs e menos área de superfície coberta por RFMs ocorreu em PTN combinado com grupos MNiTiH em incisivos de canal redondo. O tempo necessário para remoção dos materiais não foi significativamente diferente em todos os grupos, porém, extrusão apical foi significativamente menor nos grupos PTN combinados com MNiTiH do que nos grupos PTN combinados com clorofórmio. Nenhum dos métodos removeram completamente os materiais. PTN combinado com MNiTiH reduziu a extrusão apical e removeu materiais obturadores de forma mais eficiente do que PTN combinado com clorofórmio.

O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de corte de dois tipos de limas e deformação observada em microscopia eletrônica de varredura valendo-se do sistema rotatório EndoMax Instrumentação Mecanizada em blocos de resina fenólica simulados com canais radiculares com curvaturas de 75 graus.

## 2. Materiais e Métodos

Utilizaram 20 blocos de resina fenólica com canais simulados de 75 graus de curvatura dividindo-os em dois grupos A e B. No grupo A usaram 36 limas manuais de Ni-Ti sendo 24 tipo K e 12 do tipo Hedström sendo o preparo do canal radicular realizado com limas de Ni-Ti tipo K (Conicflex K (CK) Driller São Paulo/SP/Brasil) e lima de Ni-Ti Hedström (Conicflex H (CH) Driller/SP/Brasil) de uso manual (#15 a #40) e no grupo B valeram-se de 36 limas de Ni-Ti tipo K (Conicflex K (CK)

Driller São Paulo/SP/Brasil). Em ambos os grupos as limas foram usadas acopladas a motor elétrico EndoMax Instrumentação Mecanizada (Adiel; Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) com movimento de rotação alternada, velocidade 500rpm e torque 2.0 Newton (Ncm).

No grupo A, o instrumento tipo K 15 foi usado em todo comprimento de trabalho e, após isso, o instrumento #15 Hedströen também usado em todo comprimento de trabalho sendo o momento da substituição de uma lima por outra era feito quando o movimento da lima no canal era cada vez mais fácil de ser realizado. A partir daí, o instrumento K-Tipo #20, repetia-se o ciclo, ou seja, o instrumento #20 e depois lima Hedströem e assim sucessivamente até o número 25 tipo K e Hedströem em todo comprimento de trabalho. A partir daí foi utilizada técnica de preparo do canal radicular com recuo programado subtraindo 1 mm do instrumento K-Type e Hedströem de número 30 e em seguida voltava o instrumento K-Type e Hedströem de número 25 em todo o comprimento de trabalho. Em seguida, foram utilizados instrumentos tipo K e Hedströem número 35 com recuo programado subtraído 2 mm do comprimento de trabalho, e assim sucessivamente, até que os últimos instrumentos tipo K e Hedströem número 40 recuaram 3 mm do comprimento de trabalho obedecendo sempre o retorno à sequência e tempo de emprego em todos os tipos de instrumentos e K-Type e Hedströem número 25 (memória).

No grupo B, os canais foram instrumentados com limas tipo K usado o mesmo motor elétrico com as limas no mesmo comprimento de trabalho até a lima 25 tipo K como instrumento memória. A seguir, o preparo do canal radicular foi feito com técnica de preparo seriado com lima tipo K de número 30 recuando-se 1 milímetro do comprimento de trabalho e em seguida retorno da lima tipo K 25 no limite apical de preparo. Depois lima tipo K 35 com recuo de 2 milímetros, retorno da lima 25 tipo K no comprimento de trabalho e por último a lima 40 tipo K com recuo de 3 milímetros e após isso, retorno da lima tipo K tamanho 25 no mesmo comprimento de trabalho.

O início do preparo do canal foi feito irrigação com agulha fina D nº 29 G (13X3,3) (Becton Dickinson Indústria Cirúrgica Ltda/São Paulo/SP) a qual irrigava-se na entrada do canal 5 mililitros de hipoclorito de sódio 2,5%. Na instrumentação utilizou creme de Endo PTC (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda/Ibiporã/Pr) neutralizado com hipoclorito de sódio 2,5% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda/Ibiporã/Pr), e toda vez que substituía o instrumento por outro de maior calibre foi feito irrigação/aspiração do canal radicular com 5 mililitros de hipoclorito de sódio 2,5%, e o mesmo procedimento em todos os blocos.

