

Lúcia Cappelletto Carezzato

RESISTÊNCIA À FRATURA DOS
INSTRUMENTOS NITIFLEX E FLEXOFILE
QUANDO SUBMETIDOS À TORÇÃO

C.P.O. São Leopoldo Mandic

Centro de Pós Graduação

Campinas

2002

LÚCIA CAPPELLETTE CAREZZATO

RESISTÊNCIA À FRATURA DOS INSTRUMENTOS NITIFLEX E FLEXOFIL QUANDO SUBMETIDOS À TORÇÃO

Dissertação apresentada ao C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Endodontia

Campinas
2002

LÚCIA CAPPELLETTE CAREZZATO

RESISTÊNCIA À FRATURA DOS INSTRUMENTOS NITIFLEX E FLEXOFIL QUANDO SUBMETIDOS À TORÇÃO

Dissertação apresentada ao C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Profa. Dra. Maria Letícia Borges Britto Lima Machado

Campinas
2002

C.P.O – SÃO LEOPOLDO MANDIC / UNICASTELO

Folha de Aprovação

A dissertação intitulada: “ Resistência à fratura dos instrumentos Nitiflex e Flexofile quando submetidos à torção” apresentada ao Centro de Pós Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, área de concentração: Endodontia em 04 de Outubro de 2.002, à comissão examinadora abaixo nominada, foi aprovada após liberação pelo orientador.

Luani Letícia Borges Britto de Lima Machado

Prof.Dr. Maria Letícia Borges Britto de Lima Machado
Orientador

Prof.Dr. Manoel Eduardo de Lima Machado
1º Membro



Prof.Dr. Clóvis Bramante

2º Membro

**A vida é uma sucessão de lições que têm de ser vividas para
serem compreendidas.**

Helen Keller

DEDICATÓRIA

Aos Meus Pais, Mario e Lucila

Dedico esta Dissertação de Mestrado,

Aos Senhores, que com todo orgulho e respeito agradeço a todos os dias de minha vida.

Obrigada por ensinar respeito e honestidade,

Pela minha educação,

O apoio em todos os momentos,

E principalmente o Amor que sempre me dedicaram,

Só tenho a agradecer por ajudarem e apoiarem a realização de mais um sonho.

Pai, tenho muito orgulho de ser sua filha e do Grande profissional que é.

Mãe, obrigada por tudo.

Com muito amor e carinho.

Ao meu marido, Marcelo,

Com todo meu amor, carinho e respeito, agradeço a
dedicação em todos os momentos difíceis, sempre colaborando direta
ou indiretamente comigo. O seu carinho e
compreensão, diante de todo o tempo que não pude
dedicar a nós.

Com todo meu amor e carinho, você é muito importante

Obrigada

Aos meus irmãos

Luciana, Leila e Marinho

**Todo o meu amor, amizade e respeito, vocês estão sempre no meu
coração.**

Com carinho

Obrigada

**À Amiga e Orientadora Professora Dra. Maria Letícia Borges
Britto Lima Machado**

Agradeço a grande oportunidade da realização deste trabalho para
melhorar a minha carreira profissional.

Pela grande orientação que colaborou em todos os momentos,
principalmente na solução das minhas dificuldades. Além disso,
estive sempre disponível dedicando seu tempo colaborando para a
evolução e conclusão deste trabalho.

Pela amizade, que temos desde que nos conhecemos e pela
vontade e prazer que sempre demonstrou ao ensinar dispondo de
tempo sempre que precisei.

Obrigada pela ajuda nos momentos bons e nos momentos
difíceis e pelo carinho e amizade.

Com respeito, carinho e admiração

Da sua Amiga e Orientanda.

Ao meu Prof. Dr. Manoel Eduardo de Lima Machado

Agradeço todos os ensinamentos, que só vieram a acrescentar.

Por ter acreditado em mim e dado oportunidade para a vida acadêmica, me dando muita experiência profissional e de vida, além de um conhecimento muito grande que terei para sempre.

Meu grande professor durante o curso de Mestrado, agradeço a todos os ensinamentos de Endodontia e admiro pelo dom de fazer o profissional admirar e gostar mais desta área.

Admiro a sua capacidade, sabedoria e o dom para ensinar e se dedicar.

Com respeito, carinho e admiração

Aos amigos e colegas:

Aos meus grandes amigos, Amália, Arlindo, Júnio, Letícia, Liris, Maria Emília, Massaro, Nilton, Virgínia, que participaram de todos os momentos e mostraram sua amizade.

Aos meus colegas de Curso de Mestrado, Amália, Liris, Giba, Virgínia, Olímpio, Mané, Mário, Cláudio, Célia, Cristiane, Marcos, pelos momentos de companheirismo, colaboração no aprendizado e lembranças de uma fase inesquecível.

Aos colegas da Disciplina de Endodontia da Universidade Camilo Castelo Branco, Arlindo, Letícia, Liris, Massaro, Virgínia, Nilton, Daniel, Zappa, Michele, Munique, Raul agradeço o companheirismo.

À Liris, Amália, Maria Emília e Virgínia, que serão sempre minhas amigas, não importa a distância.

Ao Raul, que teve uma colaboração importante na realização da metodologia deste trabalho.

À todos os meus Alunos, que muitas vezes me fizeram aprender mais do que ensinar, Obrigada.

À D. Ceres, que com carinho colaborou na revisão deste trabalho.

Ao Ricardo protético que deixou meus canais simulados brilhantes.

À Bianca minha secretária que colaborou na materialização da metodologia.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	P.
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	13
LISTA DE QUADROS	14
LISTA DE GRÁFICOS	15
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	16
RESUMO	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1. TÉCNICAS DE PREPARO DO CANAL RADICULAR	21
2.2. INSTRUMENTOS DE USO ENDODONTICO	25
2.3. TORÇÃO DOS INSTRUMENTOS ENDODONTICOS	38
3. PROPOSIÇÃO	46
4. MATERIAIS E MÉTODOS	47
4.1. MATERIAIS	47
4.2. MÉTODOS	50
4.2.1. CONFECÇÃO DOS CANAIS SIMULADOS E AQUÁRIOS	50

4.2.2. PREPARO QUÍMICO-CIRÚRGICO DOS CANAIS SIMULADOS	54
4.2.3. GRUPOS EXPERIMENTAIS	56
4.2.4. APARELHO PARA TORÇÃO	58
4.2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
5. RESULTADOS	61
6. DISCUSSÃO	66
7. CONCLUSÕES	82
ABSTRACT	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	p.
FIGURA 1- Agulha para confecção do canal e alicate De La Rosa.	50
FIGURA 2 - Aquário para confecção de canais simulados.	51
FIGURA 3 - Conjunto com aquário, agulhas e resina – vista frontal	52
FIGURA 4 - Conjunto com aquário, agulhas e resina - vista lateral.	53
FIGURA 5 - Bloco polido e com nicho.	54
FIGURA 6 - Preparo cérvico-apical dos canais simulados.	55
FIGURA 7 - Preparo do terço apical.	56
FIGURA 8 - Instrumento travado no interior do canal simulado.	57
FIGURA 9 - Aparelho para realização da torção.	58
FIGURA 10 a - Movimento de torção e medição.	59
FIGURA 10 b - Instrumento fraturado.	60

LISTA DE QUADROS

p.

- QUADRO 5.1 - Teste de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 25 de Nitiflex e Flexofile. 63
- QUADRO 5.2 - Teste de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 30 Nitiflex e Flexofile. 63
- QUADRO 5.3 – Teste de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 35 Nitiflex e Flexofile. 64
- QUADRO 5.4 - Cálculo de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 40 Nitiflex e Flexofile. 65

LISTA DE GRÁFICOS

p.

GRÁFICO 1 – Valores médios em graus do n^0 de voltas dos instrumentos até sua fratura. 61

GRÁFICO 2 - Valores médios em número de voltas dos instrumentos até sua fratura. 62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

G	grande
mL	mililitros
mm	milímetros
nº	número
N	Nitiflex
F	Flexofile
Ind.	Indústria
Com.	Comércio
Ref.	Referência
CRT	Comprimento real de trabalho

RESUMO

Neste estudo procurou-se avaliar a resistência à fratura dos instrumentos de níquel-titânio (Nitiflex) e de aço inoxidável (Flexofile), quando submetidos à torção em canais radiculares com curvatura de 30 graus. Para isto, foram utilizados 80 canais simulados confeccionados com resina de poliéster com curvatura de 30 graus e previamente preparados com a Técnica Cérvico-Apical acorde Machado (1993), os instrumentos utilizados foram divididos em grupos de 10 instrumentos de cada calibre número 25, nº30, nº35 e nº40 dos tipos Nitiflex e Flexofile. O aparelho que realizava o movimento de torção foi confeccionado de modo que a rotação fosse realizada simulando movimentos manuais, aproximando com a sensibilidade tátil que o profissional exerce no momento do preparo. Os resultados mostraram que os instrumentos Flexofile apresentam maior resistência à torção que os Nitiflex em canais curvos, onde as resistências dos instrumentos de Nitiflex estão nos de maior calibre enquanto nos Flexofile menores resistências estão nos instrumentos de maior calibre.

1. INTRODUÇÃO

O preparo químico-cirúrgico dos canais radiculares é uma fase do tratamento endodôntico que implica em cuidados durante a instrumentação, resultando em limpeza, desinfecção e modelagem dos mesmos e juntamente com as substâncias químicas auxiliares tem o intuito de alcançar a sanificação do canal radicular. É imprescindível que este conjunto tenha uma associação correta. A modelagem deverá permitir um formato final cônico-cilíndrico com superfície dentinária regular e ausência de desvio foraminal, podendo assim receber uma posterior obturação que deve ser a mais hermética possível.

Dentre as técnicas utilizadas que apresentam maior eficiência, pode-se citar as técnicas cérvico-apicais como a de MACHADO (1993), que promove inicialmente a limpeza e ampliação do terço cervical e médio com os instrumentos rotatórios Gates-Glidden e com instrumentos manuais no terço apical. Nos canais radiculares curvos, esta técnica cérvico-apical tem facilitado o acesso ao terço apical que, através de um melhor acesso, diminui as inconveniências e dificuldades anatômicas, dificuldade esta encontrada em outras técnicas.

Por este motivo, se de um lado, importa levar em conta a técnica empregada no momento do preparo dos canais radiculares curvos, de outro convém escolher atentamente o instrumento a ser utilizado, que tem que se adaptar as paredes do canal radicular para cumprir sua função de limpar raspas de dentina. Para isto há necessidade que ele seja utilizado de maneira correta para que não haja riscos de fratura em qualquer tipo de movimento, e deve-se respeitar as propriedades que cada um possui, evitando assim, acidentes e facilitando a instrumentação.

Dentre os fatores acima citados, os instrumentos endodonticos ocupam papel de destaque, considerando a sua finalidade no que se refere ao desgaste dentinário e a ampliação do canal anatômico. Existe um arsenal endodôntico muito variado com instrumentos manuais e aparelhos mecânicos que colaboram no preparo dos canais radiculares e esses instrumentos apresentam ligas metálicas diferentes, e conseqüentemente propriedades físicas diversas como *flexibilidade, eficiência de corte e resistência à torção*.

Estas ligas metálicas têm apresentado melhora na qualidade dos instrumentos, colaborando com os profissionais no sentido de evitar acidentes tais como fraturas dos instrumentos no interior dos canais, em especial nos movimentos de instrumentação, realizado principalmente em canais radiculares curvos, minimizando os possíveis acidentes no preparo destes.

O desenvolvimento científico-tecnológico está sempre promovendo modificações nas ligas dos instrumentos endodonticos, manifestados como alterações no *design*, mecânica e metalúrgica, onde se destacam os instrumentos de aço inoxidável flexível e de níquel-titânio. Este último apresenta uma alta memória molecular por isso, é utilizado principalmente em canais que

apresentam curvaturas acentuadas, evitando a formação de *zip*, degrau, perfuração e a retificação incorreta.

Mesmo apresentando características flexíveis, o conhecimento da resistência à torção e conseqüentemente à fratura que os instrumentos manufaturados por usinagem apresentam são importantes. Devido a este fator, devem ser realizados trabalhos que avaliem estas probabilidades de fratura entre os instrumentos de níquel-titânio e os de aço inoxidável utilizados no preparo de canais radiculares curvos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os trabalhos que utilizam metodologias específicas que tenham por objetivo contribuir para o estudo apresentam técnicas que quando utilizadas em canais curvos mostram uma melhor modelagem do canal, além de facilidade para o endodontista. Já o estudo dos instrumentos demonstra a importância do conhecimento das novas ligas metálicas, a capacidade de corte e flexibilidade e ainda a resistência a fratura que cada um apresenta quando rotacionado.

Todos estes fatores podem ser considerados como dificuldades e limitações que devem ser aclarados para o profissional.

Frente a esta questão, a revisão da literatura tem como enfoque técnicas de preparo do canal radicular, os instrumentos e a propriedade de torção dos instrumentos de aço inoxidável e níquel-titânio.

2.1. Técnicas de preparo do canal radicular

O Preparo Químico Cirúrgico é um momento que requer do endodontista um adestramento, principalmente quando está diante de um canal curvo. A

seleção da técnica no momento do preparo do canal radicular curvo é importante para diminuir as condições desfavoráveis e minimizar os acidentes.

Em 1971, SCHNEIDER realizou estudo sobre preparo do canal radicular e comparando o grau de curvatura com a circularidade resultante do seu preparo desenvolveu uma metodologia para uma análise do grau de curvatura. Para o estudo foram utilizados vinte e nove dentes unirradiculares, instrumentados com limas K em movimento de alargamento. Concluiu assim, que em canais retos e na região apical, é mais fácil obter a forma circular unirradiculares.

WEINE et al. (1975) desenvolveram canais artificiais curvos a partir de blocos de resina transparentes para visualizar e comparar as variações na cinemática dos instrumentos quando da realização dos movimentos de limagem e alargamento. Os canais foram fotografados antes, durante e depois a instrumentação. Como resultado, constatou que os canais não apresentavam características tronco-cônicas, com afunilamento próximo à porção média do canal e presença de desvio foraminal.

ABOU-RASS et al. (1980) apresentaram uma técnica de instrumentação na qual diminuíam os acidentes mais comuns durante o preparo de canais radiculares curvos, especialmente nas zonas de maior fragilidade e nas regiões de maior achatamento. O método proposto foi denominado de anticurvatura das paredes do canal radicular e preconizam desgaste compensatório mais enérgico em direção oposta à curvatura. No preparo dos terços médio e apical, valeram-se de procedimentos escalonados e imprimiram aos instrumentos, pressão no sentido da anticurvatura, concluindo, assim que quando é realizado o preparo os incidentes são bastante reduzidos.

CIUCCHI et al. (1990) utilizaram as técnicas de instrumentação de imagem (escalonada e seriada) e rotacional (força balanceada e outra semelhante ao conceito da anterior, mas no sentido horário), compararam a modelagem de canais curvos através de radiografias pré e pós-operatórias e com análise ao microscópio eletrônico, observando a centralização, fluxo, conicidade, forma apical e aparência da superfície da parede. Concluíram segundo os critérios deste estudo, que as técnicas rotacionais não apresentaram resultados satisfatórios em termos de conicidade e preservação da anatomia apical para a força balanceada, e em termos de fluxo, para a técnica rotacional.

MACHADO, em 1993, teve por objetivo comparar, em canais artificiais e com o auxílio da análise computadorizada, duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos, a saber: preparo seriado e cervical. Os resultados obtidos indicaram que, relativamente ao fator de forma e à área, a técnica do preparo seriado forneceu maior deformação, determinando também maior aumento do diâmetro e posicionamento do ponto de menor constrição dos canais artificiais, a técnica do preparo cervical proporcionou melhores resultados.

SCHÄFER (1996) comparou quatro técnicas diferentes de instrumentação: Senia-Widely, força balanceada, técnica escalonada ápico-cervical e a técnica de alargamento combinada com a técnica da força balanceada, utilizando três diferentes instrumentos endodônticos: Flexoreamer, limas Flex-R e limas Flexofile, em manter o formato original e a curvatura do canal durante a instrumentação. Utilizou canais simulados com curvatura de 42°, e um sistema de teste computadorizado e após a instrumentação realizou a análise estatística com o *software Statigraphics 3.0*. Obteve melhores resultados com a associação da técnica de alargamento com a técnica da força balanceada, quando da

utilização dos instrumentos Flexoreamer e Flex-R, providenciando um preparo satisfatório do canal, sem degrau e sem transporte de forame.

MACHADO et al. (1998) analisaram a qualidade do preparo do canal radicular valendo-se de técnica seriada e técnicas escalonadas cérvico-apical com brocas de Gates-Glidden a ápico-cervical. O preparo cérvico-apical com auxílio de limas e brocas de Gates-Glidden manteve as características da região apical através de uma prévia retificação dos terços cervical e médio e a utilização de um primeiro instrumento mais calibroso na região apical.

Em 1998, RIBEIRO realizou um estudo comparativo, da quantidade de debris extruído durante o preparo de canal, e utilizou 40 raízes mesiais de molares inferiores, no qual, foram preparados valendo-se de quatro técnicas: G1- Técnica Seriada Convencional com limas, G2- Técnica Escalonado Cérvico-apical com brocas Gates-Glidden e limas K, G3-Pow-R, G4-Técnica Escalonado Cérvico-apical com Pow-R e Gates-Glidden. Concluiu que nos grupos 1 e 3 ocorreram maiores extrusões de debris, e nos grupos 2 e 4 apresentaram os melhores resultados. Nos grupos que realizava o preparo escalonado cérvico-apical com desgaste compensatório, houve a menor extrusão de debris.

BATISTA & SYDNEY (2000) discutem uma nova visão para o preparo de canais radiculares curvos, baseado em diferentes conceitos de cinemática para modelagem que realiza basicamente desgaste compensatório para melhor acesso aos canais, esvaziamento com limas de secção triangular número 10 e 15 e utilização dos rotatórios Gates-Glidden ou Alargadores para contra-ângulo, e um alargamento reverso com movimento oscilatório de $\frac{1}{4}$ de volta à direita e a esquerda com suave pressão apical. Concluem que não existe uma Técnica

superior à outra, mas sim uma que se ajuste melhor ao caso em particular e ao profissional.

