

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**Analice Giovani Pereira**

**Avaliação da influência dos ângulos de flexão das limas no preparo do batente apical pelas técnicas de instrumentação manual e rotatória.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Clínica Odontológica Integrada

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi

Uberlândia – MG

2011

**Analice Giovani Pereira**

**Avaliação da influência dos ângulos de flexão das limas no preparo do batente apical pelas técnicas de instrumentação manual e rotatória.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Clínica Odontológica Integrada

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi

Uberlândia – MG

2011



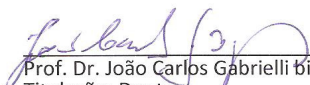
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ODONTOLOGIA

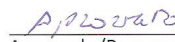


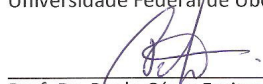
**ATA DA COMISSÃO JULGADORA DA 212ª DEFESA DE MESTRADO DA  
CD ANALICE GIOVANI PEREIRA DO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA DESTA UNIVERSIDADE.**

Às quatorze horas do dia dezesseis de dezembro do ano de dois mil e onze, reuniu-se a Comissão Julgadora aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, para o julgamento da Dissertação de Mestrado apresentada pela aluna Analice Giovani Pereira com o ***título: Avaliação da influência dos ângulos de flexão das limas no preparo do batente apical pelas técnicas de instrumentação manual e rotatória.*** O julgamento do trabalho foi realizado em sessão pública compreendendo a exposição, seguida de arguição pelos examinadores. Encerrada a arguição, cada examinador, em sessão secreta, exarou o seu parecer. A Comissão Julgadora, após análise do Trabalho, verificou que o mesmo encontra-se em condições de ser incorporado ao banco de Dissertações e Teses da Biblioteca desta Universidade. Acompanham este relatório os pareceres individuais dos membros da Comissão Julgadora.

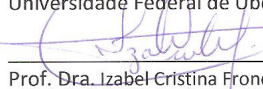
Uberlândia, 16 de dezembro 2011.

  
Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi  
Titulação: Doutor  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

  
Aprovado/Reprovado

  
Prof. Dr. Paulo César Freitas Santos Filho  
Titulação: Doutor  
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

  
Aprovado/Reprovado

  
Prof. Dra. Izabel Cristina Froner  
Titulação: Doutora  
Universidade Federal de Ribeirão Preto-FORP USP

  
Aprovado/Reprovado

# **DEDICATÓRIA**

## **À Deus,**

Dedico não apenas esta conquista, mas tudo que pude realizar na minha vida. Sem sua luz, orientação e benção nada seria possível.

## **À minha família**

Meus pais, Marialice e Antônio, por representarem o melhor exemplo do bem, amor, companheirismo, cumplicidade, sinceridade, honestidade e dignidade que tenho a seguir.

Minhas irmãs, Fernanda e Flávia, por completarem tão bem minha vida, por fazerem com que eu sempre me lembre que são os irmãos, os nossos maiores e melhores amigos.

Meu querido Luís, por me trazer tanta alegria, amizade, amor e carinho ao fazer parte da minha vida.

Meu cunhadinho amado Vinícius, por completar de forma tão especial minha família.

## **Agradecimento especial**

### **Ao Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi**

Sou muito grata pela orientação, solicitude e paciência durante todo o tempo em que trabalhamos juntos.

# **AGRADECIMENTOS**

**Ao Professores da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia,**

Agradeço pela atenção, orientação e amizade. Foi muito proveitoso conviver com vocês não apenas para o meu crescimento profissional, mas também pessoal.

**A todos os técnicos e funcionários da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia,**

Agradeço por todo auxílio dado com presteza e boa vontade. Sua presença é fundamental na realização de todos os projetos desse Programa.

**Aos amigos**

Sou imensamente grata a todos os meus amigos, sem exceção, pelo apoio e companheirismo em todos os momentos. A amizade é um dos bens mais preciosos que temos e, portanto, cultivá-la é uma condição indispensável para nos sentirmos plenamente felizes.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS	08
RESUMO	09
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO	13
REVISÃO DE LITERATURA	17
PROPOSIÇÃO	34
MATERIAIS E MÉTODOS	37
RESULTADOS	46
DISCUSSÃO	56
CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS	69
ANEXO	74





## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CEP – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CRT – comprimento real de trabalho

NiTi – níquel-titânio

TC – Tomografia Computadorizada

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

***RESUMO***

---

## RESUMO

*Introdução:* A habilidade dos instrumentos endodônticos em modelar os canais radiculares é frequentemente avaliada em termos de manutenção das curvaturas originais dos canais evitando assim eventos iatrogênicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos ângulos de flexão das limas durante a instrumentação do canal radicular na forma final do batente apical. *Métodos:* Sessenta incisivos inferiores humanos distribuídos em três grupos foram utilizados (n=20). Depois da abertura coronária foi realizada a odontometria e radiografias foram feitas em dois aspectos (mésio-distal e vestibulo-lingual), com uma lima no comprimento de trabalho. Os ângulos de flexão foram avaliados a partir das radiografias sendo este o ângulo formado entre a divergência da lima e sua imagem virtual correspondente ao trajeto percorrido caso não houvesse a curvatura. Os dentes do grupo um foram instrumentados com limas Flexofiles de aço inoxidável até a lima #40. Para os grupos dois e três, limas Hand ProTaper Universal e ProTaper Universal foram utilizadas, respectivamente, até a lima F4. Novas radiografias foram feitas, nos dois aspectos, com uma lima K #15 no comprimento de trabalho. Após o travamento do cone principal de guta percha, as amostras tiveram os ápices desgastados até que fosse possível visualizar o cone de guta percha. Fotografias feitas do ápice desgastado foram utilizadas para identificação da deformação no batente apical com auxílio de um programa de computador. *Resultados:* A análise dos dados mostrou que o grupo dois apresentou a maior variação dos ângulos de flexão quando comparado ao grupo um (0,112) e ao grupo três (0,024)  $p < 0,05$ . O sistema ProTaper Universal promoveu menor deformação do batente apical que ambas as técnicas de instrumentação manual, usando limas NiTi (0,011) e aço inoxidável (0,025)  $p < 0,05$ . *Conclusões:* Os vetores de força causados pelos ângulos de flexão das limas durante a instrumentação dos canais radiculares curvos promoveram deformação no batente apical. O sistema ProTaper Universal promoveu menos deformação que o Hand ProTaper Universal e as limas de aço inoxidável.

**Palavras chave:** Ângulos de flexão das limas, batente apical, deformação, instrumentação do canal radicular

***ABSTRACT***

---

## **Assessment of files flexion angles influence in the apical stop preparation using manual and rotary instrumentation techniques**

### **ABSTRACT**

**Introduction:** The shaping ability of root canal instruments is often assessed in terms of preservation of the original root canal curvature without creating iatrogenic events. The aim of this study was to evaluate the influence of flexion angles produced by files during root canal instrumentation on the final form of apical stop. **Methods:** Sixty human lower incisors were divided into three groups (n=20). After coronal opening and tooth length measuring, radiographs were taken in two aspects (mesio-distal and buccal-lingual) with the files in working length. The flexion of files was evaluated from radiographs as the angle formed between the divergence of the file and its virtual image on its long axis. Teeth from group 1 were instrumented with stainless steel Flexofiles up to #40 file. For groups 2 and 3, Hand ProTaper Universal and ProTaper Universal rotary files were used respectively, up to file F4. New radiographs were taken for both aspects with a #15 K-file at working length. After gutta-percha insertion the specimen's apices were ground allowing gutta-percha visualization and a picture was taken from the apex to identify root canal deformation with computer software. **Results:** Data showed that group 2 presented the highest variation in flexion angles compared to group 1 (0.112) and to group 3 (0.024)  $p<0.05$ . ProTaper Universal rotary system promoted lower apical stop deformation than the both manual techniques using NiTi (0.011) and stainless steel files (0.025)  $p<0.05$ . **Conclusions:** Force vectors caused by the flexion angles of files during the instrumentation of curved canals promoted apical stop deformation. Protaper Universal rotary files showed less apical deformation than hand ProTaper Universal and stainless steel files.

**Key-words:** Files flexion angles, apical stop, deformation, root canal instrumentation

## ***INTRODUÇÃO***

---

## INTRODUÇÃO

A limpeza e modelagem do canal radicular caracterizam-se como uma das fases mais importantes da terapia endodôntica. O objetivo de manter o formato final, ou seja, a manutenção da curvatura do canal na região do terço apical após o preparo mecânico, respeitando a anatomia original, parece ser a etapa do tratamento de maior dificuldade. (Schilder, 1974).