As limas tanto antes como depois do preparo dos canais foram limpas com escova e solução detergente e em seguida inseridas em limpador ultrassônico modelo USC-700 (Unique Industria e Comércio de Produtos Eletrônicos/Indaiatuba/SP) com água destilada para limpeza e remoção de poeira por 5 minutos (Aasim et al. 2006).

Após isso, secagem em estufa (SPLabor Fabricante e Distribuidora de Produtos para Laboratório-modelo SP-100 – Presidente Prudente/SP/Brasil) a 100°C, por 60 minutos. Após uso de cada instrumento foi feita irrigação final nos blocos com 5 ml de Tergensol (Inodon Laboratório Industrial Prod Odontológicos/Porto Alegre/RS) e secagem com pontas de papel absorvente (Dentsply® Indústria e Comércio Ltda/Petrópolis/RJ) do canal sendo o bloco levado à estufa. Após a utilização do primeiro instrumento número 15 o bloco foram pesados (P1) e anotados na tabela. Esse procedimento foi repetido para o bloco após o segundo uso do instrumento 20 (P2), terceiro uso 25 (P3), quarto uso 30 (P4), quinto uso 35 (P5) e sexto uso 40 (P6).

Com um cronômetro digital (Casio, Telememo 30/China) foi medido o tempo de 1 minuto e meio de preparo do canal radicular para o instrumento tipo K e 1 minuto e meio instrumento tipo Hedströen no grupo A e 3 minutos para cada instrumento do tipo K do grupo B.

As análises das limas em microscópico eletrônico de varredura (SEM-JSM 5900 LV, LNLS/Campinas, Brasil) foram feitas antes de iniciar o preparo do canal radicular, sendo as leituras de 18 instrumentos sendo 12 do tipo K e 6 do tipo Hedströen. Dos 12 instrumentos tipo K, 2 instrumentos número 15 no grupo A e 2 instrumentos número 15 no grupo B, 2 limas, número 25

no grupo A e 2 limas, número 25 no grupo B, e quatro limas de ambos os grupos de número 40. Da mesma forma, 6 instrumentos tipo H do grupo A, sendo 2 limas de número 15, 2 limas de número 25 e 2 limas de número 40.

Foi feita uma marcação prévia no cabo do instrumento com broca diamantada para realizar leituras das lâminas cortantes dos instrumentos antes e depois dos cinco usos utilizando-se da mesma marca que serviu para analisar a leitura inicial. À esterilização dos instrumentais foi realizada em estufa a 160° C por duas horas e repetidos todos esses procedimentos em todos os usos. Após o último instrumento utilizado apenas os instrumentos previamente marcados e analisados foram levados novamente para leitura na análise em MEV. Foi feita a primeira leitura das lâminas cortantes do instrumento com ampliação de 100 vezes fazendo varredura de uma área entre a ponta e 5 mm da ponta do instrumento para investigar a deformação neste local sendo essas imagens identificadas, codificadas e armazenadas digitalmente. Assim, foram selecionadas duas imagens da ponta do instrumento e outra aproximadamente 5 mm da ponta.

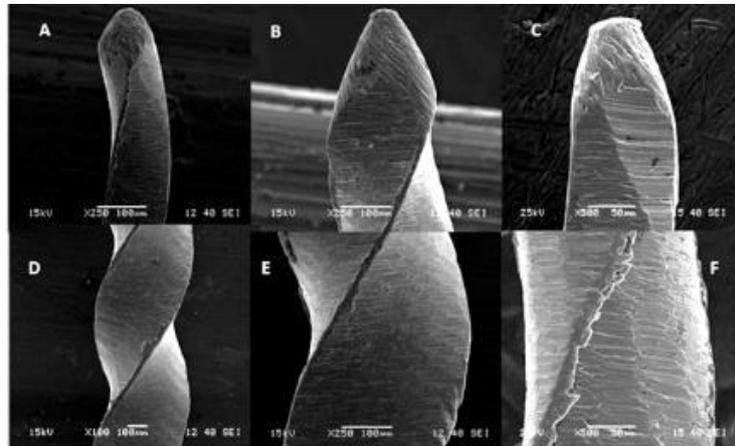
Quando a distorção foi identificada foram feitas duas fotomicrografias adicionais com aumento de 250 vezes e outra ampliação de 500 vezes e quando necessário aumento de ampliação de 1000 vezes. Todas as fotomicrografias dos 18 instrumentos foram analisadas antes e após o quinto uso por três professores e especialistas em Endodontia atribuindo notas de 1 a 4 examinando as imagens no computador (Troian et al. 2006) após cada utilização para distorção das espirais (sem distorção, distorção de uma espiral ou distorção de mais de uma espiral) e desgaste (sem desgaste, desgaste pequeno, moderado ou severo).