GARIP & GÜNDAY (2001) confeccionaram canais simulados com curvaturas de 20° a 30° para comparar o preparo escalonado e a realização de um quarto de volta e tração com os instrumentos Hedström e limas - K de calibres 15 – 40, confeccionadas de níquel-titânio e aço inoxidável. Não observaram diferença significativa entre os dois tipos de instrumentos com respeito as curvaturas, mas os instrumentos de Ni-Ti produzem um adequado preparo, e menor transporte com melhor centralização.

2.2. Instrumentos de uso endodôntico

A literatura apresenta uma evolução dos instrumentos desde a sua confecção, sua forma e ligas metálicas empregadas, até o desempenho diferente diante de técnicas e na comparação com outros instrumentos.

ANDREASEN & MORROW (1978) submeteram os fios ortodônticos de níquel-titânio e aço inoxidável a testes de elasticidade, dobra, torção, energia acumulada e maleabilidade, concluindo assim que os fios de níquel-titânio sofrem menor deformação permanente e maior elasticidade além de liberar menos energia acumulada.

BURSTONE & GOLDBERG (1980) analisaram os fios de Beta-Titânio, de aço e de níquel-titânio quanto a deflexão e elasticidade, encontrando como resultado que os fios de Beta-Titânio apresentam maior rigidez.

Em 1982, SYDNEY et al. utilizaram as limas tipo K e as limas K-Flex, e observaram a capacidade de corte em 120 dentes anteriores recém-extraídos. Com um aparelho desenvolvido para realizar movimento de limagem a velocidade, tempo e pressão constantes e em posição de trabalho era movimentado através de um motor de compressor com um mandril adaptado. Concluíram, através do estudo, que não houve diferença estatisticamente significativa quanto à capacidade de corte, além de observar que as limas K-Flex não devem ser rotacionadas, por determinar uma menor área de contato com as paredes devido à secção losangular.

HILL & DEL RIO (1983) utilizando os instrumentos endodonticos tipo K, K-Flex e limas Dynatrak, avaliaram a limpeza e o formato do preparo de canais méso-vestibulares de primeiros molares inferiores com curvatura. Divididos em grupos: A- instrumentaram os canais méso-linguais com as limas tipo K e os méso-vestibulares, com limas K-Flex; B- canais radiculares preparados com as limas Dynatrak; C- grupo controle. Utilizando microscopia óptica, vconcluíram que os instrumentos não apresentam diferença estatística na remoção de pré-dentina e dentina, além de mostrar boa capacidade de corte, em ordem decrescente, encontraram: limas K-Flex, aparelho Dynatrak e lima K, e o tempo de instrumentação diminuiu na ordem: Dynatrak, lima K e K-Flex.

MISERENDINO et al. (1988) compararam a capacidade de corte dos instrumentos, Flex-R, K-Flex, K, Hedströen, e lima S nos tamanhos de 15 a 30, utilizando blocos de resina epóxica e um tempo de 1,5 minuto com movimento rotacional e constante irrigação com 20 mL/min de água, sendo o primeiro instrumento a lima nº15 até o ápice e a última lima a nº30. O resultado foi obtido através da perda de peso dos blocos versus o tempo em relação à proporção de

canal alargado, concluindo que as limas S e as limas H apresentaram eficiência de corte maior comparada as outras limas estudadas.

AL-OLMARI et al. (1992) usando 300 canais simulados com curvaturas que variavam entre 20° e 40°, compararam as limas tipo K, K-Flex, Flexofile, Flex-R, Hedströen e Unifile, analisando a prevalência das deformações, a quantidade de direção do transporte apical, a lisura das paredes, a perda de comprimento de trabalho e peso do bloco e a forma final dos canais após o preparo. Com movimento linear e a técnica *step back*, observaram frente aos resultados das análises, que a modelagem dos canais é bem realizada pelas limas Flexofile e Flex-R, mas o transporte do canal ocorreu com todos os tipos de instrumentos.

ZMENER & MARRERO (1992) estudaram o efeito das limas, Tri-files, Flex-R, Flexofiles e tipo-K convencional avaliando qualitativamente a conservação da constrição apical, presença ou ausência de transporte, principalmente no terço apical. Prepararam com movimento linear de vai e vem, e com movimento rotacional iniciado pela lima tamanho 15 e preparo apical com lima calibre 30 em 80 canais curvos de dentes extraídos unirradiculares analisados e comparados em microscopia eletrônica. Concluíram que as limas Tri-file ou Flex-R apresentam preparo centralizado e afunilado, sem transporte apical, e as limas Flexofiles e os convencionais tipos-K, apresentam mais alterações no padrão inicial do canal, com preparo em ampulheta com alterações da constrição apical e transporte.

CAMPS & PERTOT (1994b) observaram três grupos de instrumentos, com secções diferentes e procuraram relacionar o tamanho das limas e a dureza dos instrumentos, a saber, Flexofile (Maillefer) com secção triangular, limas K (Kerr)

com secção quadrada e K-Flex (Kerr) com secção em losango. As limas utilizadas apresentavam os calibres 15 a 40 e compararam de acordo com a especificação nº 28 da ANSI/ADA observando a evolução na flexibilidade. Os grupos apresentaram uma diferença estatística: a secção quadrada, apresentou maior flexibilidade que a secção triangular e que apresentou maior flexibilidade que a secção modificada. Além disso, existe uma relação exponencial entre o tamanho da lima e a flexibilidade.

Em 1995, HIMEL et al. valeram-se de blocos de acrílicos simulando canais curvos e as limas de aço inoxidável e níquel titânio (Nitinol), instruíram metade de oitenta e um estudantes de Odontologia que receberam dois blocos cada, a preparar os blocos da seguinte maneira: com a técnica escalonada e no máximo até a lima 35 preparar o primeiro bloco com as limas de níquel-titânio (**Grupo A**), o segundo bloco com as limas de aço inoxidável (**Grupo B**). A outra metade recebeu instrução para preparar usando primeiro as limas de aço inoxidável e a seguir, as de nitinol. Pré e pós-instrumentação fotografaram os canais e projetaram. Obtiveram como resultado que as limas nitinol possuem melhores resultados no tempo de instrumentação, na constância do CRT, no transporte de forame, e na formação de zip.

TEPEL et al. (1995a) compararam a eficiência de corte e o efeito da instrumentação com movimento rotacional determinando o máximo de penetração do instrumento num canal cilíndrico, e a mudança de forma do canal e instrumentação no preparo de canais curvos com 42° de curvatura, nos seguintes grupos: instrumentos convencionais e limas-K (Antaeos, Kerr, Maillefer), instrumentos flexíveis com ponta convencional (Flexicut, Flexoreamer, K-Flex, K-Flexofile), instrumentos flexíveis com ponta modificada (Flexoreamer

Batt-tip, Flex-R, K-Flexofile Batt-tip). Para o estudo projetaram um dispositivo que combinava instrumentação linear e movimento de rotação em bloco de resina. Concluíram que os instrumentos flexíveis possuem maior eficiência de corte que as limas K convencionais, e especialmente no alargamento, diminuindo o tempo de trabalho. O tipo de formato das limas influencia no preparo do canal, o instrumento Batt-tips, sem ponta ativa, apresenta melhor instrumentação e centralização do canal sem afetar a eficiência de corte.

KAZEMI et al. (1995) estudaram a eficiência de corte e resistência ao desgaste das limas de Ni-Ti, em bloco de dentina comparando as limas Ultra-Flex Hedströen, Mity Turbo e Mity K, Hedströen Navi flex, Onyx R e NiTiflex. Utilizaram 30 limas de cada marca e os resultados mostraram uma grande variação na eficiência mecânica devido à secção de cada lima.

BOU-DAGHER & YARED (1995) observaram três tipos de limas: Flex-R, Ultra-Flex de Ni-Ti, e limas tipo K em 96 molares superiores humanos, onde selecionaram canais mesio-vestibulares com uma curvatura inicial mínima de 24 graus onde a curvatura inicial máxima era de 52 graus. O grau de curvatura inicial e final foi determinado por radiografias tiradas previamente ao estudo e após o preparo. Observaram que as melhores curvaturas foram mantidas com as limas Flex-R e limas Ultra-Flex.

ROYAL & DONNELLY (1995) realizaram uma comparação dos instrumentos níquel-titânio, Flex-R e K-Flex na técnica de instrumentação de Força Balanceada em molares humanos que apresentavam curvatura, na qual, eram determinadas pelo método de Schneider. Utilizaram tomadas radiográficas pré e pós-instrumentação além de realizarem preparos com brocas Gates-Glidden e comprimento de trabalho a 1mm aquém do ápice. Obtiveram como

resultado, que não houve diferença significativa entre os instrumentos Flex-R e K-Flex, mas o de níquel-titânio apresentou uma menor capacidade de alteração da curvatura do canal.

ZMENER & BALBACHAN (1995) apresentaram um trabalho para avaliar a eficiência das limas de níquel-titânio comparando com as limas do tipo K, no preparo radicular de canais curvos em dentes naturais unirradiculares. Após o preparo foram analisados através de um microscópio de varredura no qual, obtiveram como resultado que as limas de níquel-titânio apresentam propriedades promissoras para a instrumentação de canais radiculares curvos, porque forneceram uma forma continuamente circular e permitiram uma modelagem adequada e a conservação do estreitamento apical. Além disso, as limas tipo K, são rígidas a partir dos tamanhos 25, provocando deformações no canal radicular.

TEPEL et al. (1995b) estudaram a eficácia de corte de 24 tipos de instrumentos manuais sendo 12 para cada tipo e calibre (nº25 e nº35), idealizados para realizar um trabalho de rotação. Utilizaram um programa de computador onde canais simulados de forma cilíndrica confeccionados em resina de poliéster, foram instrumentados usando um movimento definido igual aos movimentos clínicos. Os resultados obtidos foram que as limas K de Nitinol apresentaram a menor eficácia de corte e as limas de aço inoxidável em especial as limas K, apresentaram melhor superfície de corte, e as limas de aço inoxidável flexíveis apresentaram os melhores resultados.

Em 1995, SCHÄFER et al. observaram a capacidade de modelagem das limas K de níquel-titânio, das limas de aço inoxidável, e das limas K e instrumentos de aço inoxidável flexíveis com as pontas cortantes convencionais e

pontas não cortantes modificadas. Utilizando canais simulados com curvaturas de 42 graus alargados seqüencialmente de nº15 a nº35 e um programa de computador que controlava um aparelho que realizava os testes simulando o uso clínico destes instrumentos, observaram que todos os instrumentos promoveram alterações indesejáveis na forma do canal, e nenhum instrumento removeu material em toda a extensão, o que promoveu saliências. Os melhores resultados obtidos foram dos instrumentos flexíveis sem ponta ativa.

CAMPS & PERTOT (1995) compararam a eficácia mecânica de dois tipos de limas de aço inoxidável: Colorinox tipo-K e Flexofiles; e quatro tipos de limas de níquel-titânio: Brasseler, McSpadden, Maillefer e JS Dental. Utilizando instrumentos 15 a 40 realizaram movimento linear e com um calibrador mediram a profundidade do sulco formado depois de 100 movimentos de vai e vem. Observaram assim, que a secção do instrumento influência na eficácia mecânica, e os instrumentos de aço inoxidável com secção triangular são mais eficazes que os de secção quadrada. Quanto à eficácia mecânica as limas K de NiTi apresentam uma discrepância significativa, mas os instrumentos da Maillefer foram mais eficientes. Concluíram, então, a necessidade de novas especificações para os instrumentos.

CAMPS et al. (1995) relacionaram o tamanho e a dureza de três tipos de instrumentos de níquel-titânio especificamente desenhadas pela Maillefer (Ballaigues, Switzerland) que apresentavam secções transversais diferentes: triangular, quadrangular e triangular nos tamanhos 15 a 40 ou 60 acorde ANSI/ADA especificação 28 para avaliação da liga metálica. Encontraram assim, diferença estatisticamente significativa nos 3 grupos: a secção quadrada

apresentou um alto momento de dobra em relação à secção triangular que, por fim apresentou um momento de dobra maior que a secção triangular modificada.

Em 1996, SAMYN et al. usaram quarenta canais mesiais de molares humanos extraídos e seccionados em dois níveis da raiz, realizando a técnica *step-back* com limas de aço inoxidável (SS) ou níquel-titânio (NT) tipo-K, compararam a direção no centro do canal, a alteração da área do canal e a forma final do canal, através de imagens superpostas pré e pós-instrumentação que foram projetadas, traçadas e escaneadas em um computador para análise. Como resultado não obtiveram diferença entre os instrumentos SS e NT em relação a centralização do canal, todos desviaram em direção à região de furca na altura da curvatura e na direção oposta nas secções apicais, além de não apresentar diferença entre as áreas dos canais nos dois tipos de instrumentos. Os preparos foram classificados como ovais numa porcentagem de 53% para os instrumentos SS e 68% para os instrumentos NT.

Em 1996, KAZEMI et al. compararam as limas endodônticas de níquel-titânio com as de aço inoxidável, quanto à flexibilidade, eficiência e resistência na dentina, ou seja, in vitro. Utilizaram oito tipos de instrumentos e trinta de cada tipo, a saber: Ultra-Flex Hedström, Ultra-Flex K, Mity Hedström, Mity K, Mity Turbo, Hedström Navitex NT, NiTiFlex, e Hyflex X-file. Concluíram que as limas de níquel-titânio, foram tão eficientes quanto às de aço inoxidável para a remoção de dentina, além de mais duráveis.

GAMBILL et al. (1996) utilizaram dentes unirradiculares com mesma forma e tamanho de canal radicular, compararam os instrumentos endodônticos manuais de níquel-titânio (*Mity*) e aço inoxidável (*K-Flex*), dividindo em quatro grupos, no qual, dois grupos utilizavam a técnica com $\frac{1}{4}$ de volta e retirada e nos

outros dois a técnica de limagem. Os resultados obtidos através da tomografia computadorizada, demonstraram que os instrumentos de Ni-Ti na técnica de limagem, promoveram transporte significativamente menor de canal, removeram um volume significativamente menor de dentina, necessitaram de menor tempo de instrumentação e produziram preparos mais centralizados e arredondados do que as limas de aço inoxidável utilizando a técnica de $\frac{1}{4}$ de volta e retirada.

HARLAN et al. (1996) estudaram as limas *Flex-R* de aço inoxidável e as limas *Onix* de níquel-titânio na instrumentação de canais curvos utilizando a técnica modificada de Bramante. Para tanto, foram utilizadas 42 raízes de molares humanos extraídos com curvatura de 20 a 40 graus, e divididas ao meio com secções apicais e coronárias na qual foram divididos em dois grupos com 21 cada. Radiografias foram obtidas pré e pós-instrumentação ordenadas por computador. Os resultados obtidos mostraram uma descentralização dos canais radiculares nos dois tipos de instrumentos na secção apical. Coronariamente as limas *Flex-R* demonstraram maior trabalho no centro do conduto, além disso, não foi observado correlação significativa entre o ângulo de curvatura radicular e as descentralizações do conduto o ângulo de curvatura e a área do conduto pós-instrumentação.

CHAN & CHEUNG (1996) cotejaram os efeitos da instrumentação manual usando limas tipo-K de aço inoxidável e de níquel-titânio na modelagem final de raízes mesiais em primeiros molares inferiores extraídos. Utilizando imagens computadorizadas obtiveram os seguintes resultados: a quantidade de dentina removida apresentou-se similar nos três terços da raiz; as limas de níquel-titânio não removeram quantidade de dentina nas regiões mesial e de furca comparando com as de aço inoxidável; em relação ao transporte do canal as

duas promoveram um transporte do centro, porém, as limas de níquel-titânio mostraram-se mais seguras nas zonas de maior fragilidade.

COLEMAN et al. (1996) verificaram a técnica *step-back* em canais curvos usando limas K de níquel-titânio (Ni-Ti) e limas K de aço inoxidável em quarenta canais mesiais de molares inferiores que acoplados em resina foram seccionados de 1 a 2mm do forame apical, na curvatura e na coroa, Através de imagens digitalizadas antes e após instrumentação, e sobrepondo imagens em um software de computador de subtração digital, observou a área instrumentada, distância do transporte e análise da forma, concluindo que as limas Ni-Ti apresentam menor transporte e mantém melhor centralizado o ápice. Quanto à área removida a forma através da secção e tempo de instrumentação, não houve diferença significativa.

Em 1996, BRAU-AGUADÉ et al. observaram a eficiência mecânica das limas K de níquel-titânio (Nitiflex, Naviflex), titânio (Microtitane) e aço inoxidável (Flexofile, Flex-R) com corte transversal triangular. Utilizaram 10 instrumentos de cada dos tamanhos 25 a 40 e testaram em movimento linear com calibrador identificador da profundidade do entalhe, com carga aplicada em gramas, igual a ISO (15g para lima 15, 20g para lima 20, e assim por diante). Cada lima realizou 100 movimentos de penetração e retirada. Concluíram que as limas de aço inoxidável são mais eficientes e em especial as Flexofile, além de apresentar uma diferença estatística com a Flex-R em todos os tamanhos. As limas Nitiflex são mais eficientes que as Naviflex também em todos os tamanhos, mas as limas de titânio apresentaram uma habilidade mecânica mais alta que a Naviflex, mas inferior que a Nitiflex e aço inoxidável.

HAÏKEL et al. (1996) estudaram a eficiência de corte dos instrumentos K-reamer (Maillefer), Flexofile (Maillefer), Helifile (Micro-mega), K-flex (Kerr) e Unifile (De Trey) usando uma técnica experimental que incorpora novos conceitos que simulam as condições clínicas. Avaliados o comprimento de trabalho de 16 mm em dois paralelepípedos de *Plexiglas* (dureza de 33 VHN) com inclinação de 2% para seguir a conicidade dos instrumentos e com movimento de um quarto de volta no sentido horário com tração a 16 mm/s e uma carga fixa no instrumento de 325g e irrigação com água. Concluíram em termos de massa usando uma balança analítica de precisão que os instrumentos Unifile apresentaram melhor eficiência de corte seguido do instrumento Flexofile, Helifile, K-flex, K-reamer.