No atual contexto, as técnicas de instrumentação têm como objetivo o estabelecimento do batente apical, local onde se adaptará o cone principal de guta percha. A progressão das limas determinará a standardização do batente apical. Na técnica rotatória, também essa premissa é um fato, a técnica Pró Taper (Dentsply Maillefer Ballaigues, Switzerland)), privilegia essa etapa com as limas denominadas “F” onde o cone que apresenta a mesma nomenclatura da lima é o que se adaptará no limite apical da instrumentação durante a obturação do canal.

Independente da técnica de instrumentação, canais curvos impõem maiores dificuldades ao sucesso do tratamento devido às limitações encontradas na adaptação das limas às suas curvaturas, o que pode levar a acidentes como fratura de instrumentos, transporte do canal, formação de degraus ou perfurações (Weine et al. 1975).

Quando o instrumento é introduzido no canal radicular e percorre uma curvatura, automaticamente ele sofre a ação de uma força exercida em sentido contrário, que o leva a tocar com maior intensidade a parede do canal localizada na porção externa da curvatura. Isso resulta no transporte do canal, que é a remoção excessiva de dentina, durante a instrumentação, em uma única parede do canal radicular, ao contrário da situação ideal, que é a ação da lima em todas as paredes, a partir do longo eixo principal do canal (Hartmann et al. 2007).

Considerando apenas uma curvatura, seria possível neutralizar, ainda que parcialmente, a ação desse vetor de força, por meio do pré-curvamento da lima. Entretanto, os canais geralmente apresentam curvaturas em dois ou mais

sentidos ao longo de seu trajeto e é praticamente impossível adaptar o instrumento em mais de uma direção. Embora muitas técnicas tenham sido desenvolvidas para minimizar os erros derivados da instrumentação, ainda há muita dificuldade no preparo efetivo de canais curvos e achatados, pois sua complexa anatomia interna representa um fator de risco (Peters, 2004).

As limas de aço inoxidável apresentam, nos menores calibres, certa flexibilidade, fato que permite que elas acompanhem a anatomia do canal sem gerar grandes deformações; entretanto, na medida em que aumenta o calibre sua flexibilidade diminui, dificultando a manutenção da curvatura original do canal (Weine, 1975).

A introdução das limas de NiTi, com baixo módulo de elasticidade e maior flexibilidade que as de aço inoxidável, possibilitou o preparo mais rápido e fácil de canais com características anatômicas mais complexas (Walia et al. 1988). Estas propriedades das limas fabricadas com níquel-titânio favorecem a execução de um preparo conservador, na região do terço apical sendo capazes de modelar os canais atingindo maiores dilatações nas porções cervicais e médias, com mais segurança e menores riscos de desvios do canal (Moore et al. 2009).

Outro fato a considerar é que o formato do canal radicular na região do terço apical, após a instrumentação, deveria manter-se circular, pois na medida em que se aproxima da região apical, os canais tendem a apresentar secção transversal circular (Wu et al. 2000). Além disso, a forma da secção transversal de todas as limas utilizadas para instrumentação endodôntica também é circular. Entretanto, ao observar o formato final do batente apical preparado tanto por limas de aço inoxidável quanto de níquel-titânio, observa-se secções transversais elípticas (Kuhn et al. 1997; Carvalho et al. 2006; Yigit Ozer, Diyarbakir e Turkey 2011; Vaudt et al. 2009).

O cone principal de guta-percha, mesmo quando adequadamente selecionado e travado no batente apical, não se adapta completamente às paredes do canal radicular nesta região (Carvalho et al. 2006).



Observa-se na literatura pertinente que os pensamentos convergem para as dificuldades em estabelecer-se um batente apical com precisão, em que a adaptação do cone de guta percha principal aconteça de fato. Muitas justificativas e cuidados são apresentados, porém ainda assim o problema continua, em maior ou menor incidência, dependendo da técnica utilizada.

Diante disso, a presente pesquisa tem por finalidade justificar a causa desses problemas defendendo a hipótese de que as limas, durante a instrumentação endodôntica, são submetidas a vetores de forças devido à influência dos seus ângulos de flexão no sentido vestibulo-lingual (frontal) e méso-distal (lateral). Esses vetores de forças poderiam influenciar na configuração final do batente apical. Questiona-se, também, se diferentes técnicas de instrumentação poderiam minimizar esses problemas.

## ***REVISÃO DE LITERATURA***

---

## REVISÃO DE LITERATURA

Considerando a morfologia dos canais e com o objetivo de estudar, a níveis microscópicos, a anatomia do ápice dental, Kuttler, Mexico e Mexico (1955), observaram 402 dentes extraídos de cadáveres e os dividiram em dois grupos: um de 18 a 25 anos de idade e outro de 55 anos acima. Concluíram que o centro do forame desvia cada vez mais do vértice, ou do centro do ápice com o aumento da idade e o resultante espessamento do cemento apical; o diâmetro do forame aumenta com a idade devido ao aumento de camadas de cemento; e o diâmetro médio dos forames, tanto no grupo de 18 a 25 anos quanto no grupo de 55 anos acima, foi maior no sentido vestibulo-lingual do que méso-distal.

A preocupação com o mecanismo de limpeza e desinfecção dos canais radiculares está entre as prioridades da terapia endodôntica desde os primeiros estudos científicos. Schilder (1974) relata em seu trabalho sobre limpeza e modelagem dos canais radiculares a importância de, o desgaste promovido pela instrumentação, acontecer em todas as dimensões do canal e mostra o transporte do canal na região apical após seu preparo mecânico como uma falha comum que resulta em desconforto crônico e falha no tratamento endodôntico. Relata ainda a importância de manter-se a conicidade do canal, evitar a modificação na posição do forame, restringir a instrumentação aos limites do comprimento do canal, evitar a extrusão de material necrótico através do forame apical, remover todos os detritos de dentro do sistema de canais, criar, através da instrumentação, espaço suficiente para medicação intracanal e possível drenagem de exsudato e descontaminar completamente canais únicos na primeira sessão. O autor ainda aborda as características dos instrumentos manuais e rotatórios, brocas Gates-Glidden e dos limitadores do comprimento de trabalho. Ressalta a importância do controle radiográfico durante o tratamento, os preparos dos canais para receberem obturação com cones de prata e guta-percha e faz um resumo geral dos princípios clínicos comuns ao preparo de todos os canais radiculares.

Weine et al. (1975) utilizando canais simulados em blocos transparentes de resina, para que os procedimentos de preparo do canal pudessem ser diretamente visualizados e comparados, observaram os efeitos do preparo mecânico na forma original do canal radicular e do forame apical. Independentemente do tipo de instrumento ou da técnica utilizada na instrumentação, características indesejáveis foram observadas em todos os preparos, o que iria dificultar a execução de uma obturação satisfatória. Os autores recomendaram o uso de limas para pré-alargamento, uso de técnicas de limagem ou ainda de instrumentação rotatória para modificar o preparo convencional dos canais curvos.

Utilizando novamente canais simulados em blocos de resina, Wine et al. (1976) testaram quatro métodos de preparo de canais radiculares amplamente utilizados, dois manuais: limagem do canal e desgaste e remoção de detritos; e dois mecânicos: Giromatic e W&H hand pieces. Quanto ao tempo de trabalho, os resultados mostraram que o preparo do canal através da limagem mostrou-se a técnica mais eficiente. Os zíperes formados na região apical foram menores nos canais preparados pela técnica de desgaste e remoção de detritos e foram também os que mais mantiveram a curvatura do terço apical.

Em 1982 Goerig, Michelich e Schultz descreveram uma técnica de instrumentação para preparo de molares. Após ser obtido um acesso satisfatório às entradas dos canais, a porção cervical do canal é preparada com a técnica step-down, na qual o alargamento acontece primeiro nas porções mais coronais indo em direção às mais apicais e a porção apical é instrumentada com a técnica step-back, em que o desgaste ocorre na ordem inversa à primeira. Os autores afirmaram que essa técnica simplifica a instrumentação de canais curvos, pois possibilita o acesso às limas em linha reta ao terço apical, o que aumenta a velocidade de execução do preparo e a previsibilidade da obturação ao final da instrumentação.

Walia, Brantley e Gerstein (1988) estudaram o comportamento de limas de calibre # 15 e secção transversal triangular, fabricadas com Nitinol,

uma liga metálica de níquel-titânio de uso ortodôntico com baixíssimo módulo de elasticidade. Um processo único de fabricação foi usado no qual a estrutura de uma lima tipo K foi usinada a partir do arame de Nitinol inicial. As limas de Nitinol apresentaram de duas a três vezes mais flexibilidade elástica à torção e flexão, assim como maior resistência à fratura por torção quando comparadas às limas de mesmo calibre de aço inoxidável fabricadas pelo mesmo processo. As superfícies das fraturas causadas por torção horária e anti-horária foram observadas com MEV e apresentaram uma morfologia largamente plana para as limas constituídas pelos dois tipos de ligas metálicas e submetidas aos dois tipos de testes de torção. Foi possível pré-curvar as limas de Nitinol permanentemente assim como é feito frequentemente com as limas de aço inoxidável. Estes resultados sugeriram que as limas de Nitinol poderiam ser promissoras na instrumentação de canais curvos.