Na análise estatística tabelas e figuras foram utilizados para mostrar os resultados da pesquisa e o comportamento dos dados. Estatística descritiva como média ( $\bar{x}$ ), desvio padrão ( $\sigma$ ) e coeficiente de variação (CV) foram apresentados. Caso o  $CV \leq 15\%$  considera-se os dados homogêneos, caso o  $15\% < CV < 30\%$  considera-se média dispersão e caso o  $CV \geq 30\%$  considera-se os dados heterogêneos. Teste de Kappa será realizado para verificar a concordância entre os observadores. Para testar a normalidade dos dados, Teste “Kolmogorov-Smirnov” (Teste K-S) será utilizado. E, finalmente, como inferência estatística, para comparar duas amostras (Grupos), teste paramétrico “t” de Student será utilizado, caso os dados apresentem normalidade, caso contrário, teste não-paramétrico “Manny Whitney” (“Teste U”) faz as comparações. É importante ressaltar que todos os testes foram calculados com um nível de significância de 5%, correspondente a nível de confiança de 95% e o programa utilizado foi o Bioestat 5.0 (V.5.0, Belém/PA/Brasil).

### 3. Resultados

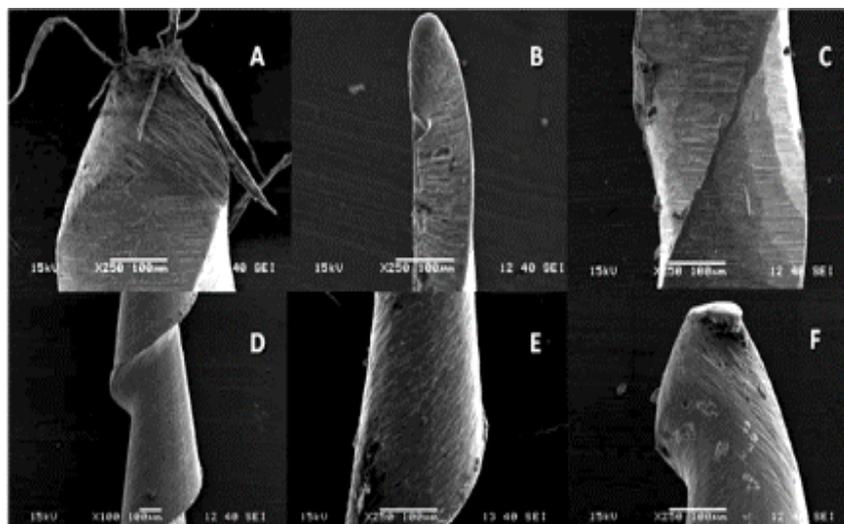
Os resultados são apresentados nas Figuras 1ABC, 1DEF, 2AB, 2CDE, 2AB e 3CDE e nas Tabelas 1, 2 e 3.

**Figura 1** – ABC: Ponta da lima tipo K (sem uso). A – Distorção das arestas de corte, desgastes na superfície e rachaduras. O mesmo ocorre nas Figuras B e C (aumento de 250x e 500x). DEF: Lima tipo K a 5mm da ponta (sem uso). D – A distorção das arestas de corte (ampliação de 100x). E - Poucos desgastes na superfície e poucas rachaduras (aumento de 250x). F - Desgastes na superfície e distorção nas arestas de corte (ampliação de 500x).



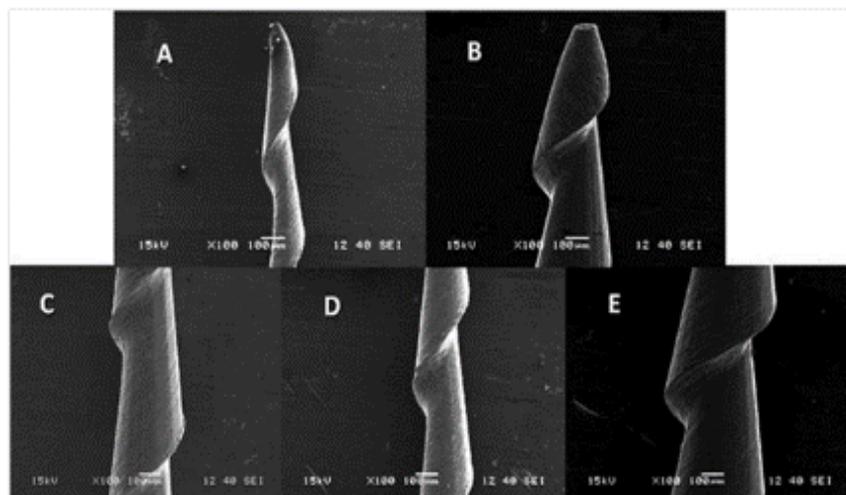
Fonte: Autores.