BISHOP & DUMMER (1997) compararam a habilidade de preparo das limas de aço inoxidável Flexofile e as limas de níquel-titânio NiTiFlex confeccionando 80 canais simulados com ângulos variados e posições de curvaturas e apenas um operador, com a técnica *double-flared* modificada com método de força balanceada. Antes e após o preparo as imagens obtidas foram levadas a um vídeo câmera e manipuladas em um computador com software de análise de imagens. Obtiveram como resultados que as limas NiTiFlex apresentaram maior rapidez de preparo, mais efetiva e moldou melhor o canal, mas as limas Flexofile ampliam mais na curvatura externa e no aspecto interno da curvatura apical também, mas apresentaram mais formação de *zips*, perfurações, e saliências, não havendo nenhuma diferença em zonas de perigo.

COLEMAN & SVEC (1997) cotejaram as limas-K de níquel-titânio e as limas-K de aço inoxidável utilizando o preparo escalonadoápico-cervical em canais simulados curvos, no qual, estes foram seccionados em três níveis: 2mm

do forame apical, no terço médio da curvatura e coronário. Com imagens digitais diretas antes e pós-preparo e com sobreposição, analisaram através do computador a área instrumentada, transporte e morfologia e registrado o tempo de instrumentação. Obtiveram como resultado, que as limas de níquel-titânio causaram menor transporte e mantiveram a centralização, quando analisado o nível apical. A área removida pela instrumentação apresentou-se maior no terço médio quando preparados com limas de aço inoxidável além da análise transversal não apresentar diferença entre os grupos. Concluíram também que o preparo com limas de níquel-titânio é mais lento.

Em 1997, SCHÄFER submeteu os instrumentos manuais ao preparo dos canais radiculares, com várias ligas e formas diferentes, principalmente as de níquel-titânio e as de aço inoxidável, concluindo que as limas de aço inoxidável flexível e sem ponta ativa, mostraram-se superiores aos instrumentos de aço inoxidável e níquel-titânio para preparo em canais curvos.

Em 1997, PESCE et al. utilizaram uma análise morfológica para comparar o preparo de canais radiculares curvos e averiguar a ocorrência de desvio apical e a conicidade do preparo. Utilizaram a Técnica Seriada no qual, variaram os instrumentos: limas tipo K e Flexofile, em raízes méso-vestibulares de molares superiores. Obtiveram como resultado que, as limas Flexofile propiciaram um menor índice de desvio apical além de um formato final cônico contínuo em relação as lima tipo-K.

Em 1998, LOPES et al. estudaram a composição química dos instrumentos endodonticos, bem como o aumento de 29% do diâmetro e a importância da conicidade na parte ativa e como podem influenciar nas propriedades mecânicas dos instrumentos. Baseados nos conceitos da literatura,

concluíram que durante o preparo ocorre uma melhor facilidade nas maiores conicidades das limas endodônticas de NiTi, além do aumento de 29% do diâmetro permite uma melhor sensibilidade e avanço do instrumento. Concluíram também que as limas de NiTi em relação as de aço inoxidável, apresentam maior elasticidade e maior resistência à deformação plástica e à fratura.

DUMMER et al. (1998) observaram a performance dos instrumentos manuais Mani Flexile Files, Mani SEC-O Files, Maillefer Flexofiles, e Zipperer Flexicut Files durante o preparo do canal utilizando canais simulados e as técnicas de força balanceada e a técnica modificada de duplo escalonamento. As imagens pré e pós-preparo, foram feitos por uma câmera de vídeo, arquivadas e manipuladas num computador com software de análise de imagem para observar as aberrações e a quantidade de material removida. Concluíram que o tempo de preparo das limas Flexile é rápido e as limas SEC-O são lentas e a deformidade ocorreu nas limas Flexile e Flexicut. O tipo de instrumento não influenciou na obstrução de canais, mas a incidência de extrusão apical foi significativamente maior com as limas SEC-O, além de menor remoção de material na curvatura externa, formação de zip, e transporte do canal. As limas Flexicut criaram canais amplos na região apical e maior remoção de material na curvatura externa e as limas Flexofiles promoveram perfurações.

2.3. Torção dos instrumentos endodonticos

Os acidentes que podem ocorrer durante o tratamento endodôntico levam ao insucesso, por este motivo conhecer o limite dos instrumentos, permite maior segurança para o profissional.

Em 1968, CRAIG et al. compararam as limas e alargadores produzidos de ligas de aço carbono e aço inoxidável, no qual, avaliaram a rigidez e a resistência à deformação permanente. Após a análise, concluíram que os instrumentos produzidos em aço inoxidável apresentaram propriedades físicas superiores às de aço carbono.

CHERNICK et al. (1976) realizaram testes de torção em limas de aço inoxidável números 10, 15, 20, 25 e 30 através de uma máquina de teste *Instron* e com *scanner* de microscopia eletrônica, revelaram que as limas torcidas no sentido anti-horário foram extremamente frágeis quando comparadas no sentido horário. Além deste teste foi realizado um teste adicional que mostrou que a esterilização a 425 F não tem efeito na resistência a torção e ductibilidade.

LAUTENSCHLAGER et al. (1977) executaram testes de torção no sentido horário e anti-horário, em limas de aço inoxidável e alargadores, com uma máquina de teste *Instron* com temperatura ambiente e todos os instrumentos examinados por microscopia eletrônica antes e após a fratura. Os instrumentos apresentaram revolução decrescente e fratura quando realizava torção anti-horária, e sugere um treinamento e cautela quando na modelagem de canal radicular, além da necessidade de teste de torção anti-horário nas propriedades mecânicas que um instrumento deve apresentar.

ROTH et al. (1983) realizaram um estudo para determinar a resistência ao torque, predeterminar a deflexão angular e fratura dos instrumentos Burns Unifile, a Kerr K-Flex, Kerr Standard K, Unitek K file, e Union Broach K file, de acordo com a ISO revisão da ANSI/ADA especificação nº 28. O resultados obtidos foram, em 51 limas fraturadas, 47 ocorreram acima do propósito da especificação ISO, dessas 36 foram Unifile. Outras 4 limas fraturaram com o propósito da

especificação ISO todas Unifile. No teste de fratura o instrumento que falhou foi o de tamanho 10 da Unitek K, e no teste de torque, os instrumentos de tamanho 30 a 50 da Unitek K falharam de acordo com a ISO revisão da ANSI/ADA.

ROANE & SABALA (1984) analisaram 493 limas tipo-K, de um endodontista, que trabalhava com técnica de rotação anti-horária e horária. Os instrumentos foram analisados e separados durante um período e apresentavam distorções na porção de trabalho. Através de microscópio observaram que ocorreram danos nos dois sentidos, tanto na penetração no movimento horário, como no cortante no movimento anti-horário, e concluíram que a maior tensão ocorria na proporção de 10:1 no sentido horário.

WALIA et al. (1988) estudaram as propriedades de flexibilidade, torção no sentido horário e anti-horário em instrumentos manuais fabricados com fios ortodônticos de Nitinol com o mesmo processo de usinagem dos instrumentos do tipo K e comparou com os instrumentos de aço inoxidável. Encontraram flexibilidade elástica duas a três vezes maior nas limas Nitinol que as de aço inoxidável além de resistência superior à fratura em torção em sentido horário e anti-horário, e menor módulo de elasticidade.

Em 1988, MELO et al. observaram as limas tipo K-Flex e Flexofile, nos números 15 a 35 e nos ângulos 30, 45 e 60 graus, quanto à flexibilidade e resistência à torção segundo a especificação nº 28 da ADA, e concluiu que as limas Flexofile demonstraram maior flexibilidade em todos os números e ângulos testados comparado às limas tipo K-Flex.

Em 1990, SETO et al. compararam as propriedades de torção de limas K torcidas convencionalmente, e de limas tipo K, recentemente desenvolvidas,

utilizaram então limas nos tamanhos 10 a 40 submetidas a sobrecarga de torção nos sentidos horário e anti-horário, observando que ocorreu uma redução estatisticamente significativa na rotação no sentido horário em todas as limas recentemente desenvolvidas com exceção dos tamanhos 10, e no sentido anti-horário também foi significativamente menor para as limas nos tamanhos 10 a 30. As limas recentemente desenvolvidas apresentam menor ductibilidade que as limas torcidas antes da fratura, e podem ser mais suscetíveis as fraturas de torção na clínica.

LUEBKE & BRANTLEY (1991), através de um estudo laboratorial, determinaram a torção e propriedades de metalurgia das brocas de aço inoxidável Gates Glidden de nº1 a nº6 de dois fabricantes Brasseler e Maillefer. Foram testadas no sentido horário e torção contínua com torque digital. Concluíram que para o mesmo tamanho de broca e um determinado fabricante não há diferença significativa, mas as brocas nº5 e nº6 não puderam ser avaliadas porque excederam a capacidade de teste do instrumento. Um scanner de microscópio eletrônico confirmou a fratura que era visível.

Em 1994, SANTOS & BOMBANA reportaram o binômio tempo/temperatura conveniente à recristalização de ligas de aço, avaliou a torção nos instrumentos tipo K (Kerr e Maillefer), Trifile e Flexofile, de números 15, 25 e 35. Concluiu que as ligas fazem parte da série 300 A I.S.I., e que em relação ao binômio o mais conveniente foi 1 hora a 600°C. O tratamento promoveu um aumento à resistência a torção sendo mais evidente nas limas tipo K, Kerr e Maillefer, no qual, a resistência à torção cresceu na razão inversa da numeração do instrumento.

CAMPS & PERTOT (1994a) pesquisaram as propriedades de torção e de dobra dos instrumentos Canal Master U de aço inoxidável e Ligthspeed níquel-titânio, comparando com a especificação nº28 da ANSI/ADA, utilizando um *memocouple* digital medidor de torque com precisão de +1g.cm e a deflexão angular com uma precisão de +2graus, o teste de torção e torque máximo foram medidos no momento da fratura do instrumento, e para o teste de rigidez, o momento de dobra foi medido quando o instrumento atingia a inclinação de 45 graus. Concluíram que a resistência à torção no sentido horário os instrumentos de aço inoxidável apresentam valores superiores aos exigidos e os instrumentos de níquel-titânio não satisfizeram nos nºs 45 e 50. No sentido horário apresentaram praticamente os mesmos resultados. Na deflexão angular no sentido horário e anti-horário os instrumentos apresentaram-se com valores superiores ao exigido. O momento de dobra do instrumento, apresentam-se satisfatórios ao exigidos, sendo que, os instrumentos de níquel-titânio são mais flexíveis.

SERENE et al. (1995) estudaram também a modelagem de canais curvos quando da utilização de instrumentos de aço de NI-Ti. O estudo foi pré-clínico e realizado na Universidade da Carolina do Sul, envolvendo alunos do curso de graduação do curso de Odontologia. Compararam situações onde a sobre – instrumentação foi realizada com limas de aço inox. No grupo onde as limas Ni-Ti foram empregadas, o forame foi alargado, mas não houve transporte. A morfologia do canal, antes e depois do preparo, foi avaliada também e foi constatado que com a utilização desses houve menor transporte na área da furca e em nível das zonas de perigo no início da curvatura.

LUEBKE et al. (1995) estudaram as dimensões físicas (tamanhos nº50 a nº100), o desempenho a torção, as propriedades de curvatura e as características metalúrgicas de fratura, com as brocas do Canal Master. Realizaram teste com torção no sentido horário usando um *memocouple* Maillefer e mensuraram as propriedades de dobra com um Tinius Olsen para teste de dureza e ao final realizaram exame ao microscópio eletrônico confirmando as observações visuais de que as brocas de aço inoxidável do Canal Master apresentavam fraturas dúcteis de torção, concluindo assim, que o estudo é parte de uma investigação para estabelecer padrões para todos os instrumentos endodonticos rotatórios.

CANALDA-S AHLI et al. (1996) analisaram e compararam a torção e a propriedade de flexão do Canal Master U, e dos instrumentos de Flexogates de aço inoxidável e níquel-titânio. Para o estudo dividiram em quatro grupos de instrumentos para teste: aço inoxidável Canal Master U, níquel-titânio Canal Master U, aço inoxidável Flexogates e níquel-titânio Flexogates observando 3 parâmetros: o momento da dobra (45°); o momento de torção quando o instrumento fratura no movimento de rotação no sentido horário; a deflexão angular. O motor foi regulado para 1.6 rpm e os últimos três milímetros do instrumento conectados a um toquímetro. Obtiveram como resultado que as vantagens observadas no Canal Master U e Flexogates sobre as limas convencionais para o preparo do canal, são desejáveis para a resistência ao torque.

ROWAN et al. (1996) compararam as propriedades de torção das limas endodonticas de aço inoxidável (Flexofile) e as de níquel-titânio (NiTi). Utilizando uma Máquina de Prova – *Instron* -, que permite um conhecimento da torção a

ser aplicada e ao mesmo tempo monitorar a rotação, promoveram cargas nos sentido horário e anti-horário nas limas de calibres 15, 25, 35, 45 e 55. No sentido horário as limas de aço inoxidável tiveram melhor desempenho e no sentido anti-horário as limas de níquel-titânio tiveram melhor desempenho em relação à fratura.

Em 1997, HAÏKEL estudaram o momento de torção, deflexão angular na torção, momento de fratura e a deflexão angular dos instrumentos Unifile, Flexofile e H-File antes e depois dos procedimentos de tratamento da infecção cruzada. Com aumento no valor de todas as propriedades mecânicas testadas foram observadas após o tratamento, com exceção da Flexofile, umas diminuições na deformação angular permanente. Unifile mostrou uma diminuição no movimento de torção e momento de fratura e H-File foi a menor diante dos parâmetros testados, seguidos pela Flexofile e depois a Unifile.

WOLCOTT & HIMEL (1997) buscaram o propósito de estudar e avaliar as propriedades de torção das limas de aço inoxidável tipo-K 02 e níquel-titânio tipo-U.02 e instrumentos tipo.04. Executaram testes de torção em 20 instrumentos de cada em três tamanhos 15, 25 e 35, e examinados inicialmente em um microscópio para verificar a uniformidade, a metodologia do teste foi de acordo com a ANSI/ADA especificação nº 28, e o torquímetro usado, foi similar ao descrito pela especificação ADA. Os três últimos milímetros do instrumento foram conectados a um motor elétrico que desenvolvia 1.9 rpm. Observaram que os três tipos de instrumentos excederam os padrões de especificação de torque máximo, deflexão angular e ponto de fratura. Somente os instrumentos de níquel-titânio apresentaram um diferencial significativo entre torque máximo e torque de fracasso.

TEPEL & SCHÄFER (1997) revisaram a eficiência de corte a capacidade em alargar canais curvos, e promover formação de *zips* e cotovelos, além de dois parâmetros que são descritos pela ISO 3630-1, resistência à dobra e fratura. Os instrumentos testados dividem-se em quatro grupos, instrumentos convencionais de aço inoxidável, instrumentos flexíveis de aço inoxidável, instrumentos de titânio-alumínio e níquel-titânio. Realizaram os testes com um *drive* de computador para uma investigação padrão, com movimento rotatório controlado com software especial que era modificado de acordo com a técnica de instrumentação empregada no momento do estudo. Os resultados obtidos mostraram que as limas de aço inoxidável flexíveis mostram melhor eficiência de corte em movimento rotativo e melhor forma em canais curvos, e em movimento linear as limas Hedström de aço inoxidável de alguns fabricantes são significativamente superiores as Hedström de aço inoxidável e níquel-titânio de outros fabricantes. Com raras exceções, todos os instrumentos testados cumprem as exigências do padrão ISO relativo à resistência a fratura e dobra.

SILVAGIO & HICKS (1997), através deste estudo, determinaram se a esterilização ao calor afeta as propriedades de torção das limas rotatórias Profile Série 29.04 de níquel-titânio. Os instrumentos foram divididos em grupos de 10 e esterilizou em autoclave a vapor, autoclave de Statim, ou aparelho para esterilizar a calor seco, e a seguir, levados a um torquímetro *Memocouple*. Concluíram que a esterilização de calor em até 10 vezes das limas não aumenta a probabilidade de fratura do instrumento.

HILT et al. (2000) estudam a diminuição na resistência a torção de instrumentos tipo K nº30 analisando 100 instrumentos de aço inoxidável e 100 de níquel-titânio, após múltiplas esterilizações com ciclos diferentes, e concluíram

que o número de ciclos de esterilização não afetam as propriedades de torção, dureza e microestrutura dos dois tipos de instrumentos.

TURPIN et al. (2000) apresentaram um estudo comparando a torção e flexibilidade dos instrumentos com triplo U e modelo de tripla hélice, para instrumentos com rotação contínua que apresentam tensão constante quando em movimento. Para o estudo utilizaram um software que calculava a área, o perímetro a circunferência e a torção. Como resultado observaram que os instrumentos de tripla hélice deveriam ser utilizados em outro tipo de procedimentos, e a torção sofrida pelos modelos era diferente tanto em intensidade quanto em distribuição e a flexibilidade era semelhante, mesmo com curvatura diferente.

LOPES et al. (2001) compararam as limas Flex.R e Onyx.R num ensaio de torção à direita e esquerda através de um dispositivo acoplado a uma máquina de ensaio a torção. Através de uma análise estatística concluíram que na rotação à direita não houve diferença significativa e à esquerda os instrumentos de NiTi apresentaram-se melhor. O torque à fratura não houve diferença significativa, já as superfícies de fratura apresentaram do tipo dúctil e o ângulo máximo de fratura foi maior à direita do que à esquerda.

Em 2002, CAREZZATO et al. realizaram uma análise comparativa da resistência à torção dos instrumentos de níquel-titânio (Nitiflex) e de aço inoxidável (Flexofile) em 10 instrumentos de cada diâmetro e levados a um aparelho onde realizava o movimento de torção até o momento da fratura do instrumento. Como resultado foi observado que as limas de níquel-titânio possuem menor resistência à torção que as limas de aço inoxidável.