Weine e Ianno (1989) produziram um trabalho abordando a produção de degraus e deformação em canais instrumentados com dois tipos de sistemas mecânicos apontando possíveis soluções para esses problemas. Canais curvos simulados em blocos de resina foram instrumentados pelos sistemas Giromatic e Kerr M-4. Os canais preparados com Giromatic apresentaram melhores resultados em relação aos preparados com M-4. Os dois sistemas produziram degraus e outras deformações nos canais. Os autores descreveram ainda formas de minimizar a formação de degraus e demais deformações indesejáveis durante o preparo de limpeza e modelagem de canais curvos.

Com o objetivo de avaliar quantitativa e histologicamente a instrumentação pela técnica ultrassônica e manual, Biffi e Rodrigues (1989) prepararam vinte pré-molares superiores com dois canais. Os canais vestibulares e palatinos foram instrumentados alternadamente pelas duas técnicas até atingirem condições clínicas ideais para a obturação. Após o preparo mecânico, as raízes foram cortadas transversalmente a uma espessura de 0,1mm com o objetivo de avaliar a forma do canal e a capacidade de desgaste das técnicas. Os autores concluíram que a presença

de detritos no interior dos canais após a instrumentação depende mais da anatomia dos mesmos do que da técnica utilizada no preparo.

Ainda utilizando a técnica de instrumentação ultrassônica, Rodrigues e Biffi (1989) investigaram a contaminação bacteriológica em dentes com necrose pulpar e lesões periapicais. Foram instrumentados vinte dentes recém-extraídos com a técnica ultrassônica e limas tipo K utilizando hipoclorito de sódio 0,5% como solução irrigante. Os autores observaram que detritos compactados e micro-organismos foram frequentemente encontrados no terço apical e túbulos dentinários das paredes dos canais radiculares. Observaram ainda que, a sobre-instrumentação, ocorrida em alguns casos, levou à contaminação das lesões periapicais por micro-organismos e detritos do canal radicular.

Glosson et al. (1995) compararam, através da técnica de Bramante modificada e de um programa de subtração de imagem, canais instrumentados de NiTi manuais, rotatórias e de aço inox também de uso manual. Após preparar 60 canais mesiais curvos de molares mandibulares, os resultados mostraram que no terço apical, os canais instrumentados com limas rotatórias NiTi e um dos grupos de limas NiTi manual apresentaram menor transporte do canal no terço apical, desgaste mais centralizado e secções transversais mais circulares que os instrumentados com limas de aço inox e um dos grupos de NiTi manual.

Esposito et al. (1995) demonstraram em seu trabalho que a instrumentação com limas NiTi, tanto para uso manual quanto rotatório, permitiu o preparo de canais curvos com instrumentos de maior calibre, mantendo o trajeto original dos canais quando comparada à instrumentação com limas de aço inoxidável. Este resultado foi obtido através da sobreposição de radiografias pré e pós-operatórias de quarenta e cinco dentes com curvatura entre 20 e 45 graus, divididos em três grupos instrumentados com limas tipo K flex de aço inox, NT (Mac) e NT rotatórias ambas de níquel-titânio. Todos os grupos foram instrumentados até suas respectivas limas #45 e as diferenças começaram a surgir entre os grupos a partir da lima #30, quando as limas NiTi

continuaram mantendo o formato original dos canais e as de aço inoxidável começaram a gerar desvio no trajeto.

Coleman et al. (1996) avaliaram a instrumentação com limas NiTi e aço inox usando a técnica escalonada, para o preparo de canais curvos. Foram instrumentados 40 canais mesiais de molares mandibulares, nos quais foram realizados corte transversais entre 1 e 2 mm do forame apical, no meio da curvatura e na parte coronal. Utilizando o método de sobreposição das imagens obtidas antes e após a instrumentação, os autores analisaram o preparo dos canais quanto à área de dentina removida, transporte, formato alcançado e tempo gasto. Os resultados mostraram que, ao analisar a forma final, o terço apical mostrou-se menos circular que os terços médio e coronal; o transporte do canal foi maior no grupo instrumentado com limas de aço inox nos terços apical e coronal; e não houve diferença entre os grupos quanto à área de dentina removida e tempo gasto no preparo.

Em uma pesquisa para investigar o efeito promovido pelo formato da ponta das limas de níquel-titânio e aço inoxidável, cortantes e não cortantes, no preparo dos canais radiculares, Kuhn et al. (1997) verificaram os seguintes aspectos: remoção de dentina, centralização do desgaste e transporte do canal. As limas de NiTi, independente do formato da ponta, realizaram desgastes mais centralizados e demonstraram menos transporte apical que as limas de aço inox no calibre #25. Quando utilizadas até o instrumento #40 não houve diferenças entre o transporte nas regiões coronal e apical. Entretanto, na instrumentação até a lima #40, a combinação de liga metálica NiTi e ponta não cortante produziu maior transporte e remoção de dentina, assim como maior descentralização do preparo no terço médio do canal, quando comparada aos outros formatos de limas.

Utilizando quarenta blocos de resina com canais curvos simulados Coleman e Svec (1997) analisaram a instrumentação com limas manuais NiTi e aço inox tipo Kerr quanto à área instrumentada, transporte do canal, modelagem e tempo de trabalho. Os canais foram divididos em terços, apical, médio e coronal e imagens foram obtidas antes e após a instrumentação. Os

resultados mostraram que as limas de NiTi causaram menor transporte e mantiveram o desgaste mais centralizado ao nível do terço apical e, que a área removida através da instrumentação foi maior quando as limas de aço inox foram utilizadas no terço médio. O tempo gasto para a instrumentação foi maior quando as limas NiTi foram utilizadas e os cortes transversais não mostraram diferenças no formato dos canais dos dois grupos após o preparo.

Em uma pesquisa com o objetivo de avaliar as diferenças no preparo de canais curvos com limas de aço inox Flexofiles e níquel-titânio taper 0,02 rotatórias, Tucker et al. (1997) instrumentaram 22 canais méso-linguais, deixando os méso-vestibulares como controle para as características da dentina. Foi observada a capacidade das limas NiTi instrumentarem canais curvos de forma segura e eficiente, utilizando um programa digital para calcular a parte instrumentada como porcentagem do perímetro total do canal. E nos resultados, os autores encontraram a média total de instrumentação dos canais com limas de aço inox de 78,4% e dos canais instrumentados com as limas NiTi de 75,1%, não havendo dessa forma diferença significativa entre os grupos.

Em uma pesquisa para avaliar os aspectos pós-instrumentação de canais preparados com dois tipos de sistemas rotatórios NiTi, Thompson e Dummer (1998) observaram que a instrumentação com essas limas produziu baixos índices de transporte dos canais. Ao avaliar a intensidade das curvaturas, os autores perceberam que nas amostras com curvatura de 20° houve menor índice de transporte do canal que nas amostras com curvatura de 40°. Houve maior remoção de material da parte externa da curvatura do que na interna, tanto no ápice quanto no início da curvatura.

Schafer e Lau (1999) compararam a eficiência de corte e a segurança na instrumentação de canais curvos com limas de níquel-titânio e aço inoxidável. No que se refere a mudanças na anatomia do canal, ocorreram menos casos de transporte na instrumentação com limas NiTi do que com as de aço inox. Entretanto, a eficiência de corte foi maior para as limas de aço inox, que apresentaram melhor desempenho deixando menos áreas não



desgastadas pela instrumentação, mas causando um preparo sem uniformidade, o que levou a maiores índices de transporte dos canais. Ao avaliar a diferença na eficiência de corte, na instrumentação de canais curvos, de limas NiTi e aço inoxidável, os autores discutem o transporte do canal como sendo resultado da menor eficiência de corte na dentina dos instrumentos NiTi. Neste estudo foi observada a parede do canal mais desgastada durante a instrumentação, sendo no grupo preparado com instrumentação mecânica mais homogênea em relação à curvatura do canal e nos grupos preparados por instrumentação manual com maior desgaste nas paredes opostas às curvaturas, tanto para limas NiTi quanto para aço inox.