**Figura 2** - ABC Lima tipo K após 6 utilizações. A – Muitas distorções em espiral, deformações na superfície e rachaduras na ponta (aumento de 250x). B – Rachaduras, cavidades e deformações na superfície da ponta. C – Deformação nas arestas (ampliação de 250x e 500x). DEF: Lima tipo H a 5mm da ponta após 6 usos D – A distorção das arestas de corte (100x). E - Poucas deformações na superfície e poucas rachaduras (aumento de 250x). F - Poucas rachaduras e muitos deformações na superfície (ampliação de 500x).



Fonte: Autores.

**Figura 3** – AB: Ponta de lima Hedströen (sem uso). A – Sem distorção das arestas de corte. B – Poucos desgastes na superfície. CDE: Lima Hedströen (sem uso) a 5mm da ponta. C- Poucas distorções nas arestas de corte e poucos desgastes na superfície (ampliação de 100x). D - Distorção das arestas de corte e desgastes na superfície (ampliação de 100x). E – Poucos desgastes na superfície (ampliação de 100x).



Fonte: Autores.

O valor médio ( $\bar{x}$ ), desvio padrão ( $\sigma$ ), Coeficiente de Variação (CV), teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) e o teste T de Student (“t”), do Grupo A e B, em termos de remoção, são apresentados na Tabela 1. Teste K-S mostrou que os dados são normalmente distribuídos,  $P_{valor}>0.05$ . Teste “t” indica que não houve diferença estatisticamente significativa ( $P_{valor}>0.05$ ) entre os dois grupos quanto à retirada de material (Tabela 1). Com base nos dados de remoção de material, o grupo A foi mais quantitativo ( $0,1014\pm 0,0368\text{mg}$ ), enquanto a média do grupo B apresentou menor remoção quantitativa ( $0,0861\pm 0,0142\text{mg}$ ) (Tabela 1), mas sem significado estatístico entre os grupos.

**Tabela 1** - Média ( $\bar{x}$ ), Desvio padrão ( $\sigma$ ), Coeficiente of Variação (CV) e teste de Kolomogorov-Smirnov (KS) dos dois grupos em termos de remoção (mg).

GRUPO	( $\bar{x}$ ) $\sigma$	CV (%)	K-S
A	$0.1014 \pm 0.0368$	36.28	$P_{valor}>0.05$
B	$0.0861 \pm 0.0142$	16.44	$P_{valor}>0.05$
$P_{valor}>0.05$			

Fonte: Autores.

O teste de Kappa foi obtido, mostrando concordância substancial (0,60/0,67) entre os três avaliadores em relação à ponta do instrumento e concordância quase perfeita (0,83/1,0) entre os três observadores considerando 5 mm da ponta do instrumento (teste Kappa).

A Tabela 2 mostra o valor médio ( $\bar{x}$ ), desvio padrão ( $\sigma$ ) e o teste T de Student (“t”) das notas atribuídas às deformações na ponta e a 5mm da ponta do instrumento, de acordo com as técnicas.

Os resultados mostram que não ocorreu diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre as médias dos escores do Grupo A em comparação com o Grupo B em relação às deformações na ponta e a 5mm da ponta dos instrumentos após cinco usos.

**Tabela 2** – Escores das pontuações de deformações da ponta e 5mm da ponta do instrument.

GRUPO	Ponta 5mm da ponta	
	( $\bar{x}$ ) $\sigma$	( $\bar{x}$ ) $\sigma$
A	2.61 $\pm$ 0.64	2.03 $\pm$ 0.81
B	2.61 $\pm$ 0.78	1.94 $\pm$ 0.87
	<i>Pvalor</i> >0.05	<i>Pvalor</i> >0.05

Fonte: Autores.

A Tabela 3 mostra o valor média ( $\bar{x}$ ), desvio padrão ( $\sigma$ ) e o teste T de Student (“t”) dos escores das deformações da ponta do instrumento comparados com ponta de 5 mm de cada grupo A e B, obtidos pelo teste “t” de Student.