3. PROPOSIÇÃO

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo constituiu em comparar a resistência à fratura durante o movimento de torção, dos instrumentos Nitiflex e Flexofile, quando do preparo de canais artificiais com curvatura de 30°, através de um aparelho de torção que media quantas voltas o instrumento realizava antes de fraturar.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1 MATERIAIS

- Agulhas para anestesia longa 27G (Becton Dickinson Ind. Cirúrgicas Ltda., Juiz de Fora - Minas Gerais, Brasil);
- Alicate ortodôntico De La Rosa (Dentaurum, Newtown – Pensylvania, USA);
- Alicate Universal 325 (Dentaurum, Newtown – Pensylvania, USA);
- Becker (80ml - PYREX , USA);
- Brocas Gates-Glidden nº 1, 2 e 3 (Moyco Union Broach. York – Pensylvania, USA);
- Broca esférica (nº 1013 – KG Sorensen – Indústria e Comércio Ltda, Barueri – São Paulo, Brasil);
- Cartolina (Lolamar, São Paulo - São Paulo, Brasil);
- Cera desmoldante (Outline Fiberglass, Santos - São Paulo - Brasil);
- Cera nº 7 Wilson (Polidental Industria e Comércio Ltda., São Paulo - São Paulo, Brasil);

- Contra ângulo - Série 900 - W&H (Dentalwerk Bürmoos Ges.m.b.H. Áustria);
- Creme de Endo-PTC (Farmácia Fórmula e Ação Ltda, São Paulo - São Paulo, Brasil);
- Disco de Carburundum (Moore's – New York - New York, USA);
- GMC Basic Software - versão 8.1 (Programa de estatística – FORP – USP – Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil);
- Hipoclorito de sódio a 0,5% (Içar Ind. E Com. Ltda, São Paulo – São Paulo, Brasil);
- Lâminas para Microscópio (Perfecta Ind. e Com. de Lâminas de Vidro Ltda., São Paulo – São Paulo, Brasil);
- Limas K-Flexofile nº15-40, 25mm (Dentsply – Maillefer - Ballaigues – Swiss);
- Limas K-Nitiflex nº 15-40, 25mm (Dentsply – Maillefer - Ballaigues – Swiss);
- Mini torno de 50 mm Ref. F-50 (Estern, São Paulo – São Paulo, Brasil);
- Mandril de furadeira (Rohit R ½ - 20 s2a- Indústria Brasileira, São Paulo – São Paulo, Brasil);
- Motor TC 3000 (Nouvag AG - Goldach - Switzerland);
- Plataforma de madeira (Lolamar, São Paulo - São Paulo, Brasil);
- Resina poliéster Resapol T-208 e catalizador cor cristal (Outline Fiberglass, São Vicente - São Paulo, Brasil);

- Tranferidor de 360° - 2 unidades (Good Black - REF. 350PCH, São Paulo – São Paulo, Brasil);
- Vareta de vidro (PYREX, USA);

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Confeção dos canais simulados e aquários

Foram confeccionados 120 blocos em resina de poliéster. Para a construção dos corpos dos canais utilizaram-se agulhas de anestesia longa, com curvatura de 30 graus realizada com auxílio de alicate De La Rosa e de um transferidor (FIG. 1).

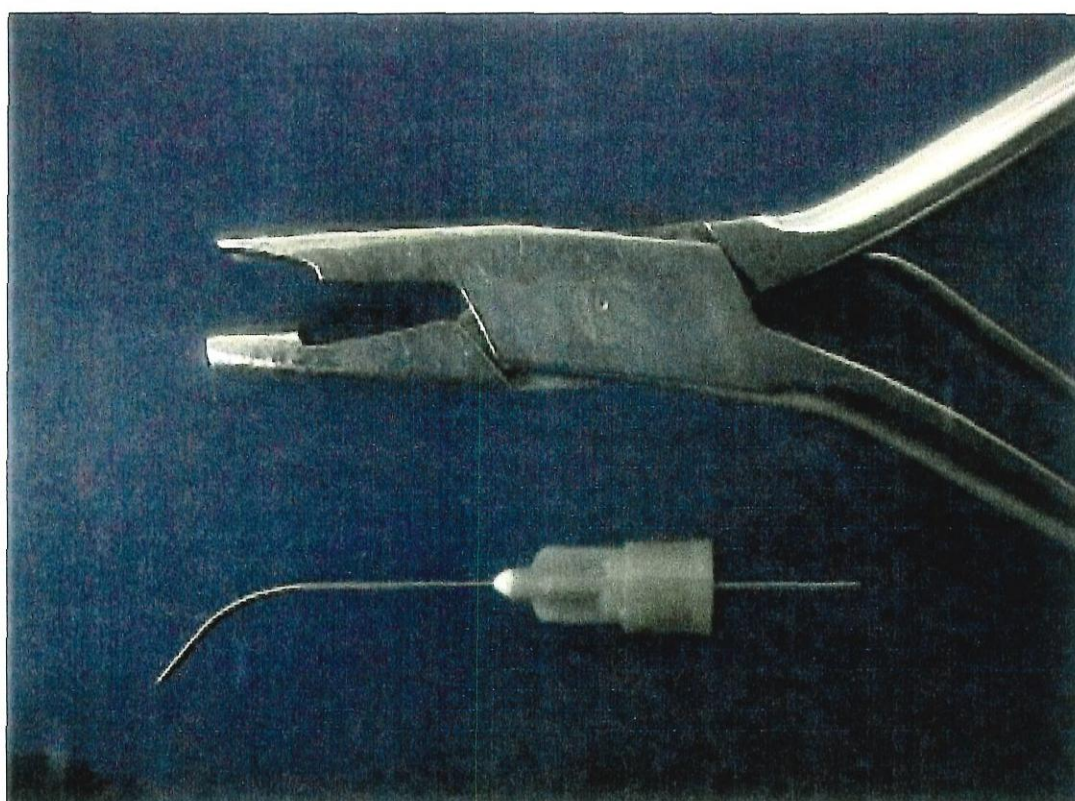


FIGURA 1 – Agulha para confecção do canal e alicate De La Rosa

Os "aquários" (FIG. 2) para verter a resina foram preparados com lâminas para microscópio, no qual, na parede interna utilizou-se cera desmoldante que facilitava a posterior remoção das lâminas. Em cada aquário foram posicionadas

quatro agulhas de forma que todas estivessem voltadas para a mesma parede do aquário.



FIGURA 2- Aquário para confecção de canais simulados.

A resina de poliéster foi preparada, utilizando-se a proporção de 0,5% de catalisador para cada 100g de resina base. Com auxílio de uma vareta de vidro, a mistura foi realizada em copo de Becker, com manipulação lenta e contínua, até que toda a mistura se mostrasse homogênea.

Uma vez preparada, a resina, esta era vertida para o interior dos aquários até a sua borda superior, e as agulhas posicionadas de forma que mantivessem as curvaturas num mesmo plano (FIG. 3 e 4).

Após a presa, as agulhas eram removidas com alicate Universal, e os blocos cortados com disco de carborundum, individualizando os canais simulados.

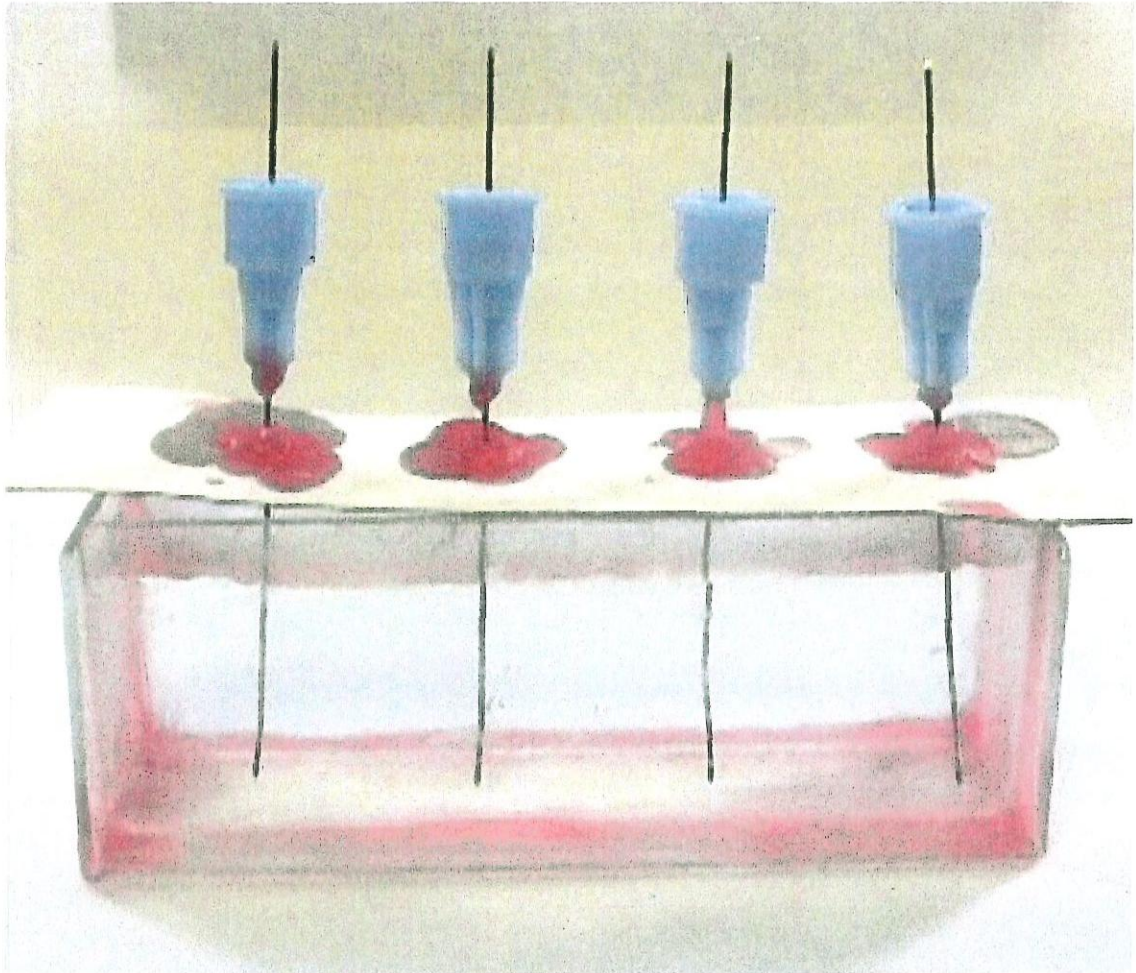


FIGURA 3 – Conjunto com aquário, agulhas e resina – vista frontal

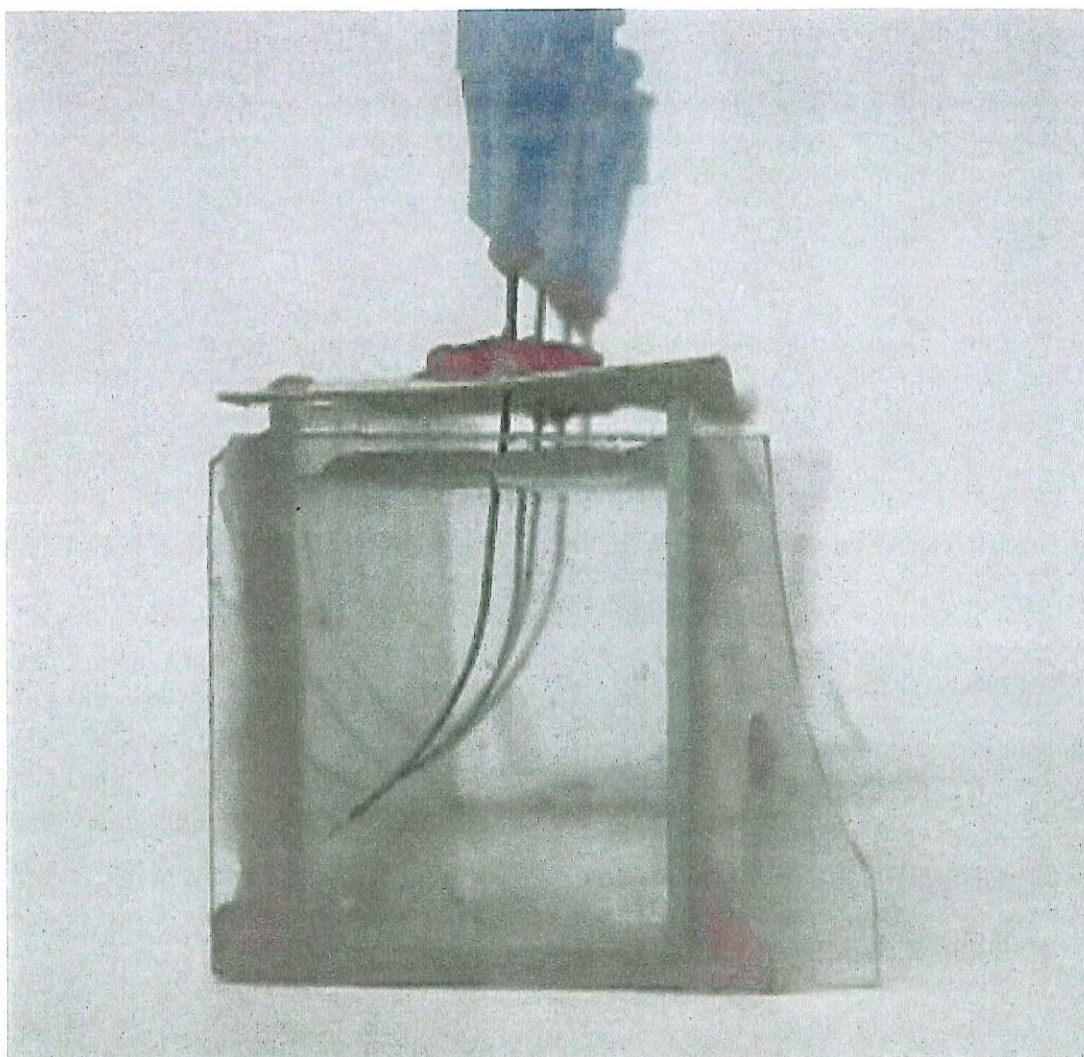


FIGURA 4 – Conjunto com aquário, agulhas e resina- vista lateral.

Feito isto, um posterior polimento e aplainamento das superfícies foram realizados para visualização através de todas as paredes do bloco de resina, bem como um nicho com broca esférica na região correspondente ao ápice, para escape do material desgastado (FIG. 5).

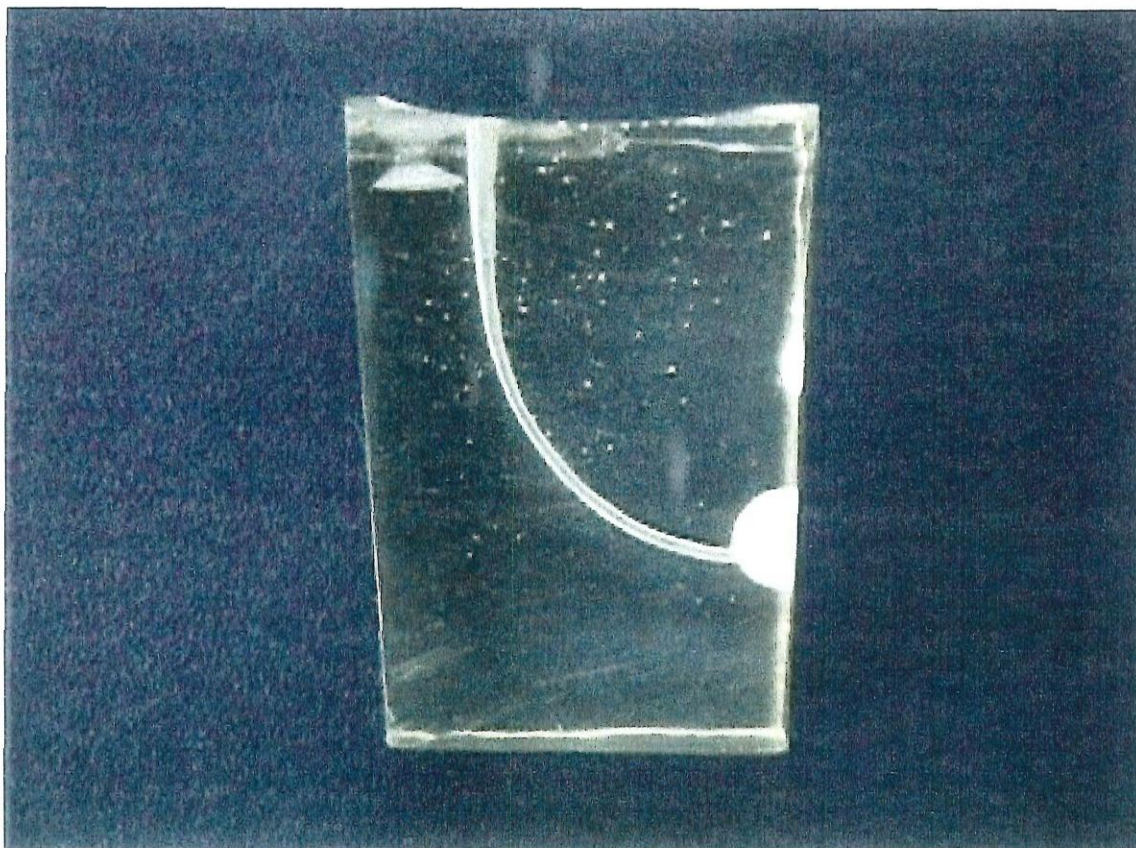


FIGURA 5 – Bloco polido e com nicho.

4.2.2 Preparo químico - cirúrgico dos canais simulados

Todos os blocos tiveram seus canais simulados previamente preparados com a Técnica Cérvico-apical acorde MACHADO (1993). A técnica consiste em preparar os terços cervicais e médios desses canais, utilizando as brocas Gates-Glidden nº1, nº2, nº3 com cinemática composta de leve pressão apical e movimento de vai e vem e pressão em direção a parede externa à curvatura, além de instrumentos manuais número 15 para exploração do canal intercalados com as brocas (FIG. 6).