Através do emprego de micro TC para avaliar a quantidade de dentina removida, o transporte e a centralização no preparo do canal, Rhodes et al. (2000) realizaram uma pesquisa para comparar a instrumentação com limas de níquel-titânio manuais NiTiFlex e rotatórias ProFile 0,04. As imagens obtidas a partir do escaneamento antes e após a instrumentação foram subtraídas possibilitando a avaliação feita na região de 2 a 8 mm do ápice radicular. Não houve diferenças entre as duas técnicas testadas. A instrumentação manteve-se centralizada nos dois grupos. Os autores ainda chamam a atenção para a importância em se considerar os canais radiculares em três dimensões na avaliação de técnicas de instrumentação.

Wu et al. (2000) avaliaram através de cortes transversais a cada milímetro, do primeiro ao quinto, a partir do ápice radicular, a prevalência e extensão do formato oval longo dos canais na região do terço apical. Foram analisados todos os grupos de dentes e na maioria dos casos os canais tendem a forma circular na medida em que se aproxima do ápice. Entre os incisivos inferiores analisados apenas 10% dos canais apresentavam canais ovais longos a um milímetro do ápice.

Com o objetivo de avaliar a eficiência da instrumentação rotatória com limas NiTi FlexMaster e da instrumentação manual com limas de aço inox K-Flexofile, Schafer e Lohmann (2002) utilizaram 48 canais radiculares curvos de molares. Os dentes foram instrumentados até o calibre 35. A partir de

radiografias pré e pós operatórias a retificação do canal foi mensurada por um programa de análise de imagem. Os resultados mostraram que as limas NiTi realizaram um preparo mantendo a curvatura original dos canais que as limas de aço inox, entretanto, deixando uma maior quantidade de detritos e *smear layer* nos terços cervical e médio dos canais. Para o terço apical não houve diferenças entre os grupos. E concluíram que como no terço apical a quantidade de detritos presentes foi a mesma nos dois grupos, a técnica rotatória mostrou-se melhor na instrumentação de canais curvos que a manual, pois foi capaz de manter a curvatura original do mesmo.

Através de análise com microscopia eletrônica, Prati et al. (2004), avaliaram a presença de *smear layer*, detritos pulpare, detritos inorgânicos e o perfil da superfície em canais instrumentados com três sistemas rotatórios K3, RaCe e Hero 642 e limas manuais de aço inox K-files. O terço apical mostrou ter a maior quantidade de detritos pulpare e inorgânicos, *smear layer* e as irregularidades na superfície das paredes. Maior quantidade de detritos pulpare foram encontrados no terço apical dos grupos instrumentados pelo sistema K3 e RaCe do que nos preparados pelos sistema Hero 642 e limas K-files. Para os demais aspectos avaliados os grupos não apresentaram diferenças entre si.

Utilizando o sistema de muflas descrito por Bramante (1987), Song et al. (2004) compararam dois tipos de limas de níquel-titânio de uso manual, Great Taper utilizando uma técnica de força balanceada reversa e NiTiFlex com a técnica de força balanceada e limas de aço inoxidável tipo Kerr utilizando a técnica de recuo progressivo, quanto centralização da instrumentação, transporte e aumento da área do canal em secção transversal. Após instrumentarem 48 pré-molares inferiores com curvatura radicular entre 15 e 45 graus e analisar, através da sobreposição de imagens, as regiões a 2, 6 e 10 mm do comprimento de trabalho, os autores puderam observar que: ao nível apical, a centralização do desgaste, a distância do transporte e a quantidade de dentina removida foi significativamente menor nos grupos de

NiTi em relação ao grupo instrumentado com limas de aço inox. Nas demais regiões os grupos não apresentaram diferenças entre si.

Ao realizar um estudo clínico, Schafer et al. (2004) compararam a eficácia da instrumentação manual e rotatória com limas NiTi FlexMaster, realizada por oito profissionais experientes em clínicas particulares, quanto ao aspecto de retificação de canais curvos. Foram instrumentados 110 canais com o sistema FlexMaster e 84 com limas manuais. Os canais foram obturados após a instrumentação e radiografias pré e pós-operatórias foram feitas utilizando um dispositivo de mordida feito sob medida. A retificação dos canais foi determinada através de um programa de análise de imagens. A instrumentação pelo sistema FlexMaster resultou em menor retificação dos canais em relação à manual.

Em uma pesquisa comparativa, Guelzow et al. (2005) avaliaram a instrumentação realizada por seis sistemas NiTi rotatórios, FlexMaster, System GT Rotatory Files, HERO 642, K3, ProTaper e RaCe e limas de aço inoxidável Hedstroem, quanto a manutenção do comprimento de trabalho, retificação e irregularidades no diâmetro dos canais. Foram utilizados canais méso-vestibulares de molares inferiores com curvatura até 70°. Em todos os grupos os canais foram instrumentados até a lima #30. Os resultados mostraram não haver diferenças quanto a alterações no comprimento de trabalho entre os grupos; todos os sistemas NiTi rotatórios mantiveram razoavelmente a curvatura original dos canais; e o sistema ProTaper apresentou o menor número de irregularidades pós-operatórias no diâmetro dos canais.

Paqué, Musch e Hulsman (2005) compararam o preparo de canais radiculares mesiais de molares inferiores com curvaturas de 20 a 40° realizados com os sistemas RaCe e ProTaper. Entre outros aspectos, foram avaliados a retificação dos canais curvos e o formato da secção transversal após a instrumentação. A limpeza dos canais foi investigada através de microscopia eletrônica utilizando cinco índices para presença de detritos e *smear layer*. Os resultados mostraram que os dois sistemas mantiveram a curvatura dos canais de forma semelhante e satisfatória, com média de menos

de um grau de curvatura; ambos apresentaram preparos com diâmetros circulares para metade dos casos e eficácia insatisfatória de limpeza dos canais com altos níveis de detritos e *smear layer*.

Ressaltando a importância da adaptação do cone principal de guta percha Carvalho et al. (2006) avaliaram in vitro o percentual de adaptação do cone, na porção apical do canal radicular, após a confirmação clínica do seu travamento. Os autores utilizaram trinta raízes palatinas, que após instrumentadas até a lima #40 tiveram cones principais de guta-percha fixados aos canais e seus ápices desgastados até a visualização da ponta do cone de guta-percha. Após serem observadas em microscópio estereoscópico verificou-se um percentual de contato entre o cone de guta-percha e as paredes do canal radicular de 40,84% com desvio padrão de 6,25. E concluíram que o travamento do cone principal no batente apical não promoveu um contato efetivo entre o cone e as paredes circundantes do canal; não contribuiu para um preenchimento maior ou menor do forame apical pela guta-percha e que o percentual de preenchimento do forame apical pela guta-percha está diretamente relacionado com a conformação anatômica do forame.

Usando um método padronizado de radiografias com material de fixação de silicone e um dispositivo montado para as tomadas radiográficas, antes e após a instrumentação, sendo uma diferença de 90° de uma para a outra, Sonntag et al. (2007) avaliaram a diferença na instrumentação de canais curvos de molares inferiores com os sistemas NiTi rotatórios, K3, Mtwo e ProTaper. Através da sobreposição das radiografias pré e pós-operatórias foram avaliados o transporte dos canais, a formação de degraus e a presença de saliências no canal após seu preparo. Para os sistemas ProTaper e K3 foi usada a técnica coroa ápice e para Mtwo a técnica clássica de comprimento único. Além das raízes, o mesmo foi realizado em canais simulados. Para as raízes de dentes não foram encontradas diferenças entre os grupos, mas para os canais simulados em resina a instrumentação com o sistema Mtwo resultou em menos zíperes que os sistemas K3 e ProTaper; e quanto ao transporte, o

sistema ProTaper apresentou os piores resultados com o maior índice de transporte. Em relação à presença de degraus e saliências, não houve diferenças entre os grupos.

O estudo realizado por Hartmann et al. (2007) comparou in vitro, através de tomografia computadorizada (TC), a ocorrência de transporte do canal em raízes méso-vestibulares de molares superiores, instrumentadas com as técnicas manual, oscilatória e rotatória. Foram utilizados sessenta dentes divididos em três grupos, de vinte amostras cada, sendo os canais radiculares instrumentados da seguinte maneira: Grupo 1- instrumentação manual com limas tipo Kerr; Grupo 2- limas tipo Kerr acopladas a um sistema oscilatório movido por um motor elétrico; Grupo 3- instrumentação com limas níquel-titânio do sistema ProTaper rotatório movido por motor elétrico. Para comparar o transporte do canal produzido pelas diferentes técnicas, foram obtidas imagens tridimensionais através de TC pré e pós-instrumentação da secção transversal dos canais na região localizada a 3 mm do forame apical de cada dente. As imagens iniciais e finais de TC foram colocadas no programa Adobe Photoshop e sobrepostas para detectar as diferenças nas paredes dos canais entre elas. O transporte do canal foi medido através da distância entre o centro do canal antes e após a instrumentação. E os autores verificaram que todas as técnicas produziram transporte do canal e houve diferenças significantes entre a técnica manual que produziu menos transporte do canal (0,10mm) e as técnicas oscilatória e rotatória (0,37 e 0,22 mm respectivamente),  $p=0,021$ .