Observa-se que houve diferença significativa entre as médias dos escores da ponta do instrumento em comparação com aquela a 5 mm da ponta dos instrumentos dos grupos A e B ( $p < 0,05$ ), ou seja, o escore médio da ponta do instrumento é maior do que a de 5 mm da ponta do instrumento.

**Tabela 3** - Escores médios das deformações da ponta do instrumento comparadas a 5mm da ponta dos grupos A e B.

	GRUPO A	GRUPO B
	( $\bar{x}$ ) $\sigma$	( $\bar{x}$ ) $\sigma$
Ponta	2.61 $\pm$ 0.64	2.61 $\pm$ 0.78
5 mm da ponta	2.03 $\pm$ 0.81	1.94 $\pm$ 0.87
	<i>Pvalor</i> <0.05	<i>Pvalor</i> <0.05

Fonte: Autores.

#### 4. Discussão

O método escolhido para avaliação da deformação do instrumento após uso foi o MEV. Tal análise parece ser método eficiente na correta avaliação da deformação destes (Medeiros et al. 2002; Troian et al. 2006; Zangh et al. 2010).

A preferência destes tipos de limas nesta pesquisa recaiu sobre limas Ni-Ti de uso manual como lima Hedströen e tipo K, por se tratar de instrumentos flexíveis cuja base é de seção triangular (tipo K) e base redonda (tipo Hedströen) dotadas de alta flexibilidade e capacidade de corte, em blocos com canais com grau de curvatura de 75°. Além disso, alta flexibilidade dos instrumentos de Ni-Ti como as limas Mity Turbo Hedströen (Shen e Haapasalo 2008) e a importância da fabricação de instrumento Hedströen com base redonda de níquel-titânio está disponível em diferentes versões e no mercado sendo de uso manual e rotatórias.

Na técnica de preparo de canal utilizando limas tipo K associado a lima tipo H neste estudo é exigência feita durante o preparo de canal radicular só que com instrumentos de aço inoxidável. Nesta investigação as limas usadas foram em ligas de Ni-Ti que possui alto poder cortante. Sua ação de alargamento ou ampliação (cinemática giratória) é restrita e deve ser abolida, pois, deve-se evitar que a lima tipo H produza acidentes como fratura durante seu uso sendo utilizadas apenas com movimentos de imagem. Assim é que, as limas tipo H só deve ser usado nos canais radiculares após a abertura de espaço deste canal com lima Tipo K (Weine 1982) evitando, com isso, seu travamento no interior do canal, uma vez que, nem sempre é possível destravá-la e removê-la sem riscos de fraturas. Portanto, a Lima tipo Hedströen é um instrumento que deve atuar livremente no canal radicular de forma que o diâmetro do instrumento seja menor que o diâmetro anatômico do canal radicular (Pécora 2004).

Para avaliação da deformação foram escolhidos limas tipo K e Hedströen especialmente aquelas utilizados em toda à extensão do canal radicular como tipo K #15, 20, 25 e como as limas Hedströen, portanto, instrumentos que sofrem cargas de torção acentuadas quanto a flexão das lâminas de corte incluindo instrumentos número 40 utilizados na técnica *step back*.

Evidentemente o uso prolongado da lima como medida econômica e pela necessidade do uso de instrumentos pelo menos em cinco usos. Embora estes possam suportar em mais de um uso, contrariamente, alguns fabricantes recomendam o uso de instrumentos de Ni-Ti apenas uma vez.

Dois grandes cuidados durante uso de limas do sistema rotatórios de NiTi: o primeiro cuidado é fratura dos instrumentos por fadiga, uma vez que, são usados várias vezes, em canais curvos ou quando este prende-se após travamento nas paredes do canal sofrendo sobrecarga de torção passando por deformação plástica e, após isso, fratura (Gambarini et al. 2008). Assim é que, nos últimos anos, modificações foram apontadas, com novos *designs* de limas, tratamentos térmicos e superficial das ligas. Assim sendo, o *design* e características mecânicas das limas NI-Ti, bem como seu uso adequado oferece maior segurança ao cirurgião-dentista (Gavini et al. 2018) oferecendo benefícios em suas propriedades físicas, isto é, maior resistência à fratura como tratamentos térmicos que melhoram propriedades mecânicas aumentando a resistência à fratura e uso clínico duradouro (Reis 2022).

Curioso são imagens de instrumentos sem uso mas, com deformidades em sua superfície (Figuras 1ABC e 1DEF) pois, estes não sofreram polimento eletroquímico e portanto apresentaram maior número de falhas de fabricação como trincas, distorções em espiral, cavidades e desgaste superficial e, contrariamente, instrumentos das Figuras 2AB e 2CDE que apresentaram deformidades após 5 usos.