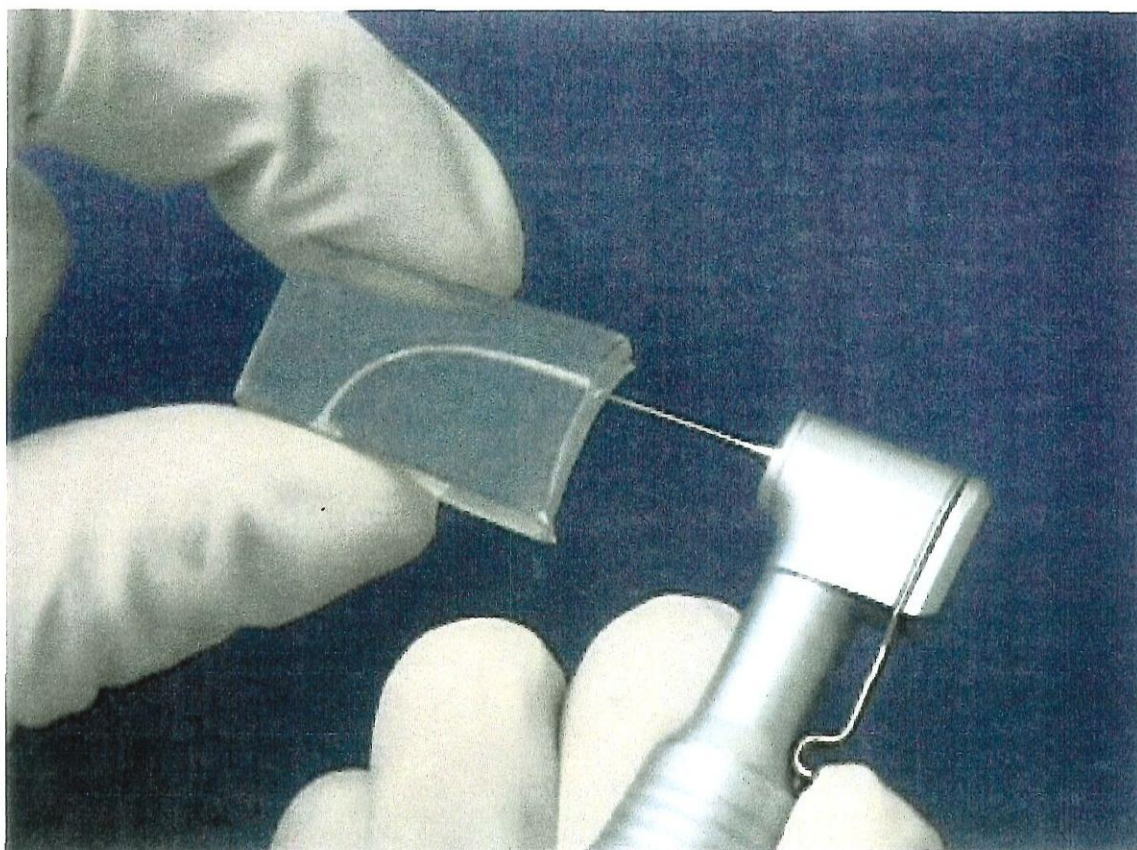


FIGURA 6- Preparo cérvico-apical dos canais simulados.

Após o preparo dos terços cervical e médio, cada bloco teve uma marcação de acordo com o instrumento determinado para o teste, e para realização do preparo apical de cada canal até um calibre inferior ao determinado. Deste modo, o canal simulado que seria realizado o teste de torção com o instrumento nº25, foi realizado o preparo com nº15 e nº20; o canal simulado para teste com instrumento nº30 foi realizado o preparo com nº15, nº20 e nº25; o canal simulado para teste com instrumento nº35; foi realizado o preparo com nº15, nº20, nº25, nº30, e o canal simulado para teste com instrumento nº40 foi realizado o preparo com nº15, nº20, nº25, nº30 e nº35 (FIG.7).

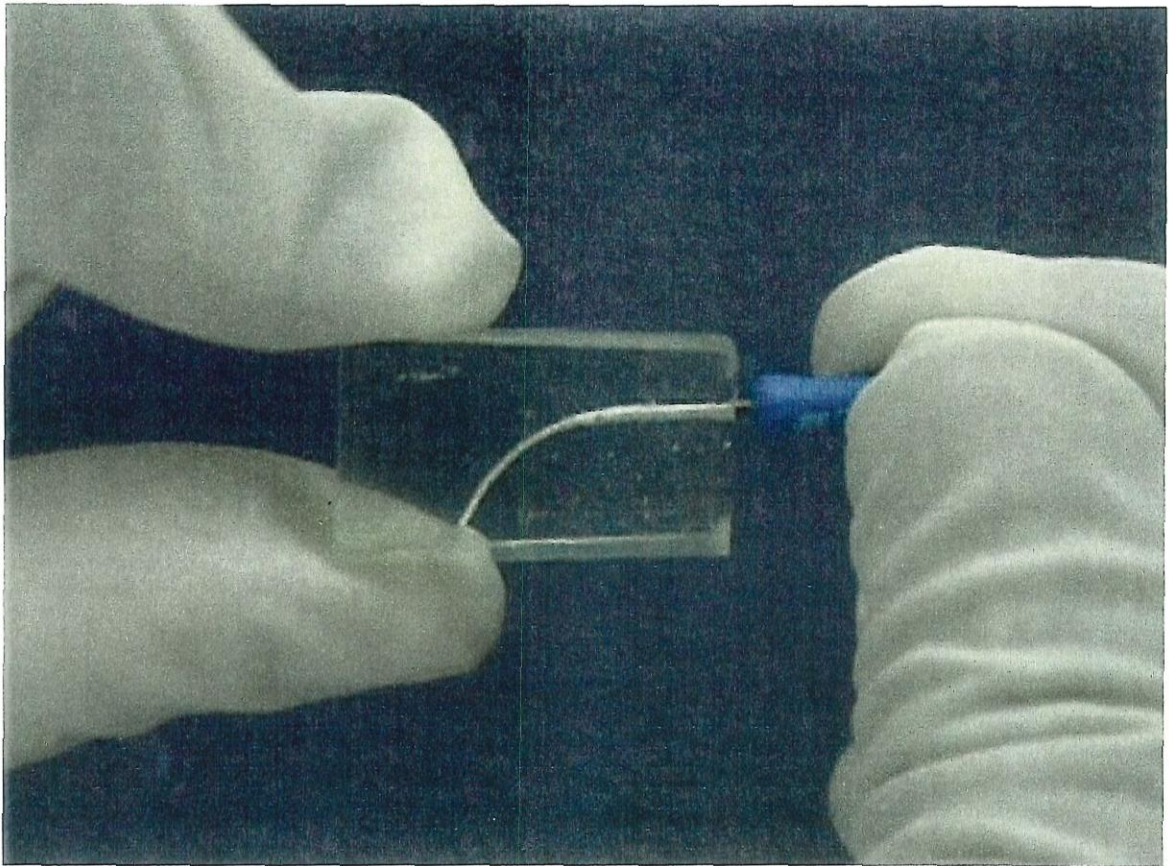


FIGURA 7 - Preparo de terço apical.

4.2.3 Grupos experimentais

Os blocos em resina foram divididos em dois grupos contendo 60 canais simulados, onde se levou em conta o instrumento a ser testado.

Grupo1: instrumentos de níquel-titânio: K-File Nitiflex ;

Grupo 1a: 10 instrumentos nº25

Grupo 1b: 10 instrumentos nº30

Grupo 1c: 10 instrumentos nº35

Grupo 1d: 10 instrumentos nº40

Grupo 2: instrumentos de aço inoxidável: K-Flexofile;

Grupo 2a: 10 instrumentos nº25

Grupo 2b: 10 instrumentos nº30

Grupo 2c: 10 instrumentos nº35

Grupo 2d: 10 instrumentos nº40

Os dois grupos tiveram o teste realizado da seguinte maneira: os instrumentos foram introduzidos manualmente no canal simulado e travado, com movimento rotacional aproximadamente até o término do canal (FIG. 8).

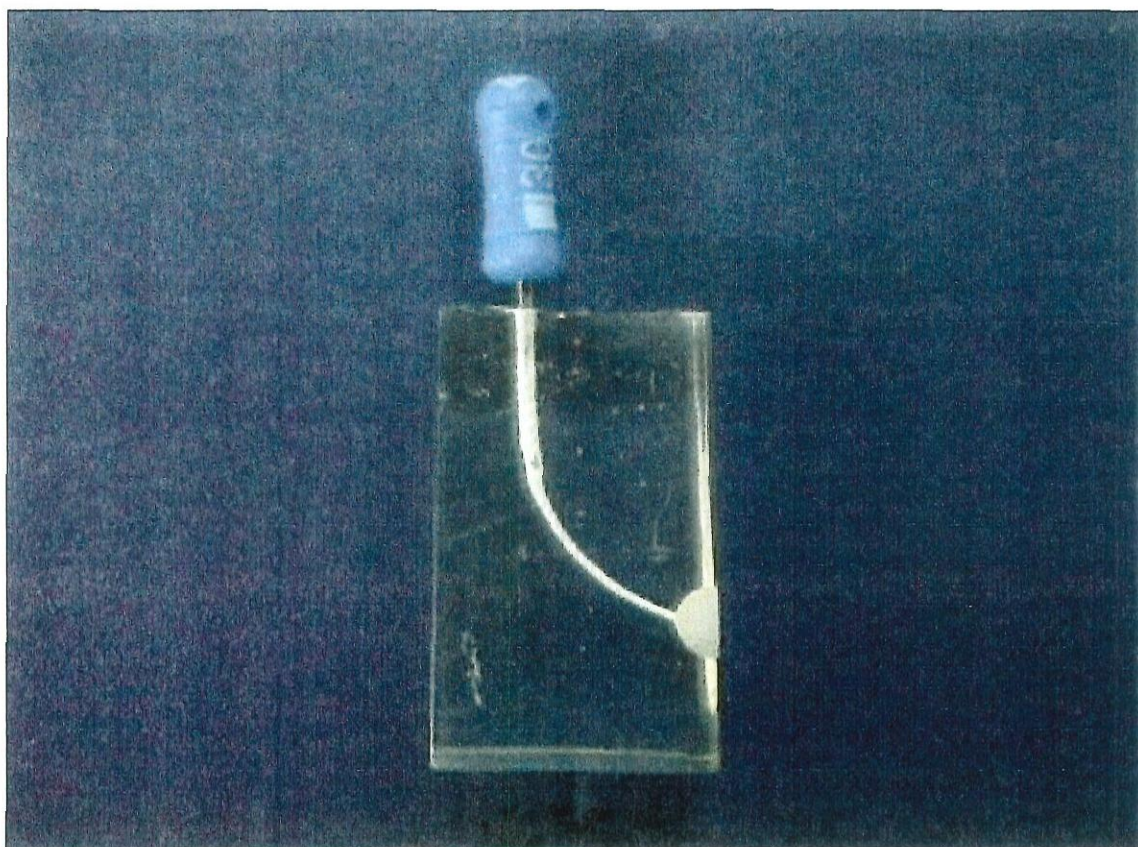


FIGURA 8 – Instrumento travado no interior do canal simulado.

4.2.4 Aparelho para torção

Num aparelho que consistia em uma plataforma de madeira com um mini torno, os blocos eram fixados um de cada vez - CAREZZATO et al. 2002. (FIG. 9).

Nesta plataforma havia um suporte de aço, a qual em sua parte superior, era acoplado um mandril de furadeira, onde, nos movimentos de rotação realizava a apreensão do cabo da lima. Este mandril por sua vez, estava ligado a uma alavanca, que nada mais era que uma haste metálica unida à porção superior do mandril e uma outra haste transversal a qual era feita a apreensão manual para a realização dos movimentos rotatórios.

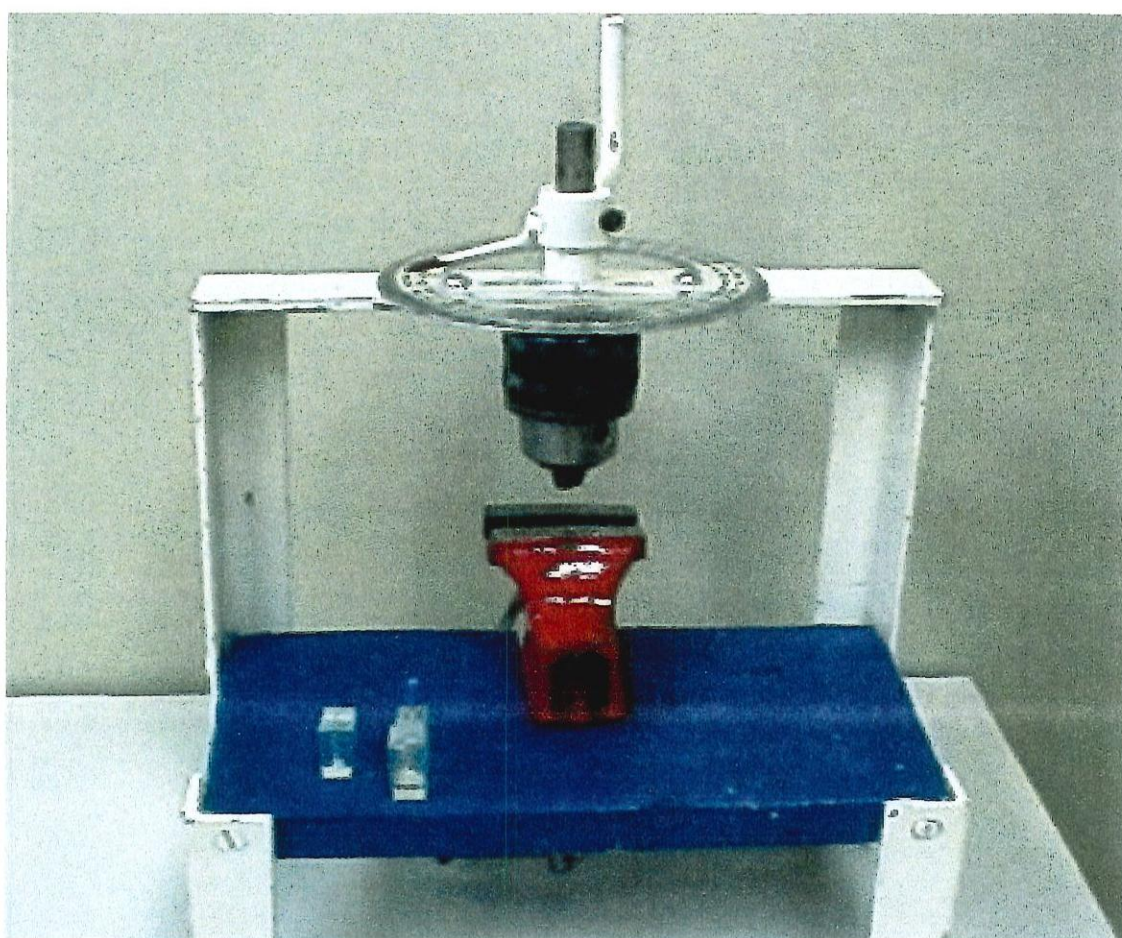


FIGURA 9 – Aparelho para realização da torção.

Unida também à alavanca que realizava o movimento existia uma haste metálica com a ponta fina que acompanhava os movimentos giratórios, no qual, juntamente com um transferidor de 360 graus mostrava a angulação realizada pelo instrumento durante o movimento de torção até a fratura (FIG.10 a e b).

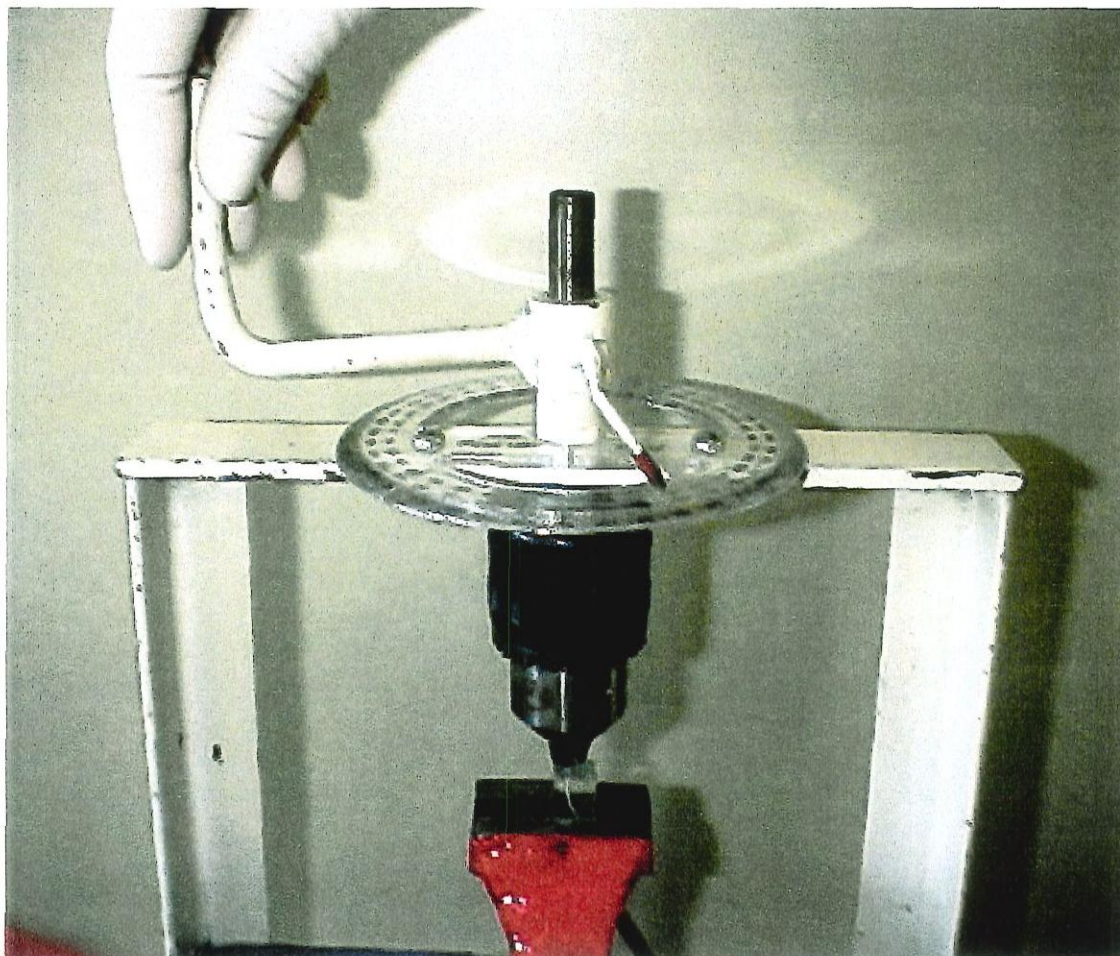


FIGURA 10a – Movimento de torção e medição.