Com o objetivo de comparar a confiabilidade de execução de técnicas entre ProTaper manual e rotatório e a capacidade de centralização no preparo e índice de transporte de canais simulados em blocos de resina, por estudantes de Odontologia, Tu et al. (2008) realizaram uma pesquisa que resultou nos seguintes achados: as limas ProTaper manuais promoveram um desgaste maior na parede externa à curvatura quando comparadas às ProTaper rotatórias, com exceção da marca 0 (início do comprimento de trabalho); na totalidade de desgaste ao longo do canal, o grupo rotatório removeu menor

quantidade de estrutura que o grupo manual e a capacidade de centralização do desgaste foi a mesma para os dois grupos.

Em uma pesquisa cuja proposta foi avaliar a capacidade de centralização do desgaste e consequente ausência de desvio do canal no terço apical, Aguiar et al. (2009) realizaram a instrumentação de vinte canais de raízes méso-vestibulares de primeiros molares inferiores, com limas NiTiflex de uso manual e ProTaper Universal rotatório. Ao final da instrumentação, lima F3 e #30, para ProTaper e NiTiflex respectivamente, pode-se observar que houve maior transporte apical e menor centralização do desgaste no grupo em que os instrumentos NiTiflex foram usados.

Com o objetivo de avaliar três técnicas de instrumentação: grupo 1 limas de aço inoxidável tipo Kerr com a técnica de força equilibrada; grupo 2 limas tipo K (força equilibrada) e refinamento do preparo apical com limas FlexMaster de tamanho equivalente de conicidade 0,04; e grupo 3 com uma sequência híbrida de limas ProTaper e FlexMaster, Moore et al. (2009) utilizaram o método de micro TC. O preparo do canal radicular na região apical foi avaliado quanto à quantidade de dentina removida, circularidade do canal, transporte e como as dimensões da região apical do canal preparado correlacionaram-se às dimensões do último instrumento utilizado. Apesar do calibre do instrumento utilizado e da pouca experiência do operador, a mudança volumétrica (quantidade de dentina removida) nos canais preparados com o sistema rotatório associado às limas FlexMaster manteve-se pequena e foi produzido um preparo mais circular, que mais se assemelhou às dimensões do último instrumento utilizado. Houve uma tendência de menor transporte do canal quando as limas rotatórias de níquel-titânio foram utilizadas.

Em uma avaliação radiográfica do desvio apical de canais radiculares curvos após instrumentação com técnicas manual e rotatória, Pires et al. (2009) preparam 30 raízes com os sistemas rotatórios Profile e Race e com limas Flexofiles. E observaram que em nenhum grupo houve total manutenção da curvatura original dos canais; entretanto, houve um maior desvio apical no

grupo instrumentado com limas Flexofile em relação ao instrumentado com Profile.

Ainda com o objetivo de investigar, entre outros aspectos, a capacidade de modelagem de dois tipos de sistemas NiTi rotatórios comparados aos instrumentos de aço inox manuais, Vaudt et al. (2009) prepararam 45 raízes mesiais de molares inferiores divididas em três grupos, cuja instrumentação foi feita com os sistemas NiTi rotatórios Alpha System e ProTaper Universal e um grupo com limas manuais de aço inox tipo Hedstrom. Os autores observaram que apesar do sistema Alpha System ter apresentado a menor retificação do canal no terço apical e a menor quantidade de áreas não tocadas pelas limas, quando comparado aos outros grupos, o efeito de retificação do canal não pode ser evitado e áreas não instrumentadas ocorreram em todas as regiões dos canais de todos os sistemas utilizados.

Para verificar o aumento do desgaste na parte externa da curvatura, caracterizando assim o transporte do canal, 24 canais simulados em blocos de resina foram instrumentados com limas de níquel-titânio ProTaper rotatório F3, F4 e F5. Os canais foram fotografados antes e após a instrumentação e as imagens foram exportadas para o programa Adobe Photoshop. Através da sobreposição das imagens Silva et al. (2009) observaram que, independente da região do canal observada, a 1 ou 5mm do ápice, as limas F4 e F5 produziram maior desvio na curvatura dos canais quando comparadas às F3. O aumento do diâmetro dos instrumentos utilizados e sua consequente redução na flexibilidade levam ao desgaste exagerado e inapropriado durante o preparo do terço apical em canais curvos (Silva et. Al. 2009).

Avaliando a deformação do canal no terço apical após sua instrumentação sem variar a técnica Kunert et al. (2010) avaliaram a ocorrência de transporte apical após o uso das limas rotatórias ProTaper Universal F3 e F4. Na pesquisa foram utilizadas raízes méso-vestibulares de primeiros molares superiores, com curvatura variando entre 23 e 31 graus, as quais foram radiografadas no sentido méso-distal e vestibulo-lingual antes da instrumentação, quando instrumentadas com lima F3 e depois de

instrumentadas com lima F4. Foi realizada subtração digital com as radiografias. Foram encontrados os seguintes resultados: as imagens vestibulo-linguais revelaram um significativo transporte do canal após instrumentação com lima F4 quando comparadas às imagens após instrumentação com lima F3, em relação à posição original do canal ( $p=0,007$ ). Em relação às imagens mesio-distais não foram encontradas diferenças significantes ( $p=0,492$ ).

Em um estudo comparativo, Gergi et al. (2010) avaliaram o transporte do canal e a habilidade de centralização de limas NiTi rotatórias Twisted Files e ProTaper em relação às limas convencionais de aço inoxidável tipo Kerr. Foi usada tomografia computadorizada para avaliar os noventa canais instrumentados, divididos em três grupos, em seus terços apical, médio e coronal. As limas tipo Kerr apresentaram o preparo com maior transporte do canal, seguidas pelas ProTaper. A instrumentação com menor transporte e melhor centralização foi obtida com as limas Twisted Files. Sendo que neste estudo, as limas NiTi, acionadas mecanicamente, promoveram um preparo mais centralizado e com maior fidelidade à manutenção da anatomia original dos canais que as limas de aço inox de uso manual.

Por meio da análise com micro tomografia computadorizada, Yin et al. (2010) avaliaram a eficácia da instrumentação de canais curvos com limas tipo Kerr associadas à brocas Gates Glidden e limas NiTi rotatórias ProTaper. Foram instrumentados 24 canais de molares inferiores cujas imagens tridimensionais pré e pós-instrumentação foram feitas por micro TC. A instrumentação manual promoveu maior remoção de dentina e menor quantidade de áreas não instrumentadas que a realizada mecanicamente; o tempo gasto na instrumentação manual foi maior que na rotatória e o preparo dos canais com limas K produziu mais zíperes que o com limas ProTaper, mostrando assim que as limas NiTi rotatórias mantiveram a curvatura do canal com um tempo de trabalho menor e menos erros de execução, enquanto os instrumentos manuais de aço inox promoveram maior limpeza na superfície do canal.



Nagaraja et al. (2010) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar o transporte do canal, remanescente de dentina radicular e habilidade de centralização das limas NiTi ProTaper rotatórias e NiTiflex K de uso manual, também em raízes meio-vestibulares de molares superiores. Para comparar as características dos canais antes e após a instrumentação, foi usada tomografia computadorizada e as imagens sobrepostas foram medidas de 1mm a 9mm do ápice. Os resultados mostraram que as limas NiTiflex k produziram menor transporte do canal nos níveis médio e cervical das raízes. Ao nível do terço apical, o remanescente dentinário e o transporte do canal não apresentaram diferenças nos dois grupos, assim como a capacidade de centralização das limas foi a mesma em todos os níveis mensurados tanto para as rotatórias quanto para as de uso manual.

Com o objetivo de avaliar se o transporte do canal poderia ser evitado com o uso de limas sem ponta ativa, Yigit Ozer, Diyarbakir e Turkey (2011) realizaram um estudo no qual raízes méso-vestibulares de molares superiores foram instrumentadas com três sistemas rotatórios de limas de NiTi, ProTaper, Hero 642 Apical e FlexMaster. Para avaliar a retificação e transporte dos canais, foram obtidas Tomografias Computadorizadas Cone Beam antes e após a instrumentação e as imagens foram transportadas para o programa Adobe Photoshop. Verificou-se que, mesmo não havendo diferenças significantes entre si, os três grupos, apesar do uso de limas com pontas não cortantes, apresentaram transporte dos canais.