As consequências desta análise demonstraram que a distorção da espiral e desgaste superficial aumentaram tanto para os instrumentos do tipo K como para os instrumentos Hedströen após cinco utilizações (Figuras 3ABC e 3DE) e certamente os instrumentos rotatórios de Ni-Ti não podem ser usados com segurança em rotação em vários usos. Pesquisadores certamente não dizem quantas vezes uma lima pode ser usada antes de ser descartada, exceto quando fraturada ou mostrar-se visivelmente distorcida (Svec e Powers 2002). Outras pesquisas apontam que instrumentos tipo K quanto os Hedströen aumentaram defeitos como deterioração das lâminas de corte (kazemi et al. 1996) como instrumentos rotatórios (Troian et al. 2006) que aumentaram com o uso prolongado acontecimento este apresentado na presente investigação.

Além disso, embora a resina fenólica possua dureza próxima à dentina humana (Morrison et al. 1989; Anusavice 2005; Alves-Claro et al. 2008; Medeiros et al. 2014) há uma limitação deste estudo que é o canal radicular de seção transversal circular e tal fato pode influenciar no torque menor que a carga dos instrumentos e, portanto, estes resultados podem ser diferentes da prática clínica considerando o grau de curvatura do canal radicular de 75 graus.

Acredita-se que uso prolongado destes instrumentos sofram desgastes em suas superfícies conforme as Figuras 2ABC e 2DEF indicando alterações das lâminas de corte como trincas, deformações em espiral e desgaste superficial. A deformação é mais evidente na ponta do instrumento (Figura 2AB) do que a 5 mm da ponta (Figura 2C).

A velocidade rotacional produz deformações nos instrumentos, sobretudo, quando há aumento significativo desta velocidade. Assim, entende-se que uma velocidade de 500 rotações por minuto sem dúvida determinou alterações nas lâminas dos instrumentos especialmente nestes instrumentos que não possuem tratamento na superfície de corte como eletropolimento ou tratamento químico.

Assim é que, instrumentos rotatórios com tratamento químico nas lâminas de corte produzem menos torque que é a força para aumentar a velocidade de rotação e portanto, recebam este reforço em sua superfície de corte tornando-os mais resistente (Bardsley et al. 2011).

A técnica do grupo A embora dois instrumentos apresentassem media numérica na remoção de material do canal radicular maior do que a técnica de instrumentação do Grupo B com um instrumento, porém foi sem significado estatístico entre os dois grupos, conforme ilustrado na Tabela 1.

Para mais, os blocos de resina fenólica possuem propriedades mecânicas semelhantes às dos dentes humanos, comprovadas em testes de pesquisa de capacidade de corte, eficiência e desgaste de instrumentos, sejam eles de aço inoxidável

ou de níquel-titânio. Tais ensaios apresentaram valores médios na superfície desses blocos com dureza Vickers semelhante (Medeiros et al. 2014). A deformação também foi observada em limas de Ni-Ti em avaliações com movimentos contínuos e lineares em placas com ranhuras à base de resina fenólica (Medeiros et al. 2022).

Parecem que pesquisas sobre o uso de Baquelita® como blocos de canais simulados (Alkmin et al. 2007) encontra boa perspectiva na utilização de investigações com este material em endodontia no preparo de canais radicular, haja vista, as dificuldades na obtenção de amostras de dentes humanos extraídos com canais curvos com mesmo grau de curvatura e testes de desgastes em limas valendo-se de capacidade de corte dos instrumentos (Medeiros et al. 2009). Desta maneira, fica difícil realizar experiências laboratoriais em dentes humanos a não ser que se use como substratos substitutos mais adequados da dentina de dentes humanos mais próximos da realidade clínica.

Tal assertiva vai ao encontro das investigações realizadas por Arantes et al. (2014) ao analisar de 20 limas Twisted File®, BioRaCe®, Mtwo® e EndoWave® utilizadas em canais simulados de blocos de resina fenólica observando defeitos e deformações como bordas irregulares, sulcos, microcavidades e desgastes antes e após cinco usos, valendo-se destas amostras sendo que todas as limas exibiram deformações em suas lâminas de corte. Além disso, em pesquisas em MEV realizadas por Medeiros et al. (2019) nestas limas aponta que resíduos são deixados na superfície de corte das limas mostrados microscopicamente e que devem ser limpos antes de sua utilização (TwistedFile®, BioRaCe®, Mtwo® e EndoWave®), exceto a marca Mtwo®.