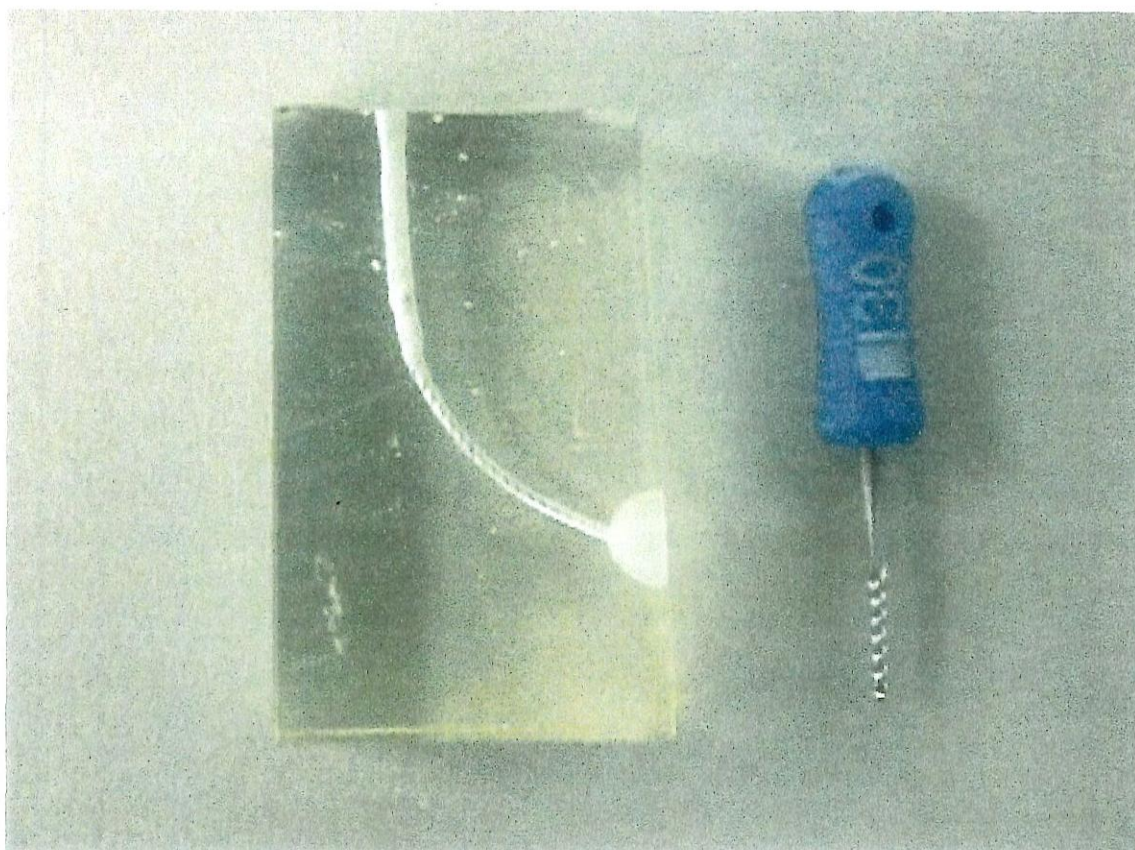


FIGURA 10b – Instrumento fraturado.

4.2.5 Análise estatística

Após o estudo os valores individuais obtidos foram registrados e levados para confecção de uma tabela correspondente a cada diâmetro. As médias de cada grupo foram analisadas e comparadas estatisticamente pelo programa GMC com nível de significância $\alpha \geq 0,05$.

5. RESULTADOS

Os dados individuais do experimento e os valores encontrados quando da média da torção dos instrumentos Nitiflex e Flexofile estão presentes nos Anexos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

As médias estão expressas em graus e em número de voltas quando da realização da torção dos instrumentos Nitiflex e Flexofile de nº 25 ao 40 até a fratura (GRAF.1 e 2).

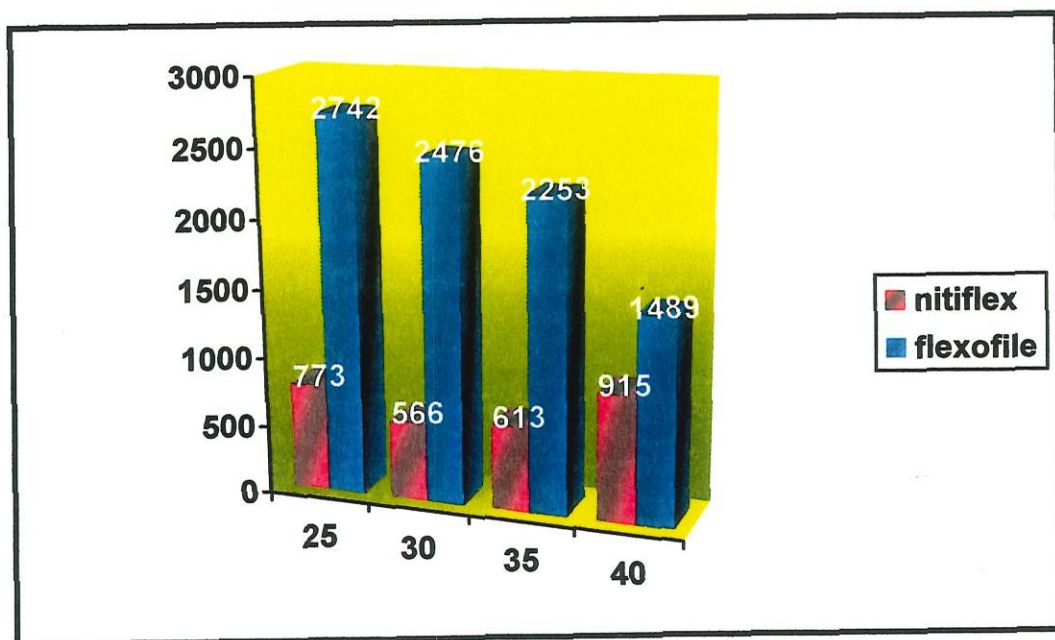


GRÁFICO 1 - Valores médios em graus do nº de voltas dos instrumentos até sua fratura.

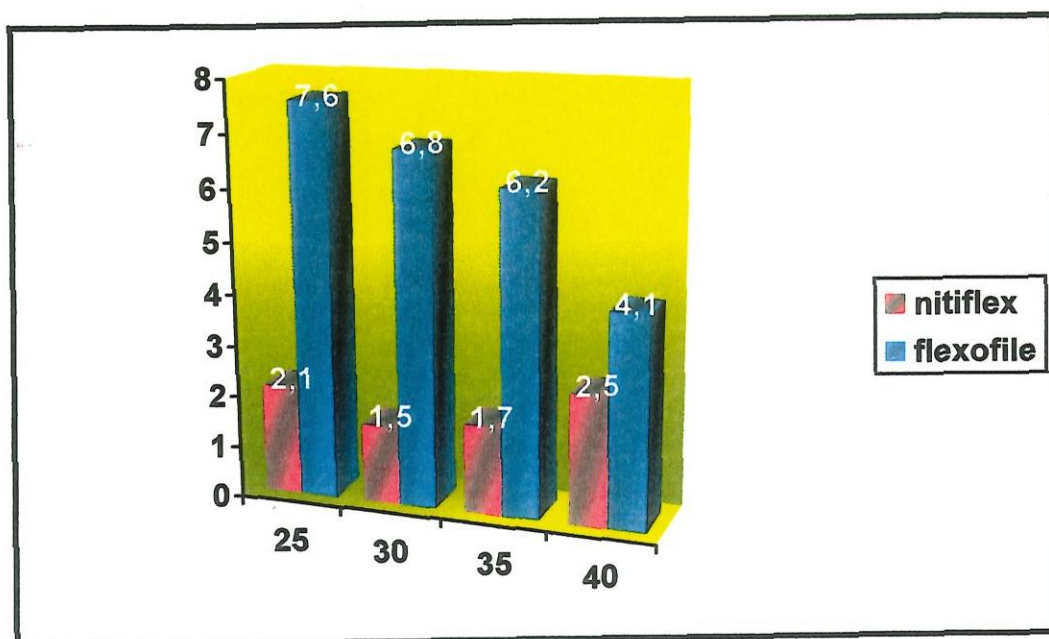


GRÁFICO 2 - Valores médios em número de voltas dos instrumentos até sua fratura.

Os valores obtidos em todos os grupos foram submetidos ao teste de normalidade, o que resultou em uma distribuição amostral não normal para torção, as quais se encontram nos ANEXOS 9, 10, 11, 12.

Diante disto, realizou-se o Teste de U de Mann Whitney, para os diferentes grupos formados pelos instrumentos de número nº25, nº30, nº35 e nº40 respectivamente.

Os resultados referentes aos testes estatísticos, bem como os graus de significância considerados estão nos QUADROS 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4 .

O QUADRO 5.1 apresenta o resultado da probabilidade de igualdade dos instrumentos nº25 Flexofile e nº25 Nitiflex, onde observou nível significância entre eles ao nível de $\alpha \geq 0,01$

QUADRO 5.1 - Teste de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 25 de Nitiflex e Flexofile

Teste de U de Mann Whitney
Valores de U: U (1) = 14.5 U (2) = 85.5 ----- Valor calculado de z : - 2.6835 Probabilidade de igualdade : 0.37% Significante ao nível de 1% ($\alpha > 0.01$).

A QUADRO 5.2 apresenta o resultado da probabilidade de igualdade dos instrumentos nº30 Flexofile e instrumentos nº30 Nitiflex, observando significância ao nível de $\alpha > 0,01$.

QUADRO 5.2 - Teste de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 30 Nitiflex e Flexofile

Teste de U de Mann Whitney
Valores de U: U (1) = 0 U (2) = 100 ----- Valor calculado de z: - 3.7796 Probabilidade de igualdade : 0.01% Significante ao nível de 1% ($\alpha > 0.01$).

A QUADRO 5.3 apresenta o resultado da probabilidade de igualdade dos instrumentos nº35 Flexofile e dos instrumentos nº35 Nitiflex, quando da realização do Teste de U de Mann Whitney, observou-se um resultado de significância ao nível de $\alpha > 0,01$.

QUADRO 5.3 – Teste de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 35 Nitiflex e Flexofile

Teste de U de Mann Whitney
Valores de U: U (1) = 0 U (2) = 100 ----- Valor calculado de z: - 3.7796 Probabilidade de igualdade : 0.01% Significante ao nível de 1% ($\alpha > 0.01$).

A QUADRO 5.4 apresenta o resultado da probabilidade de igualdade dos instrumentos nº40 Flexofile e instrumentos nº40 Nitiflex, e realizando o Teste de U de Mann Whitney,, observou-se um resultado de significância ao nível de $\alpha > 0,01$. 1%.

QUADRO 5.4 - Cálculo de Mann Whitney para probabilidade de igualdade dos instrumentos 40 Nitiflex e Flexofile

Teste de U de Mann Whitney
Valores de U: U (1) = 9 U (2) = 91 ----- Valor calculado de z: - 3.0993 Probabilidade de igualdade : 0.10% Significante ao nível de 1% ($\alpha > 0.01$).

6. DISCUSSÃO

A fase do tratamento endodôntico que realiza o preparo dos canais radiculares tem como proposta atingir a sanificação e a modelagem. A sanificação está intimamente relacionada com a limpeza e a desinfecção, na remoção de resíduos e microorganismos decorrentes de alterações de ordem patológica. Já a modelagem é o preparo adequado das paredes dentinárias visando obter uma forma cônica apropriada para que seja possível o completo selamento da cavidade endodôntica através da obturação hermética e tridimensional.

A importância do diagnóstico que determina as condições pulpare e as características anatômicas das raízes e dos canais através da radiografia faz parte de um planejamento para um tratamento ideal. O conhecimento da anatomia dental interna e suas possíveis variações apresentam uma importante preocupação do profissional, entre elas os dentes com canais de curvatura acentuada, e que podem dificultar a fase de preparo, levando a um tratamento mal sucedido.

A fase de preparo dos canais radiculares é importante para o sucesso do tratamento endodôntico, entretanto realizar o preparo do canal radicular curvo e proporcionar uma conformação ideal para receber o material obturador exige muita habilidade do profissional, e para isto, existem fatores que devem ser observados, dentre eles, a técnica de preparo mais indicada e qual tipo de instrumento apresenta as melhores qualidades e propriedades tais como suas características físicas.

A técnica seriada de preparo dos canais radiculares a muito tem sido empregada pelos profissionais da endodontia e nesta técnica é utilizada a limagem que realiza um movimento de vai e vem permitindo que o instrumento esteja em contato com as paredes de dentina. Esta técnica não tem sido indicada para canais radiculares com curvatura acentuada, pois a ação constante da parte ativa do instrumento, leva a possíveis acidentes, como por exemplo, desvios do canal radicular como é comentado no trabalho de BATISTA & SYDNEY (2000).

Diante do exposto, estudos sobre como preparar canais curvos ideais, tem sido realizado por vários autores, um dos pioneiros é WEINE et al. (1975), que para evitar esses acidentes, recomenda o desgaste de um dos lados das espiras dos instrumentos que apresentam ação na parede contrária à curvatura tendo o objetivo de evitar o transporte do forame, e também um estudo realizando a recapitulação dos instrumentos, realizando assim, um escalonamento.

As técnicas escalonadas são divididas em ápico-cervicais e cérvico-apicais e a diferença está no início do preparo, ou seja, inicia-se pelo ápice ou pela região cervical respectivamente. Estas técnicas demonstraram uma menor deformidade e menor desvio de forame, como demonstram os trabalhos de:

ABOU-RASS et al. (1980); CIUCCHI et al. (1990); MACHADO (1993); SCHÄFER (1996).

Com o objetivo de aprimorar os resultados do preparo destes canais com curvatura acentuada, ABOU-RASS et al. (1980) desenvolveram uma técnica no qual valia-se de preparo escalonado confirmando a necessidade de direcionar a ação de corte dos instrumentos para as regiões contrárias a estas áreas, método que chamaram de anticurvatura.

Mas segundo CIUCCHI et al. (1990) essas técnicas que realizam movimentos rotacionais não produziram resultados completamente satisfatórios, mas provavelmente devido a não utilização de instrumentos não modificados.

Já MACHADO (1993) avaliou as deformidades da região apical quando do preparo dos canais, se valendo de duas técnicas, a saber: seriada e cérvico-apical. Relata o autor que os instrumentos utilizados pela última técnica respeitam a anatomia quando comparada a técnica seriada que apresenta alto grau de deformidade. Diante desses fatores, o movimento de imagem utilizado nas técnicas seriadas, e antes empregado constantemente em canais curvos, mostraram a importância de vários autores estudarem e modificarem o movimento e a técnica, como já foi citado (ABOU-RASS et al. 1980). ROANE & SABALA (1984) apresentaram um estudo sobre o movimento dos instrumentos no sentido horário e anti-horário, concluíram que o movimento horário pode apresentar uma maior fragilidade e deformidade nas suas espiras.

Diante desses estudos, introduziram no preparo de canais radiculares curvos o conceito de cinemática de Força Balanceada, que promove um movimento no sentido horário e anti-horário e conseqüentemente o alargamento,

assim como fez SCHÄFER (1996), que melhorou os resultados em canais radiculares curvos também com a associação da técnica de alargamento com a Força Balanceada. A técnica de preparo acorde MACHADO (1993), que realiza o alargamento dos terços cervical e médio com brocas Gates-Glidden, e permite a eliminação de curvaturas da região do terço cervical e principalmente da entrada dos canais radiculares, demonstrou que o escalonamento no sentido cérvico-apical respeita a anatomia e permite que os instrumentos manuais trabalhem com maior eficiência e assim melhor limpeza no terço apical. Segundo RIBEIRO (1998), uma grande vantagem da técnica escalonada, é a diminuição da quantidade de debris melhorando consideravelmente as condições de sucesso e reparação dos tecidos.

BATISTA & SYDNEY (2000), recomendam uma técnica de preparo com movimento oscilatório de $\frac{1}{4}$ de volta à direita e à esquerda e movimento de viés em anticurvatura de pequena amplitude basearam-se em um conjunto de princípios relativos aos tipos de movimentos e manobras, e conhecimento anatômico ideal para canais curvos.

Como se pode observar é importante saber o quanto um instrumento suporta o movimento de rotação sem deformar ou fraturar. ROANE & SABALA (1984) demonstraram que essas deformidades podem ocorrer, e, apesar das técnicas escalonadas apresentarem bons resultados em canais curvos, houve a necessidade de conhecer a ação dos instrumentos como fizeram CIUCCHI et al. (1990); MISERENDINO et al. (1988); ZMENER & MARRERO (1992); TEPEL et al. (1995 a); ROYAL & DONNELLY (1995); TEPEL et al. (1995 b); GAMBILL et al. (1996); BISHOP & DUMMER (1997); COLEMAN & SVEC (1997); DUMMER et al (1998). Os instrumentos devem apresentar características mais favoráveis e que

minimizem as possíveis deformações e acidentes como perfurações e fraturas que podem levar o profissional a um insucesso.

Primeiro surgiram os instrumentos de aço inoxidável flexível na tentativa de solucionar esses problemas e HILL & DEL RIO (1983) e MISERENDINO et al. (1988) estudaram e observaram que esses instrumentos possuem um poder de corte menor apesar de HILL & DEL RIO (1983), não verificarem diferença estatística, e contrário a esses autores, HAÏKEL et al. (1996) mostraram que os instrumentos Flexofile possuem bom poder de corte.

Estudando os instrumentos Flexofile que apresentam secção triangular e são confeccionados por torção, quando comparados a outros tipos, AL-OLMARI et al. (1992) concluíram que a modelagem é bem realizada, mas ocorre transporte de forame. ZMENER & MARRERO (1992) também mostraram este fator em relação ao transporte dos instrumentos Flexofile e ainda utilizou duas técnicas de preparo, a saber, uma com movimento linear de vai e vem e outra com movimento rotacional. Já no trabalho de PESCE (1997), com a técnica seriada em canais curvos houve uma diminuição no índice de desvio do terço apical.

Com relação à secção dos instrumentos CAMPS & PERTOT (1994b), comparando as secções quadradas e triangular e em losango de instrumentos com a mesma liga metálica concluíram que a forma de losango (K-Flex) tem maior flexibilidade que a triangular que é o instrumento Flexofile, ou seja, a secção esta diretamente relacionada a propriedade de flexibilidade dos instrumentos.

Quanto ao poder de corte dos instrumentos quando trabalham em canais curvos, TEPEL et al. (1995a), com instrumentos flexíveis com e sem ponta ativa, realizam melhor limpeza e alta eficiência de corte e DUMMER et al. (1998) constataram que os instrumentos Flexofile promoveram perfuração e vários instrumentos fraturaram.