Sadeghi (2011) realizou uma pesquisa na qual canais simulados em blocos de resina foram instrumentados com limas NiTi rotatórias, Mtwo e FlexMaster e limas de aço inox manuais K-Flexofile com o objetivo de comparar sua habilidade de modelagem de canais curvos. Usando imagens obtidas antes e após a instrumentação, a retificação dos canais foi verificada através de um programa de análise de imagens; a remoção de material do interior do canal foi medida em cinco pontos a partir de 1mm do ápice e mudanças no comprimento de trabalho também foram analisadas. O autor concluiu, a partir dos resultados encontrados, que nos três primeiros mm

apicais não houve diferença entre os três sistemas analisados, todos promoveram desgastes sem uniformidade nas paredes dos canais; e a 5 mm do ápice, as limas K-Flexofile apresentaram melhor centralização, enquanto nos pontos coronais, 7 a 9 mm, os sistemas NiTi rotatórios promoveram um desgaste mais uniforme e centralizado do canal.

***Proposição***

---

## **Proposição**

Este trabalho se propõe a avaliar a influência dos ângulos de flexão das limas na configuração final do batente apical do canal radicular após a instrumentação e ainda a influência de diferentes técnicas e diferentes composições metálicas das limas no resultado final do preparo dos canais.

## **Objetivo Geral**

Avaliar a forma final do batente apical após a instrumentação do canal radicular, pelas técnicas: manual, com limas de aço inox e níquel titânio e, rotatória com limas de níquel titânio.

## **Objetivos Específicos**

Analisar:

- A influência do ângulo de flexão das limas na deformação do batente apical;
- A correlação da variação do ângulo de flexão das limas e a deformação do batente apical;
- Comparativamente a influência das técnicas de instrumentação testadas na deformação do batente apical.

## ***MATERIAIS E MÉTODOS***

---

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizados na presente pesquisa sessenta dentes incisivos inferiores humanos, extraídos por motivo de doença periodontal e doados para a pesquisa, mediante assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido, e com autorização do Comitê de Ética da UFU por meio do parecer 333/11 referente ao protocolo CEP/UFU 067/11.

### ***Critérios de Inclusão e Exclusão das amostras***

Foram excluídos os dentes que apresentavam dois canais radiculares, tratamento endodôntico, pino intrarradicular, fratura ou cárie com grande destruição coronária.

### ***Preparo dos dentes***

Os dentes foram limpos com lâmina de bisturi nº15 e armazenados em soro fisiológico até que fossem instrumentados. Foram então divididos em três grupos de vinte dentes cada, separados aleatoriamente.

Em todos os dentes foi realizada abertura coronária com brocas esféricas diamantadas nº 1016 e 3083 KG Sorensen e EndoZ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) em alta rotação e irrigação constante.

### ***Padronização radiográfica***

Para cada dente foram confeccionadas duas matrizes de silicone, uma contendo o dente na posição frontal, com a face vestibular voltada para cima e outra na posição lateral, com a face vestibular apontada para direita e lingual para esquerda, de modo que os dentes pudessem ser inseridos e removidos de

suas respectivas matrizes para serem radiografados sempre na mesma posição (Fig. 1 A 1).

As matrizes de silicone eram afixadas a um dispositivo composto por um cano TIGRE 60 NBR 5648 de 8 cm de comprimento e 60 mm de diâmetro acoplado por meio de cola a base de cianoacrilato a um posicionador radiográfico para dentes anteriores da marca Prisma (Fig. 1 B 3 e 4 respectivamente). Dessa forma foi padronizada a distância dos dentes ao cone radiográfico e a posição dos dentes nas radiografias pré e pós-instrumentação.

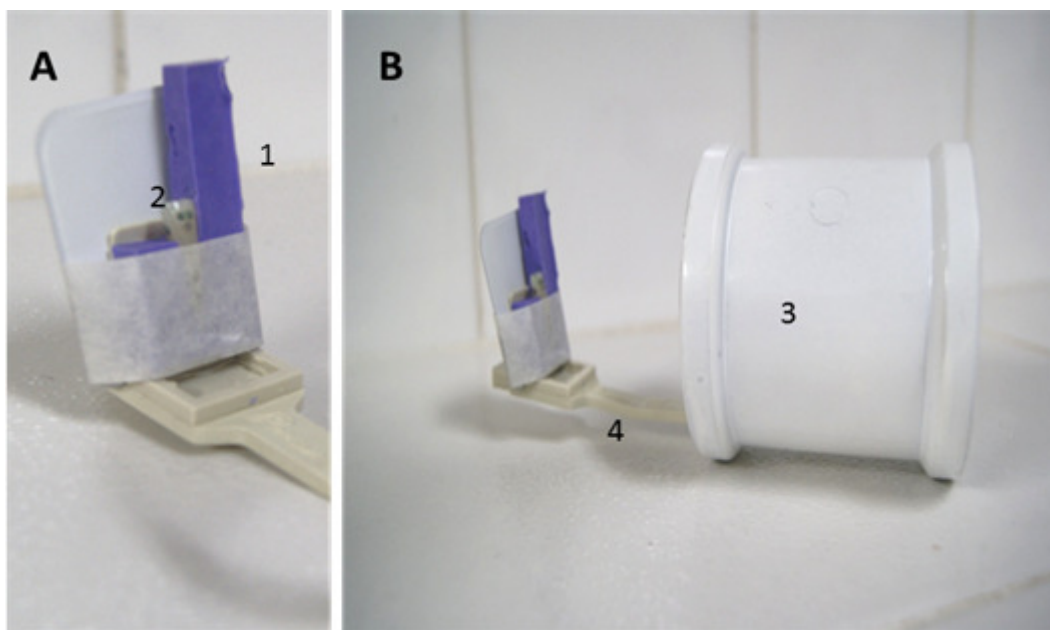


Figura 1 Dispositivo para padronização das radiografias. Em A material de moldagem para a fixação do dente, 2 dente adaptado na moldagem; 3 Tubo de PVC e 4 posicionador de radiografia acoplado no tubo PVC

O comprimento de odontometria foi determinado a partir da visualização da lima no forame apical, com auxílio de uma lupa Olympus SZ40, e a partir dessa medida, recuo de 1mm.



### ***Radiografias pré-operatórias***

Antes da instrumentação os dentes foram radiografados com uma lima tipo K n° 15 no comprimento real de trabalho (CRT) inseridos nas duas matrizes e estas afixadas ao dispositivo radiográfico, obtendo assim duas radiografias, uma frontal (Fig. 2 A) e outra lateral (Fig. 2 B) de cada amostra.

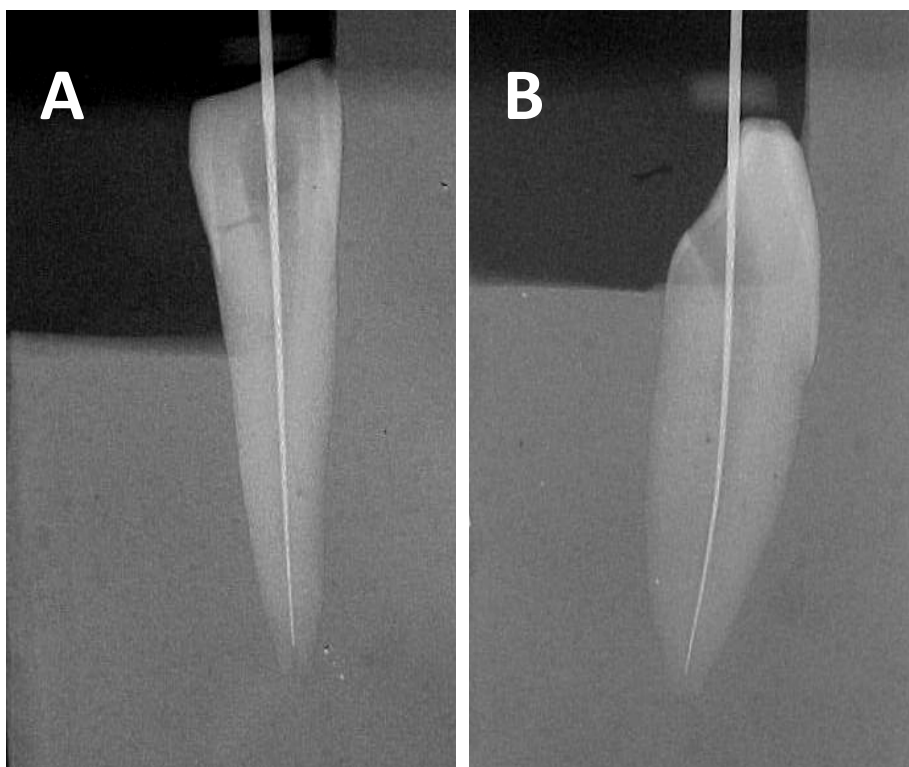


Figura 2 A. Radiografia inicial (antes da instrumentação) vista frontal;  
B. Radiografia inicial vista lateral.