Nunca esquecer conforme esclarecem Medeiros et al. (2022) que o preparo químico-cirúrgico está cada vez mais eficiente devido ao avanço das substâncias auxiliares da instrumentação como solução de hipoclorito de sódio e clorexidina, que oferecem a possibilidade de limpeza do sistema de canais radiculares.

## 5. Conclusões

Concluiu-se que quanto à remoção de material não houve diferença após o preparo do canal do Grupo A em relação ao grupo B. A deformação ocorreu nas lâminas de corte dos instrumentos, porém, não houve diferenças nos dois pontos considerados na comparação do grupo A com B sendo as médias de deformações nos dois pontos avaliados dos instrumentos diferentes nos mesmos grupos.

## Agradecimentos

Esta investigação foi apoiada pela FAPESP (2008/58713-4), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (São Paulo, Brasil). Agradecimentos especiais ao Prof. Evandro Luiz Nohara e ao técnico José Arauto Ribeiro do Laboratório de Materiais, Tratamentos de Superfície e Nanotecnologia do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté pela ajuda na fabricação de blocos de resina fenólica e ao LNLS/Campinas, Brasil pela exame microscópico das limas.

## Referências

- Aasim, S. A., Mellor, A. C., & Qualtrough, A. J. E. (2006). The effects of pre-soaking and time in the ultrasonic cleaner on the cleanliness of sterilized endodontic files. *Int Endod J*, 37:143-149.
- Alkmin, S. T., Pinto, C. A., Habitante, S. M., Zöllner, N. A., Medeiros, J. M. F., & Lage-Marques, J. L. (2007). Concepção de um modelo experimental à base de resina fenólica utilizado em endodontia. In: 24ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica; 2007; set; Atibaia. São Paulo: SBPqO
- Alves-Claro, A. P. R., Claro, F. A. E., & Uzumaki E. T. (2008). Wear resistance of nickel–titanium endodontic files after surface treatment. *J Materials Scie: Materials Med*, 19:3273-77.
- Anusavice, K. J. (2005) Phillips materiais dentários. (11a ed.), Elsevier. 337,338.
- Arantes, W. B., Medeiros, J. M. F., & Lage-Marques, J. L. (2010). Evaluation of the superficial characteristics of NiTi rotary instruments before and after used. *Act Report*, (Laboratório Nacional de Luz Síncrotron) 1:1.