Os instrumentos de níquel-titânio surgiram a partir de estudos de fios ortodônticos (ANDREASEN & MORROW, 1978 e BURSTONE & GOLDBERG, 1980) que estudaram e verificaram a elasticidade e menor tendência à deformação, e a partir desses estudos, foram desenvolvidos os instrumentos de níquel-titânio, com secção triangular modificada e ponta inativa e confeccionado por usinagem.

Uma das primeiras dúvidas surgiu em relação ao poder de corte, e, KAZEMI et al. (1995), utilizando os instrumentos Nitiflex em comparação a outros concluiu que há uma grande diferença na eficácia provavelmente devida a secção. Quanto à eficiência em manter a curvatura dos canais radiculares, a maioria dos autores concorda, que estes instrumentos não alteram a forma do canal (BOUDAGHER & YARED, 1995; ROYAL & DONNELLY, 1995; HIMEL et al, 1995; ZMENER & BALBACHAN, 1995).

Esse fator está diretamente associado ao alto grau de flexibilidade que os instrumentos confeccionados com ligas de níquel-titânio podem apresentar, podendo apenas haver uma pequena diferença, relacionada à secção transversal como CAMPS et al. (1995) apresentaram em seu trabalho, que utiliza três tipos de instrumentos da mesma marca e com secção quadrada, triangular e triangular modificada, esta última, com a mesma secção dos instrumentos Nitiflex avaliada neste trabalho.

COLEMAN & SVEC (1997) observaram que no terço médio as limas de aço inoxidável removeram mais dentina além de relatar também o que TEPEL et al. (1995b), afirmam que as limas manuais de aço inoxidável apresentam melhor poder de corte quando comparada com as limas manuais de níquel-titânio. CAMPS & PERTOT (1995), comparando também instrumentos de aço inoxidável e níquel-titânio verificaram que a secção dos instrumentos altera a eficácia mecânica, e CAMPS et al. (1995) verificaram esta diferença existente também entre as limas de níquel-titânio.

A flexibilidade, a constância no CRT, a menor dureza e o baixo índice de deformidade que os instrumentos de níquel-titânio apresentam, determinam ao instrumento um menor poder de corte em relação aos de aço inoxidável, segundo HIMEL et al. (1995), e que também observam este fator outros trabalhos como TEPEL et al. (1995b), CAMPS & PERTOT (1995); CAMPS et al. (1995); SENENE et al. (1995); HAÏKEL et al. (1996) e BRAU-AGUADÉ et al. (1996). Em contradição a esses resultados SCHÄFER et al. (1995), realizando uma comparação entre instrumentos de níquel-titânio e de aço inoxidável flexível concluíram que todos esses foram instrumentos promovem alterações indesejáveis no canal e o melhor resultado obtido foram com instrumentos de aço flexíveis modificados. SAMYN et al. (1996), com a técnica *step-back* também concluíram que os dois instrumentos causam deformações.

A durabilidade do instrumento é um fator a ser considerado. KAZEMI et al. (1996) verificaram que os instrumentos de níquel-titânio demonstram maior durabilidade que os de aço inoxidável, podendo estar associado à característica de menor poder de corte e menor o desgaste dentinário.

Devido às tensões de alavanca que os instrumentos que não possuem propriedade de flexibilidade ocasionam nas paredes dentinárias quando na presença de canais curvos, acaba sendo o principal responsável pelas deformidades, o qual foi estudado por SCHNEIDER (1971), mostrando os desvios na região apical na instrumentação de canais artificiais curvos.

Estas deformações, tais como: transporte de forame, perfurações, abaulamentos, centralização do canal dentre outros fatores freqüentemente descritos na literatura pode ainda ser visualizadas nos trabalhos de HIMEL et al. (1995); SCHÄFER et al. (1995); SAMYN et al. (1996); HARLAN et al. (1996); CHANG & CHEUNG (1996); COLEMAN et al. (1996); BISHOP & DUMMER (1997); COLEMAN & SVEC (1997); DUMMER et al. (1998), que demonstram que as deformações ocorrem devido às técnicas e a falta de flexibilidade dos instrumentos principalmente quando se aumenta o calibre.

Como já foi comentado anteriormente, está claro que o movimento de alargamento que realiza $\frac{1}{4}$ de volta e retirada é largamente utilizada em canais com curvatura acentuada, onde GAMBILL et al. (1996), estudando instrumentos de níquel-titânio e de aço inoxidável flexível, afirmam que o transporte, o preparo centralizado e arredondado mostraram melhor resultado nos instrumentos de níquel-titânio, e, HAÏKEL et al. (1996) constataram que este removeu menor quantidade de dentina, diferente de CHANG & CHEUNG (1997), que através de imagem computadorizada observaram que houve remoção similar na quantidade de dentina removida nos três terços da raiz, mas os de níquel-titânio possuem maior segurança nas zonas de maior fragilidade.

Em relação à técnica empregada HARLAN et al. (1996) utilizaram a técnica modificada de Bramante e COLEMAN et al. (1996), a técnica *step-back*.

No primeiro os instrumentos de níquel-titânio e de aço inox, apresentaram descentralização dos canais e no segundo houve uma melhor centralização da região apical no preparo com instrumentos de níquel-titânio.

Neste estudo, fica claro que os instrumentos de níquel-titânio permitem uma centralização melhor dos canais (CHANG & CHEUNG, 1996; COLEMAN et al., 1996; BISHOP & DUMMER, 1997; COLEMAN & SVEC, 1997; ZMENER & BALBACHAN, 1995), com diferença para SCHÄFER (1997), que modificando a ponta dos instrumentos de aço inoxidável flexível, ou seja, sem ponta ativa, demonstrou melhor resultado que os instrumentos de níquel-titânio.

Diante desses estudos, LOPES et al. (1998) estudaram a modificação do diâmetro para um aumento de 29% dos instrumentos de níquel-titânio e aço inoxidável para verificar a propriedade mecânica e conseguiu um resultado promissor para os instrumentos de níquel-titânio, pois, ocorre uma menor deformação plástica e menor índice de fratura sem perder a elasticidade, com isso, podemos pensar num próximo estudo com os instrumentos rotatórios que já apresentam um diâmetro maior.

A curvatura acentuada é uma grande dificuldade encontrada para a maioria dos endodontistas, e a flexibilidade dos instrumentos torna uma necessidade imprescindível em canais curvos. Diante das características já observadas dos instrumentos de níquel-titânio e aço inoxidável flexível, que provaram ter sua maior indicação para canais curvos, por isso a proposição deste trabalho de realizar o movimento de torção até a fratura com a simulação de uma curvatura acentuada, e a utilização de canais simulados para haver padronização dos resultados.

Neste trabalho, os instrumentos escolhidos de aço inoxidável foi o Flexofile e de níquel-titânio foi o Nitiflex, os dois possuem a mesma característica em relação à utilização.

Devido à curvatura dos canais e o movimento de $\frac{1}{4}$ de volta e tração, o estudo sobre torção dos instrumentos passa a ter grande importância, e muito tem sido estudado, como no trabalho de CRAIG et al. (1968), que compara instrumentos de ligas de aço carbono e de aço inoxidável verificando que este apresenta propriedade física superior e no trabalho de CHERNICK et al. (1976), que relata que o movimento no sentido anti-horário permite ocorrer mais fratura nos instrumentos de aço inoxidável, o mesmo também observado por LAUTENSCHLAGER et al. (1977). ROANE & SABALA (1984) realizaram testes com técnicas de rotação nos sentidos horário e anti-horário com instrumentos de aço inoxidável e concluíram que há deformação nas espiras, mas uma tensão maior no sentido horário, e MELO (1988), também apresentou a capacidade de flexibilidade e resistência à torção concluindo maior flexibilidade nos instrumentos Flexofile.

Um dos primeiros testes de torção com instrumentos de níquel-titânio, foi realizado por WALIA et al. (1988), comparando com os de aço inoxidável, encontrando resistência superior à fratura em torção horária e anti-horária dos instrumentos de níquel-titânio. ROWAN et al. (1996), entre os instrumentos Flexofile e Nitiflex, prova que os de aço inoxidável tem melhor desempenho no sentido horário e os de níquel-titânio no sentido anti-horário e CAREZZATO et al. (2002) observaram a melhor resistência entre um instrumento e outro em movimento de torção mas sem simular a curvatura dos canais.

Para medir a resistência a torção, vários autores utilizaram uma série de mecanismos: ROWAN et al. (1996) utilizaram a Máquina de teste *Instron*, CAMPS & PERTOT (1994b) usaram um *Memocoupe* digital medidor de torque, LUEBKE & BRANTLEY (1991) preferiram torque digital, mas todos os aparelhos e torquímetros apresentavam movimento eletrônico, assim também como nos trabalhos de LUEBKE et al. (1995); CANALDA-SAHLI et al. (1996); WOLCOTT & HIMEL (1997); TEPEL & SCHÄFER (1997); SILVAGIO & HICKS (1997) são realizados com torquímetro com movimento eletrônico ou através de programas computadorizados, e, nestes trabalhos os instrumentos testados são manuais não automatizados, o que pode levar a dúvidas porque podemos considerar que os resultados não representam a realidade clínica e não transmite a sensibilidade tátil do operador o que num tratamento endodôntico é muito exigido.

Para o trabalho foi desenvolvido um torquímetro de mecanismo simples que simula a apreensão do operador, importância pela qual, a representação do movimento de torção até a fratura é realizado manualmente, e o fato dos instrumentos estudados serem manuais as necessidades de manter a sensibilidade do operador é importante para que os resultados aproximem-se da instrumentação manual e da conduta clínica.

Dos resultados obtidos foram realizados os testes de normalidade para comparar cada calibre dos instrumentos onde as amostras apresentaram-se com distribuição amostral não normal e assim, foi indicado o teste estatístico de Mann Whitney.

Nos estudos de eficiência de corte encontram-se vários materiais utilizados para realização dos testes, dentre eles temos a própria dentina como nos trabalhos que se valeram de dentes extraídos (SYDNEY et al., 1982; HILL &

DEL RIO, 1983; ZMENER & MARRERO, 1992), e a resina para confecção de canais simulados como nos trabalhos de MISERENDINO et al. (1988); AL-OMARI et al. (1992); HIMEL et al. (1995), TEPEL et al. (1995a); TEPEL et al. (1995b); SCHÄFER et al. (1995), e ainda no trabalho de HAÏKEL et al. (1996), em blocos de Plexiglas. A utilização da resina, apesar de um material com dureza inferior a dentina como mostra o trabalho de KAZEMI et al. (1995), para nossa metodologia, apresentou uma melhor eficiência na visualização do instrumento desde o travamento nas paredes do canal simulado até a ocorrência de deformidades no próprio instrumento e principalmente uma visualização do momento exato da fratura.

Mas diante dos resultados, pode ser sugestivo que a diferença entre o movimento de torção realizado em dentina e em canal simulado, possa haver uma pequena diferença, que indica que os instrumentos poderiam fraturar com uma rapidez maior quando travados em dentina, fator importante para que o profissional tenha um maior respeito diante dos instrumentos.

Outro fator para justificar o uso de canal simulado, foi utilizar um material que não apresentasse diferença na dureza, já que na dentina existe variação de dureza de um dente para outro o que acabaria dificultando uma padronização do resultado. Para completar a padronização a curvatura escolhida foi a de 30 graus na confecção dos canais simulados que serviu para um resultado mais eficaz. E ainda, o posicionamento adequado dos instrumentos até o travamento na região de ápice.

Frente aos resultados dos instrumentos Nitiflex nº 25 - 773,4°, nº30 - 566,8°, nº 35 - 613° e nº 40 - 915° e as Flexofile nº 25 - 2742,4° , nº 30 - 2476,6° e nº 35 - 2253,8° e nº 40 - 1489° obtidos no trabalho, pode-se observar que as

limas de aço inoxidável Flexofile apresentam um melhor desempenho em relação à torção que os instrumentos de níquel-titânio Nitiflex, como foi observado também nos trabalhos de CANALDA-SAHLI et al. (1996); ROWAN et al. (1996) e CAREZZATO et al. (2002). Devido esta grande diferença dos resultados desses instrumentos verificou-se na estatística que todos são significantes ao nível de 1%.

Esses resultados mostram-se contrário ao trabalho de WALIA et al. (1988), que concordam que os instrumentos de níquel-titânio apresentam maior resistência à fratura que os de aço inoxidável. Provavelmente, a diferença está na metodologia, onde os instrumentos não foram posicionados em canais simulados ou radiculares que simulavam a posição dos instrumentos no canal, podendo desta forma ter diminuído as interferências apresentando resultado diferente.

Dentre as avaliações individuais observou-se nos valores já citados, que os instrumentos Flexofile apresentam uma grande resistência à fratura por torção no instrumento 25, e diminuindo numa proporção pequena entre os instrumentos 30 e 35, diminuindo ainda numa proporção maior no instrumento 40 onde aumentou a possibilidade de fratura à torção. Estes resultados demonstram que os instrumentos de menor calibre apresentam uma boa resistência nos canais curvos. Sempre que se inicia o preparo de um canal radicular curvo, os primeiros instrumentos trabalham mais rápido, provavelmente, devido ao seu calibre menor e talvez por promover um alargamento mais rapidamente. O alargamento inicial com as brocas Gates Glidden também diminuíram as interferências. Como consequência disso, como ressalta WEINE (1982), os instrumentos de menor calibre devem ser substituídos com maior frequência em função do uso.

Já os instrumentos Nitiflex mostraram uma menor resistência à fratura nos instrumentos 30 e 35, e uma resistência um pouco maior no 25 sendo ainda sua maior resistência no 40, resultado este que não se encontra em nenhum outro trabalho, provavelmente, este fato ocorreu porque o experimento foi realizado em canais simulados com curvatura acentuada, reproduzindo o mais próximo possível à condição clínica, onde houve também a influência do poder de corte. Os fatores descritos para a lima Flexofile, também ocorrem para a Nitiflex, mas esta segunda por apresentar menor poder de corte como mostrou TEPEL et al. (1995b,) que a Flexofile tem maior poder de corte que a Nitiflex e em consequência a Nitiflex deve encontrar maior resistência nas paredes do canal, facilitando a fratura. Talvez o resultado com os instrumentos Nitiflex nº 45, nº 50 e assim por diante apresentassem melhor desempenho, mas clinicamente a utilização desses instrumentos não é viável, pois a instrumentação de um canal curvo normalmente se realiza até o nº 35 e às vezes até o nº 40, dependendo da curvatura.

A confecção dos instrumentos influencia também na resistência. O fato desses instrumentos serem confeccionados através de usinagem conseqüentemente deixa pontos de fragilidade, ou seja, mais fino em alguns pontos, facilitando a fratura. Por este motivo, o instrumento Nitiflex número 40 apresenta melhor resistência porque aumenta o calibre. Considerando ainda o fator flexibilidade dos instrumentos - capacidade de se deformar diante de uma angulação exagerada - a literatura apresenta trabalhos que demonstram que os instrumentos Nitiflex possuem uma grande flexibilidade WALIA et al. (1988), CAMPS & PERTOT (1994b), KAZEMI et al. (1996). Nos instrumentos Nitiflex a flexibilidade deve interferir neste resultado, mesmo não tendo a capacidade de

realizar muitas voltas sem fraturar; o máximo de voltas foi realizado com o instrumento número 40 com 2,5 voltas.

Através dos dados, se observou que os instrumentos devem ser usados com parcimônia em canais com curvatura acentuada quando no momento de rotacionar, haja vista, os instrumentos Nitiflex que apresentam uma menor resistência e são mais suscetíveis à fratura, apesar de possuírem uma flexibilidade muito boa como apresentou WALIA et al. (1988) e CAMPS & PERTOT (1994a).

Todavia, foi realizado o teste estatístico de Mann Whitney, para cada grupo de instrumentos, onde foi encontrada diferença significativa ao nível de 1%, podendo avaliar este fator devido ao material que cada instrumento é confeccionado e a secção dos instrumentos utilizados.

A "fragilidade" dos instrumentos de níquel-titânio Nitiflex em relação aos instrumentos de aço inoxidável Flexofile, apesar de ser grande, pode-se afirmar que quando utilizado com parcimônia é indicado para canais curvos no movimento de alargamento que utiliza $\frac{1}{4}$ de volta e tração até completar uma volta e assim respeitando os limites deste instrumento que também poderá permitir o uso com pequenos movimentos de rotação no sentido de se confeccionar na região apical um melhor preparo para receber o cone de obturação. Fato este limitado nos instrumentos de aço inoxidável Flexofile dado a sua pouca flexibilidade e conseqüentemente a grande possibilidade do aparecimento de deformidades.

Observando ainda que se existissem calibres intermediários dos instrumentos de níquel-titânio Nitiflex, o risco de fratura provavelmente diminuiria e o seu rendimento na clínica seria ainda melhor e mais seguro.

Desta forma esses instrumentos de níquel-titânio Nitiflex poderão talvez confeccionar nichos apicais mais circulares e adequados a uma obturação, ressaltando o autor que tais condições não foram propostas no recente estudo necessitando para isso investigações futuras.

CONCLUSÕES

Da análise obtida dos instrumentos Nitiflex e Flexofile, em função dos dados avaliados e discutidos, permite concluir que:

1. Os instrumentos Flexofile apresentam uma maior resistência à torção que os instrumentos Nitiflex, quando realizada a rotação em canais com curvatura.
2. Os instrumentos Nitiflex apresentam sua maior resistência no instrumento de maior calibre testado, já os instrumentos Flexofile apresenta menor resistência nos instrumentos de maior calibre testado.