### ***Instrumentação Grupo 1***

Os dentes do primeiro grupo foram instrumentados com limas Flexofile, de aço inoxidável, Dentsply Maillefer, seguindo as sequências da técnica crown-down (coroa-ápice) segundo Goerig, (1982). Para simular uma situação clínica no que se refere à posição do dente em relação ao operador,

os dentes foram inseridos em um manequim da marca Modont na posição do dente 31. A irrigação durante a instrumentação foi realizada com hipoclorito de sódio a 1% com volume de 1 ml a cada troca de limas (Fig. 3 B). Quando, na radiografia frontal pré-instrumentação era identificada curvatura na raiz, as limas eram adaptadas à essa curvatura. Mas o mesmo não foi feito para as radiografias laterais, uma vez que essa imagem não é obtida durante um tratamento em situação clínica na qual o dente está inserido no alvéolo. Os dentes foram instrumentados pelo mesmo operador, até a lima # 40 (Fig. 3 A) e então radiografados novamente nos dois sentidos, frontal e lateral, com a mesma lima K # 15 posicionada no CRT.

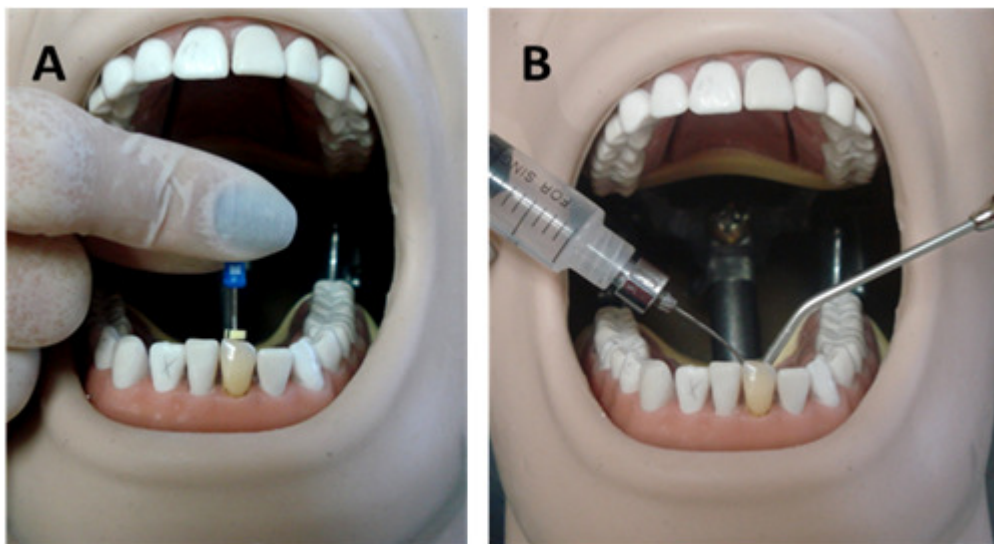


Figura 3. Técnica manual com limas de aço inox. A – Posicionamento do operador simulando a condição clínica B – Irrigação e aspiração do canal.

### ***Análise da documentação radiográfica***

As radiografias foram digitalizadas e trabalhadas no software ImageTool 3.00 (University Texas Health Science Center in San Antonio). Foi traçada uma reta seguindo o longo eixo da lima inserida no canal considerando sua trajetória sem a interferência da curvatura e outra reta partindo do ponto onde a primeira deixa de acompanhar a direção assumida pela lima até sua posição final no batente apical. O ângulo formado entre estas duas retas é o ângulo de flexão da lima. Desta maneira os ângulos formados pela flexão das limas, nos sentidos frontal e lateral, foram medidos antes e após a instrumentação dos dentes.

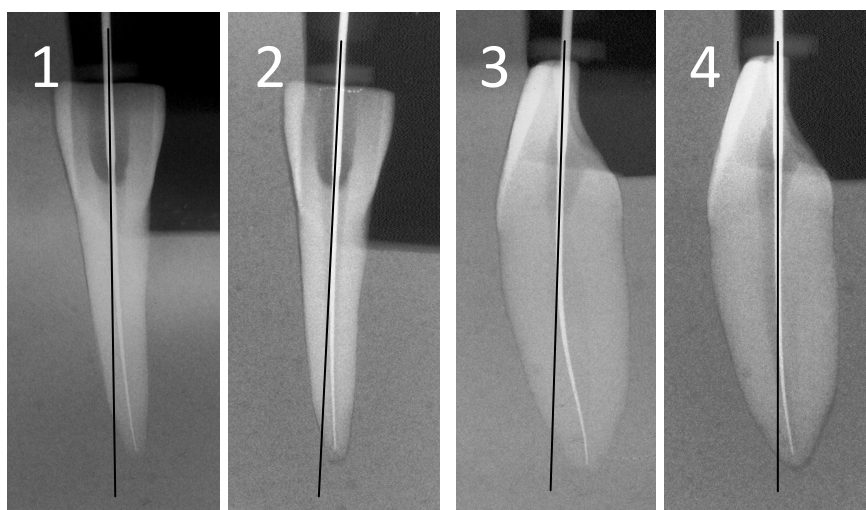


Figura 4. Vista frontal do dente antes (1) e após a instrumentação (2). Vista lateral do dente antes (3) e após a instrumentação (4).

### ***Seleção do cone de guta-percha***

Após as radiografias foi selecionado cone de guta percha número 40 que se adaptasse ao terço apical, de modo a oferecer resistência à remoção (travamento apical do cone) (Fig. 5 A).

### ***Preparo do ápice radicular para visualização do batente apical***

Foi realizado um desgaste na porção apical da raiz utilizando-se lixa d'água Norton AGUA T 223 ADVANCE, até que a ponta do cone de guta percha fosse completamente visualizada. Foi realizada uma nova fotografia do ápice radicular com o auxílio de uma lupa na qual se identificou a deformação do canal radicular no batente apical.

### ***Análise do batente apical***

A área do batente apical composta pelas áreas do cone de guta-percha e da deformação foi quantificada por meio do programa Image Tool. A área do cone foi delimitada e medida no programa de computador assim como a área da deformação (porção do batente apical não ocupado pelo cone principal de guta percha) (Fig. 5 B). Dessa maneira foram obtidas as porcentagens de deformação em relação à área total do batente apical para cada amostra.

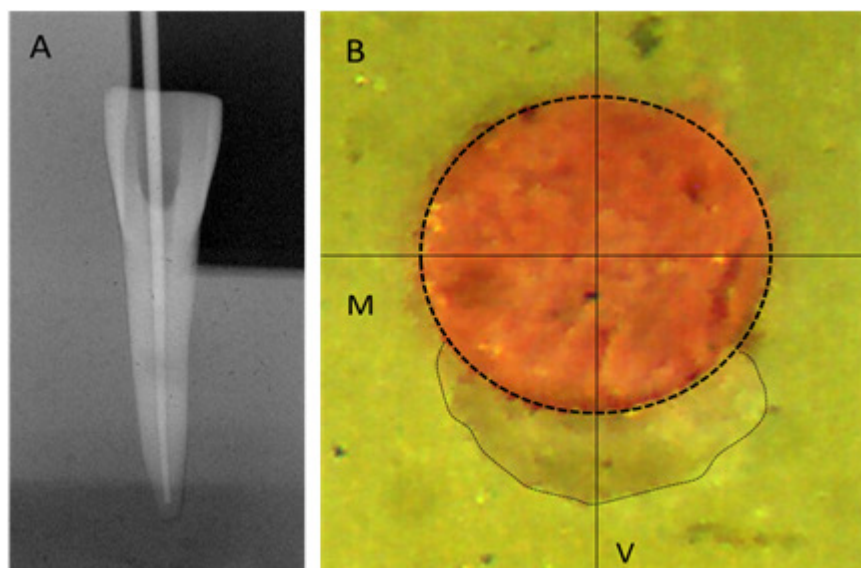


Figura 5. Em A radiografia da prova do cone. B. desgaste apical com visualização do batente apical e a adaptação do cone principal de guta percha.

### ***Instrumentação Grupo 2***

Para o segundo grupo foram seguidos os mesmos passos de radiografias pré e pós-instrumentação, fotografias e desgaste apical; entretanto, os dentes foram instrumentados com limas de níquel-titânio Hand ProTaper (Dentsply Maillefer) pela técnica manual conforme orientações do fabricante. Os dentes foram instrumentados com movimentos de rotação, começando pelo S1, SX, S2 no terço cervical, seguido de F1, F2, F3 e F4 cujo diâmetro da extremidade da (D0) ponta ativa equivale ao da lima K #40 no CRT (Fig. 6 A). Foram selecionados os cones de guta-percha da mesma forma que para o grupo anterior.