- Arantes, W. B., Silva, C. M., Lage-Marques, J. L., Habitante, S. M., Rosa, L. C. L., & Medeiros, J. M. F. (2014). SEM analysis of defects and wear on Ni-Ti rotary instruments. *Scanning*, 36(4):411-8
- Bardsley, S., Peters, C. I., & Peters, O. A. (2011). The effect of three rotational speed settings on torque and apical force with Vortex Rotary Instruments *In Vitro J Endod*, 37(6): 860-4.
- Bergmans, L., van Cleynenbreugel, J., Wevers, M., & Lambrechts, P. (2001). Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rational, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*, 14(5):324-33.
- Claro, F. A. E. (2004). Avaliação do desempenho de limas endodônticas de níquel-titânio após tratamento de superfície. [Mestrado] Taubaté: Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.
- Dall'Agnol, C., Hartmann, M.S.M., & Barletta, F.B. (2008). Computed tomography assessment of the efficiency of different techniques for removal of root canal filling material. *Braz Dent J*, 19(4):306-12.
- Fariniuk, L. F., Azevedo, M. A. D., Carneiro, E., Westphalen, V. P. D., Piasecki, L., & Silva Neto, UX. (2017). Efficacy of protaper instruments during endodontic retreatment. *Indian J Dent Res*, 28(4):400-405.
- Gambarini, G., Grande, N. M., Plotino, G., Somma, F., Garala, M., Luca, M., & Testarelli, L. (2008). Fatigue Resistance of Engine-driven Rotary Nickel-Titanium Instruments Produced by New Manufacturing Methods. *J Endod*, 34(8):1003-5.
- Gavini, G., Santos, M. D., Caldeira, C. L., Machado, M. E. L., Freire, L. G., Iglecias, E. F., Peters, O. A., & Candeiro G. T. M. (2018). Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*, 18(32), e67,
- Hartmann, M. S., Barletta, F. B., Camargo Fontanella, V. R., & Vanni, J. R. (2007). Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod*, 33(8):962-5.
- Kazemi, R. B., Stenman, E., & Spangberg, L. S. W. (1996). Maching efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 81(5):596-602.
- Kosa, D. A., Marshall, G., & Baumgartner, J. C. (1999). An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endod*, 25(6):441-5.
- Medeiros, J. M. F., Arantes, W. B., Rosa, L. C. L., Haddad Filho, M. S., Zöllner, N. A., & Habitante, S. M. (2019). Microscopia eletrônica de varredura da presença de resíduos na superfície de corte de instrumentos NITI. *Rev Odontol Univ Cidade São Paulo (Online)*, 31(2):116-24.
- Medeiros, J. M. F., Ferreira, G. S., Lima, K. C., Pedron, I. G., & Shitsuka, C. (2022a). Comparativo de dois protocolos de substâncias químicas auxiliares utilizados em endodontia em duas faculdades de odontologia (USP-São Paulo e UNICAMP-Piracicaba). *e-Acadêmica*, 3(3):e3833242-253.
- Medeiros, J. M. F., Lima, J. P., & Bombana, A. C. (2002). Analysis by scanning electron microscopy of the cutting surface changes on endodontics files according two methods for sterilizing and the number of uses. *Acta Report*, 1:267-268.
- Medeiros, J. M. F., Naregi, E. S., Almeida, E. T. D. C., Von Dollinger, C. F. A., 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. Ci Biol Saúde (Online)*, 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., Souza, A. P. B. R., Sakane, F. K., Rosa, L. C. L., Carvalho, P. L., Claro, A. P. R. A., & Pedron, I. G. (2022b). Comparative Study of Cutting Capacity and Wear in 3 Commercial Brands of Ni-Ti Manual Endodontic Files. *SVOA Dentistry*, 3(5), 235-242.
- Morrison, S. W., Newton, C. W., & Brown Jr, C. E. (1989). The effects of steam sterilization and usage on cutting efficiency of endodontic instruments. *J Endod*, 15(9):427-31.
- Pécora, J. D. (2004). Peculiaridades, Cinemática e Uso dos Instrumentos de Pega Digital. Atualizado 27/06/2004. [https://www.forp.usp.br/restauradora/endodontia/temas/instrumental/instrumental\\_dig\\_pec.pdf](https://www.forp.usp.br/restauradora/endodontia/temas/instrumental/instrumental_dig_pec.pdf)
- Reis, P. S. C. (2022). Protocolo clínico dos sistemas de limas mecanizadas Recioproc Blue e Trunatomy. 2022. 48 f. il. Monografia (Especialização) -- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.
- 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. *Rev ClipseOdontol*, 3(1):19-27.
- Schäfer, E., & Tepel, J. (1996). Cutting efficiency of Hedstrom, S and U files made of various alloys in filing motion. *Int Endod J*, 29(5):302-8.
- Shen Y, & Haapasalo M. (2008). Three-dimensional analysis of cutting behavior of nickel-titanium rotary instruments by microcomputed tomography. *J Endod*, 34(5):606-10.
- Svec, T. A., & Powers, J. M. (2002). The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. *J Endod*, 28(2): 105-7.
- Tepel, J., & Schäfer, E. (1997). Endodontic hand instruments: cutting efficiency, instrumentation of curved canals, bending and torsional properties. *Endod Dent Traumatol*, 13(5):201-10.
- Troian, C. H., Sá, M. V. R., Figueiredo, J. A. P., & Oliveira, E. P. M. (2006). Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int Endod J*, 39(8):616-25.
- Wagner, M. H., Barletta, F. B., Reis, M. S., Mello, L. L., Ferreira, R., & Fernandes, A. L. R. (2006). NSK reciprocating handpiece: *In vitro* comparative analysis of dentinal removal during root canal preparation by different operators. *Braz Dent J*. 17(1):10-4.

Yang, X., Wang, Y., Ji, M., Li, Y., Wang, H., Luo, T., Gao, Y., & Zou, L. (2023). Microcomputed tomographic analysis of the efficiency of two retreatment techniques in removing root canal filling materials from mandibular incisors. *Sci Rep*, 13(1):2267.

Weine, F. S. (1982). Endodontic therapy. *Third Edition. Mosby*. 259, 262.

Zangh, E. W., Cheung, G. S., & Zheng, Y. F. (2010). Influence of cross-sectional design and dimension on mechanical behavior of nickel-titanium instruments under torsion and bending: a numerical analysis. *J Endod*, 36(8):1394-8.