ABSTRACT

In this study it tried to evaluate the resistance to the nickel-titanium instruments fracture (Nitiflex) and of stainless steel (Flexofile), when submitted to the torsion in root canals with curvature of 30 degrees. For this, they were going used 80 simulated channels made with polyester resin with curvature of 30 degrees and previously prepared with step-down according Machado (1993), the used instruments were going divided at groups of 10 instruments of each caliber number 25, n°30, n°35 and n°40 of the types Nitiflex and Flexofile. Apparel that accomplished the torsion action was made so that the rotation was accomplished simulating manual movements, approaching with the manual sensibility that the professional exercises in the moment of the instrumentation. The results showed that the instruments Flexofile introduce larger resistance to the torsion that Nitiflex in curved canals, where the instruments resistances of Nitiflex are in the larger caliber while in Flexofile smaller resistances are in the larger caliber instruments.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ABOU-RAS, M., FRANK, A L., GLICK, D.M. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.101, n.5, p. 792-794, Nov. 1980.
2. AL - OLMARI, M.A.O., DUMMER, R.G., NEWCOMBE, R.D. et al. Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2. **Int Endod J**, Copenhagen, v.25, n.2, p. 67-81, Mar.1992.
3. ANDREASEN, G.F., MORROW, R.E. Laboratory and clinical analyses of nitinol wire. **Am J Orthod**, Saint Louis, v.73, n.2, p.142-151, Feb.1978.
4. BATISTA, A., SYDNEY, G.B. Preparo do canal radicular curvo. **J Bras End Period**, Curitiba, v.1, n.1, p.43-50, abr./mai/jun. 2000.
5. BISHOP, K., DUMMER, P.M.H. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. **Int Endod J**, Copenhagen, v.30, n.1, p.25-35, Jan. 1997.

* De acordo com a NBR-6023: Referências Bibliográficas, de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com a base de dados Medline.

6. BOU-DAGHER, F.E., YARED, G.M. Comparison of three files to prepare curved root canals. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.5, p.264-265, May 1995.
7. BRAU-AGUADÉ, E., CANALDA-SAHLI, C., BERÁSTEGUI-JIMENO, E. Cutting efficiency of K-files manufactured with different metallic alloys. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.12, n.6, p.286-288, Dec.1996.
8. BURSTONE, C.J., GOLDBERG, A.J. Beta titanium: A new orthodontic alloy. **Am J Orthod**, Saint Louis, v.77, n.2, p. 121-132, Feb. 1980.
9. CAMPS, J.J., PERTOT, W.J. (a) Torsional and stiffness properties of Canal Master U stainless steel and Nitinol instruments. **J Endod**, Baltimore, v.20, n.8, p. 395-398, Aug. 1994.
10. CAMPS, J.J., PERTOT, W.J.(b) Relationship between file size and stiffness of stainless steel instruments. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.10, n.6, p. 260-263, Dec.1994.
11. CAMPS, J.J., PERTOT, W.J. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in a linear motion. **Int Endod J**, Copenhagen, v.28, n.6, p. 279-284, Nov. 1995.
12. CAMPS, J.J., PERTOT, W.J., LEVALLOIS, B. Relationship between file size and stiffness of nickel titanium instruments. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.11, n.6, p. 270-273, Dec. 1995.

13. CANALDA-SAHLI, C., BRAU-AGUADÉ, E., BERÁSTEGUI-JIMENO, E.
Torsional and bending properties of stainless steel and nickel titanium Canal Master U and Flexogates instruments. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.12, n.3, p. 141-145, Jun. 1996.
14. CAREZZATO, L.C., PALLOTTA, R.C., BRITTO MACHADO, M.L.B.L., et al.
Análise comparativa da resistência à torção de instrumentos endodonticos de aço inoxidável e níquel-titânio. **Elec J Endod Ros**, Argentina, v.1, n.2, Oct, 2002. [Online] Available from Internet: < <http://www.endojournal.com.ar>>. ISSN 1666-6143.
15. CHAN, A.W.K., CHEUNG, G.S.P. A comparison of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. **Int Endod J**, Copenhagen, v.29, n.6, p. 370-75, Nov. 1996.
16. CHERNICK, L.B., JACOBS, J.J., LAUTENSCHLAGER, E.P. et al. A Torsional failure of endodontic files. **J Endod**, Baltimore, v.2, n.4, p.94-97, Apr., 1976.
17. CIUCCHI, B., CERGNEUX, M., HOLZ, J. Comparison of curved canal shape using filing and rotational instrumentation techniques. **Int Endod J**, Copenhagen, v.23, n.3, p.139-147, May, 1990.
18. COLEMAN, C.L., SVEC, T.A., RIEGER, M.R., et al. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. **J Endod**, Baltimore, v.22, n.11, p.603-607, Nov. 1996.
19. COLEMAN, C.L., SVEC, T.A. Analysis of Ni-Ti versus Stainless Steel instrumentation in resin simulated canals. **J Endod**, Baltimore, v.23, n.4, p.232-235, Apr. 1997.

20. CRAIG, R.G., McILVAN, E.D., PEYTON, F.A. Bending and torsional properties of endodontic instruments. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.25, n.2, p.239-254, Feb. 1968.
21. DUMMER, P.M.H., AL-OMARI M.A.O., BRYANT, S. Comparison of the performance of four files with rounded tips during shaping of simulated root canals. **J Endod**, Baltimore, v.24, n.5, p. 364-371, May, 1998.
22. GAMBILL, J.M., ALDER, M., DEL RIO, C.E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod**, Baltimore, v.22, n.7, p. 369-375, Jul. 1996.
23. GARIP, Y., GÜNDAY, M. The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. **Int Endod J**, Copenhagen, .34, n.6, p. 452-462, Sep. 2001.
24. HAİKEL, Y., SERFATY, R., LWIN, T.C., et al. Measurement of the cutting efficiency of endodontic instruments: A new concept. **J Endod**, Baltimore, v.22, n.12, p. 651-661, Dec. 1996.
25. HAİKEL Effects of cleaning, chemical disinfection, and sterilization procedures on the mechanical properties of endodontic instruments. **J Endod**, Baltimore, v.23, n.1, p. 15-18, Jan. 1997.
26. HARLAN, A .L., NICHOLLS, J.I., STEINER, J.C. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. **J Endod**, Baltimore, v.22, n.8, p.410-413, Aug. 1996.

27. HILL, R.L., DEL RIO, C.E. A histological comparison of the canal wall planing ability of two new endodontic files. **J Endod**, Baltimore, v.9, n.12, p. 517-522, Dec., 1983.
28. HILT, B.R., CUNNINGHAM, C.J., SHEN, C., RICHARDS, N. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. **J. Endod**, Baltimore, v. 26, n.2, p. 76-80, Feb. 2000.
29. HIMEL, V.T., AHMED, K.M., WOOD, D.M., et al. An evaluation of nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.79, n.2, p. 232-237, Feb.1995.
30. KAZEMI, R., STENMAN, E., SPÄMGBERG, L.S.W. Machining efficiency of nickel-titanium endodontic files. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.4, p.216, 1995.
31. KAZEMI, R.B., STENMAN, E., SPANGBERG, L.S.W. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.81, n.5, p.596-602, May, 1996.
32. LAUTENSCHLAGER, E.P., JACOBS, J.J., MARSHALL, G.W. et al. Brittle and ductile torsional failures of endodontic instruments. **J Endod**, Baltimore, v.3, n.5, p.175-178, May 1977.
33. LOPES, H.P., ELIAS, C.N., SIQUEIRA JÚNIOR, J.F. et al. Considerações sobre a conicidade e o diâmetro das limas endodônticas. **Rev Paul Odontol**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 8-14, mar/abril. 1998.

34. LOPES, H.P., ELIAS, C.N., SIQUEIRA JÚNIOR, J.F. et al. Fratura por torção de limas endodônticas de aço inoxidável e de níquel-titânio. **Rev Paul Odontol**, São Paulo, v.23, n. 2, p. 8-12, mar/abril. 2001.
35. LUEBKE, N.H., BRANTLEY, W.A. Torsional and metallurgical properties of rotary endodontic instruments. II. Stainless steel Gates Glidden Drills. **J Endod**, Baltimore, v.17, n.7, p.319-323, Jul. 1991.
36. LUEBKE, N.H., BRANTLEY, W.A., SABRI, Z.I. et al. Physical dimensions, torsional performance, bending properties, and metallurgical characteristics of rotary endodontic instruments. VI. Canal Master Drills. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.5, p. 259-263, May 1995.
37. MACHADO, M.E.L. **Análise morfométrica comparativa, à luz da computadorização e em canais artificiais, de duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos.** São Paulo, 1993. 118p. Tese (Doutoramento em Endodontia) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
38. MACHADO, M.E.L.; BRITTO, M.L.B; ANTONIAZZI, J.H. Eficácia da técnica seriada convencional e das técnicas escalonadas ápico-cervical e cérvico-apical no preparo químico cirúrgico de canais curvos. **Rev bras Odontol**, Rio de Janeiro, v.55, n.2, p. 72 - 75 mar./abr. 1998.
39. MELO, L.L., PESCE, H.F., SYDNEY, G.B. Estudo comparativo "in vitro" da flexibilidade e resistência à torção das limas K-Flex e Flexofile. **Rev Paul Odontol**, São Paulo, v.10, n.6, p.34-42, nov./dez. 1988.

40. MISERENDINO, L.J., BRANTLEY, W.A., WALIA, H.D. et al. Cutting efficiency of endodontic hand instruments. Part 4: Comparison of hybrid and traditional instrument designs. **J Endod**, Baltimore, v.14, n.9, p.451-454, Sep. 1988.
41. PESCE, H.F., MEDEIROS, J.M.F., MOURA, A.A.M. Análise morfológica comparativa do preparo de canais radiculares curvos com dois tipos de instrumentos endodonticos. **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v.11, n.2, p. 87-91, abr./jun. 1997.
42. ROANE, J.B., SABALA, C. Clockwise or counterclockwise. **J Endod**, Baltimore, v.10, n.8, p.349-353, Aug. 1984.
43. RIBEIRO, M.A.G. **Avaliação da quantidade de extrusão de debris quando do preparo químico-cirúrgico de canais radiculares, utilizando quatro técnicas de instrumentação**. São Paulo, 1998. 72p. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Universidade Camilo Castelo Branco.
44. ROTH, W.C., GOUGH, R.W., GRANDICH, R.A., et al. A study of the strength of endodontic files: potential for torsional breakage and relative flexibility. **J Endod**, Baltimore, v.9, n.6, p.228-232, Jun. 1983.
45. ROWAN, M.B., NICHOLLS, J.I., STEINER, J. Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium endodontic files. **J Endod**, Baltimore, v.22, n.7, p.341-345, Jul. 1996.
46. ROYAL, J.R., DONNELLY, J.C. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.6, p.300-304, Jun. 1995.

47. SAMYN, J.A ., NICHOLLS, J.I., STEINER, J.C. Comparison of stainless steel and nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. **J Endod**, Baltimore, v.22, n.4, p.177-181, Apr. 1996.
48. SANTOS, M., BOMBANA, A.C. Avaliação frente a ensaio de torção de diferentes limas endodônticas submetidas ou não a um tratamento térmico recristalizador. **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v.8, n.3, p.171-179, jul/set. 1994.
49. SCHÄFER, E., TEPEL, J., HOPPE, W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.10, p. 493-497, Oct. 1995.
50. SCHÄFER, E. Root canal instruments for manual use: a review. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.13, n.2, p. 51-64, Apr. 1997.
51. SCHNEIDER, S.W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.32, n.2, p.271-275, Aug. 1971.
52. SERENE, T.P., ADAMS, J.D., SAXENE, A. **Nickel-titanium instruments. Applications in Endodontics**. St Louis, Ishiyaku Euro America Inc., 1995. 112p.
53. SETO, G.B., NICHOLLS, J.I., HARRINGTON, G.W. Torsional properties of twisted and machined endodontic files. **J Endod**, Baltimore, v.16, n.8, p.355-360, Aug. 1990.
53. SILVAGGIO, J., HICKS, M.L. Effect of heat sterilization on the torsional properties of rotary nickel-titanium endodontic files. **J Endod**, Baltimore, v.23, n.12, p.731-734, Dec. 1997.

54. SYDNEY, G.B., PESCE, H.F., MELO, L.L. Estudo comparativo "in vitro" da flexibilidade da lima K-Flex com a lima do tipo e marca Kerr. **Rev Paul Cirurg Dent**, São Paulo, v.36, n.4, p.442-445, jul/ago. 1982.
55. TEPEL, J., SCHÄFER, E., HOPPE, W. (a) Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. **Int Endod J**, Copenhagen, v. 28, n.2, p.68-76, Mar. 1995.
56. TEPEL, J., SCHÄFER, E., HOPPE, W. (b) Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 1. Cutting efficiency. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.8, p.418-21, Aug. 1995.
57. TEPEL, J., SCHAFER, E. Endodontic hand instruments: cutting efficiency, instrumentation of curved canals, bending and torsional properties. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.13, n.5, p. 201-210, Oct. 1997.
58. TURPIN, Y.L., CHAGNEAU, F., VULCAIN, J.M. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. **J Endod**, Baltimore, v. 26, n.7, p. 414-417, Jul. 2000.
59. WALIA, H., BRANTLEY, W.A., GERSTEIN H. An initial investigation of the bending and yorsional properties of nitinol root canal files. **J Endod**, Baltimore, v.14, n.7, p.346-351, Jul. 1988.
60. WEINE, F.S., KELLY, R.F., LIO, P.J. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. **J. Endod**, Baltimore, v.1, n.8, p.255-262, Aug.1975.

61. WOLCOTT, J., HIMEL, V.T. Torsional properties of nickel-titanium versus stainless steel endodontic files. **J Endod**, Baltimore, v.23, n.4, p.217-220, Apr 1997.
62. ZMENER, O., MARRERO, G. Effectiveness of different endodontic files for preparing curved root canals: a scanning electron microscopic study. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.8, n.3, p.99-103, Jan. 1992.
63. ZMENER, O., BALBACHAN, L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v.11, n.3, p.121-123, Jun. 1995.

ANEXO 1

TABELA 1 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento

Nitiflex nº25.

INSTRUMENTO	GRAU
N1	443
N2	700
N3	554
N4	510
N5	500
N6	425
N7	453
N8	828
N9	2540
N10	781
Média	773,4

ANEXO 2

TABELA 2 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento

Flexofile nº25.

INSTRUMENTO	GRAU
F1	2146
F2	2114
F3	2769
F4	4680*
F5	4680*
F6	1609
F7	2800
F8	1802
F9	2792
F10	2332
Média	2742,4

ANEXO 3

TABELA 3 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento Nitiflex nº30.

INSTRUMENTO	GRAU
N1	783
N2	588
N3	600
N4	454
N5	731
N6	480
N7	493
N8	570
N9	434
N10	535
Média	566,8

**TABELA 4 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento
Flexofile nº30.**

INSTRUMENTO	GRAU
F1	3270
F2	1515
F3	2469
F4	1388
F5	4680*
F6	3088
F7	2925
F8	1186
F9	2544
F10	1701
Média	2476,6

ANEXO 5

TABELA 5 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento Nitiflex nº 35.

INSTRUMENTO	GRAU
N1	503
N2	665
N3	660
N4	612
N5	544
N6	624
N7	690
N8	700
N9	626
N10	506
Média	613

ANEXO 6

TABELA 6 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento

Flexofile nº35.

INSTRUMENTO	GRAU
F1	2210
F2	3022
F3	1622
F4	1525
F5	1428
F6	2138
F7	1719
F8	2392
F9	2880
F10	3600
Média	2253,8

**TABELA 7 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento
Nitiflex nº40.**

INSTRUMENTO	GRAU
N1	772
N2	912
N3	930
N4	984
N5	870
N6	859
N7	938
N8	985
N9	823
N10	1077
Média	915

ANEXO 8

**TABELA 8 - Dados em grau dos cálculos da média de torção do instrumento
Flexofile nº40.**

INSTRUMENTO	GRAU
F1	1353
F2	1460
F3	1472
F4	2470
F5	1404
F6	1018
F7	1642
F8	1800
F9	1100
L10	1178
Média	1489

Teste de normalidade dos instrumentos Nitiflex nº25 e Flexofile nº25.

Teste de Aderência à curva normal: Valores Originais

Frequências por intervalos de classe

<u>Intervalos de classe:</u>	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	0.00	0.00	40.00	35.00	20.00	0.00	5.00

Calculo de Quiquadrado

Graus de liberdade: 4

Valor de quiquadrado: 22.44

Probabilidade de Ho: 0.0200%

Interpretação

A distribuição amostral testada
não é normal

Teste de normalidade dos instrumentos Nitiflex nº30 e Flexofile nº30.**Teste de Aderência à curva normal: Valores Originais****Frequências por intervalos de classe**

<u>Intervalos de classe:</u>	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	0.00	5.00	20.00	55.00	10.00	10.00	0.00

Calculo de Quiquadrado**Graus de liberdade: 4****Valor de quiquadrado: 18.73****Probabilidade de Ho: 0.0900%****Interpretação****A distribuição amostral testada
não é normal**

Teste de normalidade dos instrumentos Nitiflex nº35 e Flexofile nº35.**Teste de Aderência à curva normal: Valores Originais****Frequências por intervalos de classe**

<u>Intervalos de classe:</u>	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	0.00	0.00	25.00	55.00	10.00	5.00	5.00

Calculo de Quiquadrado**Graus de liberdade: 4****Valor de quiquadrado: 19.51****Probabilidade de Ho: 0.0600%****Interpretação****A distribuição amostral testada****não é normal**

Teste de normalidade dos instrumentos Nitiflex nº40 e Flexofile nº40.**Teste de Aderência à curva normal: Valores Originais****Frequências por intervalos de classe**

<u>Intervalos de classe:</u>	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal:	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental:	0.00	0.00	20.00	65.00	10.00	0.00	5.00

Calculo de Quiquadrado**Graus de liberdade: 4****Valor de quiquadrado: 35.67****Probabilidade de Ho: 0.0000%****Interpretação****A distribuição amostral testada
não é normal**

C.P.O. – SÃO LEOPOLDO MANDIC

Díspensa de Submissão ao CEP

Campinas, 05 de Janeiro de 2.002

Ao

C.D. Lucia Cappellotto Corazzato

Curso Endodontia

Prezado Mestrando:

O projeto de sua autoria Resistência à fatura dos instrumentos
Mitiflex e Flexofile quando submetidos à torção.

Orientado pelo Prof.Dr. Maria Leticia Borges Brito de Lima Machado

Entregue na Secretaria de Pós-graduação do C.P.O. São Leopoldo Mandic, no dia
04/01/02 com número de protocolo —, NÃO SERÁ SUBMETIDO AO COMITÊ DE
ÉTICA EM PESQUISA, instituído nesta Universidade de acordo com a resolução 196/1.996 do
CNS – Ministério da Saúde, por tratar-se exclusivamente de pesquisa laboratorial, sem
envolvimento de seres humanos ou animais.

Cordialmente


Coordenador de Pós-Graduação

Prof. Dr. THOMAZ WASSALL
Coordenador de Pós-Graduação