### ***Instrumentação Grupo 3***

Os dentes do terceiro grupo foram instrumentados com limas de níquel-titânio ProTaper Universal (Dentsply Maillefer) de acordo com as instruções do fabricante até o instrumento F4. Os dentes foram instrumentados utilizando-se o motor X-Smart com velocidade de 300 rotações por minuto, torque de 1,6 N/cm e contra-ângulo com redução 1:16 (Fig. 7). As limas S1, SX e S2 foram utilizadas para o preparo do terço cervical e médio e de F1 até F4 ao longo de todo CRT (Fig. 6 B). Foram seguidos os mesmos passos dos grupos anteriores nas tomadas radiográficas, irrigação, seleção do cone de guta-percha, desgaste do ápice, fotografia e análise de imagem.

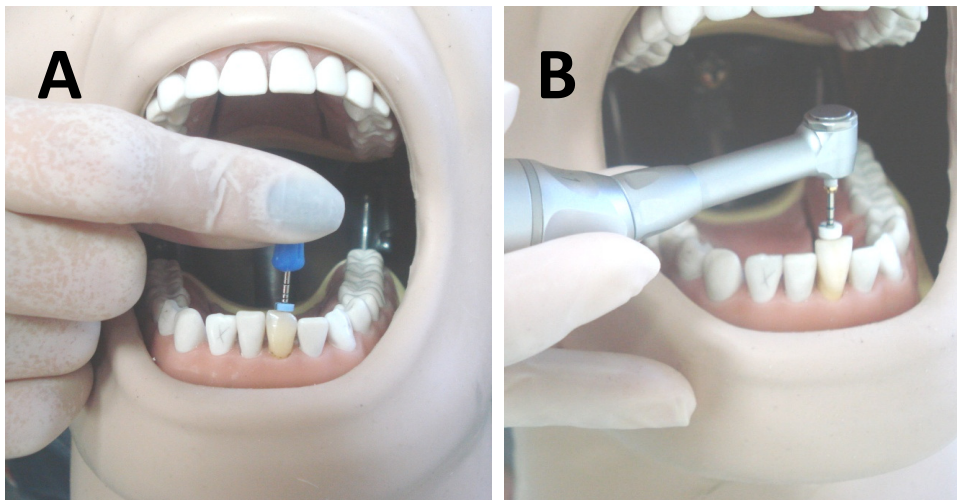


Figura 6.      A. Instrumentação pela técnica manual com limas de NiTi  
                     B. Instrumentação rotatória com limas ProTaper e motor X-Smart.

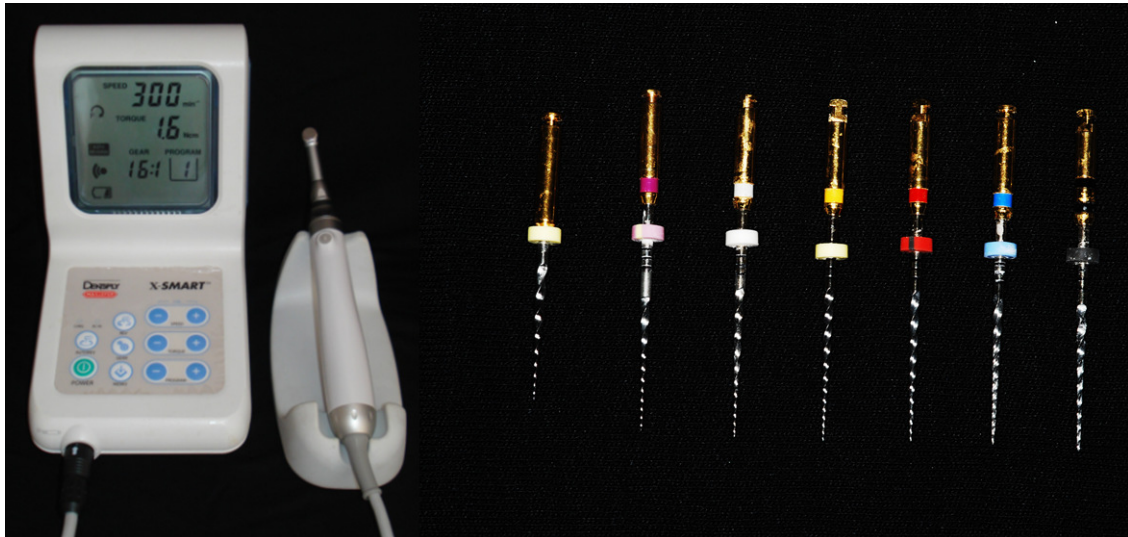


Figura 7. Motor X-Smart programado com velocidade de 300 rotações por minuto, torque de 1,6 N/cm e contra-ângulo com redução 1:16 e limas sistema ProTaper Universal.

## ***RESULTADOS***

---



## RESULTADOS

Após a instrumentação de todos os grupos, obtenção das medidas dos ângulos de desvio das limas e medidas das áreas de deformação do batente apical, foram encontrados os seguintes resultados:

Figura 8 – Amostra que apresentou ausência de ângulos de flexão das limas e ausência de deformação após instrumentação. Em A. desgaste apical evidenciando o batente apical sem distorção; B e D radiografias vista frontal e lateral antes da instrumentação; C e E radiografias vista frontal e lateral após a instrumentação.

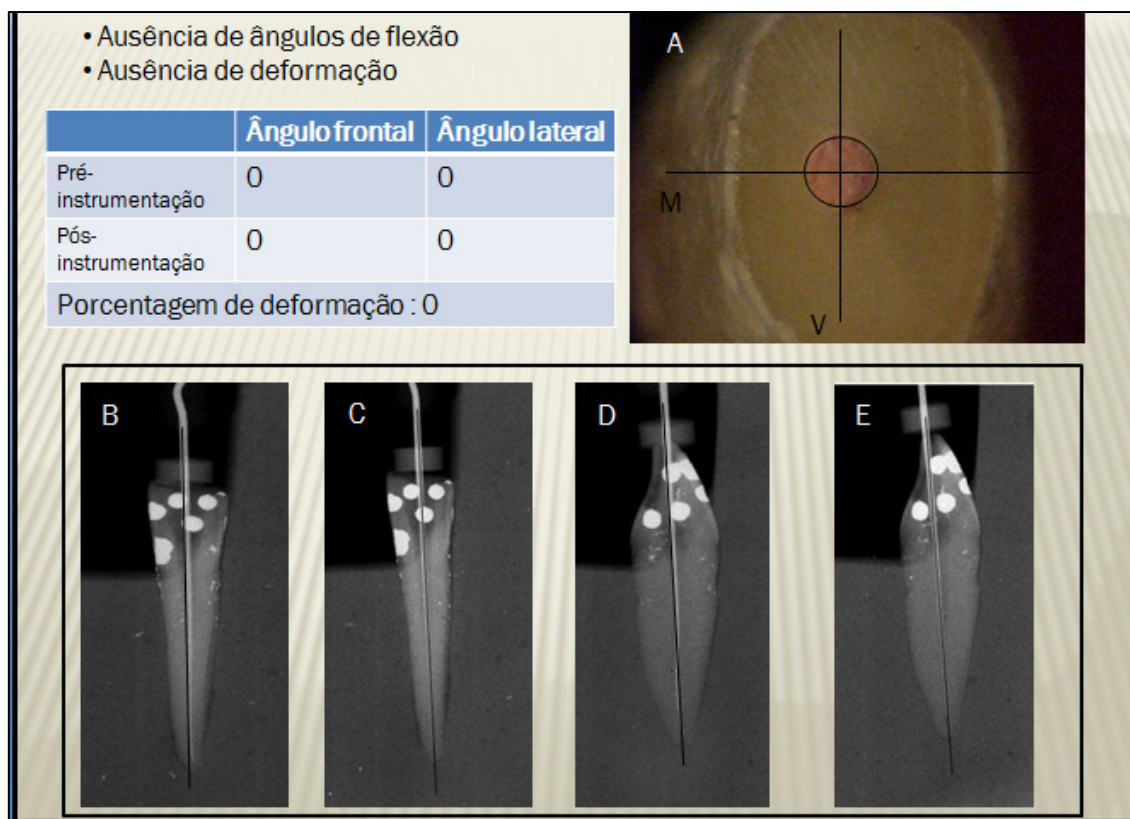




Figura 9 – Amostra que apresentou variação dos ângulos de flexão e deformação do batente apical após a instrumentação. Em A. desgaste apical evidenciando o batente apical com distorção; B e C radiografias com vista frontal antes e após a instrumentação; D e E radiografias com vista lateral antes e após a instrumentação. Notar o ângulo de flexão da lima nos sentidos lateral (D e E) e frontal (B e C).

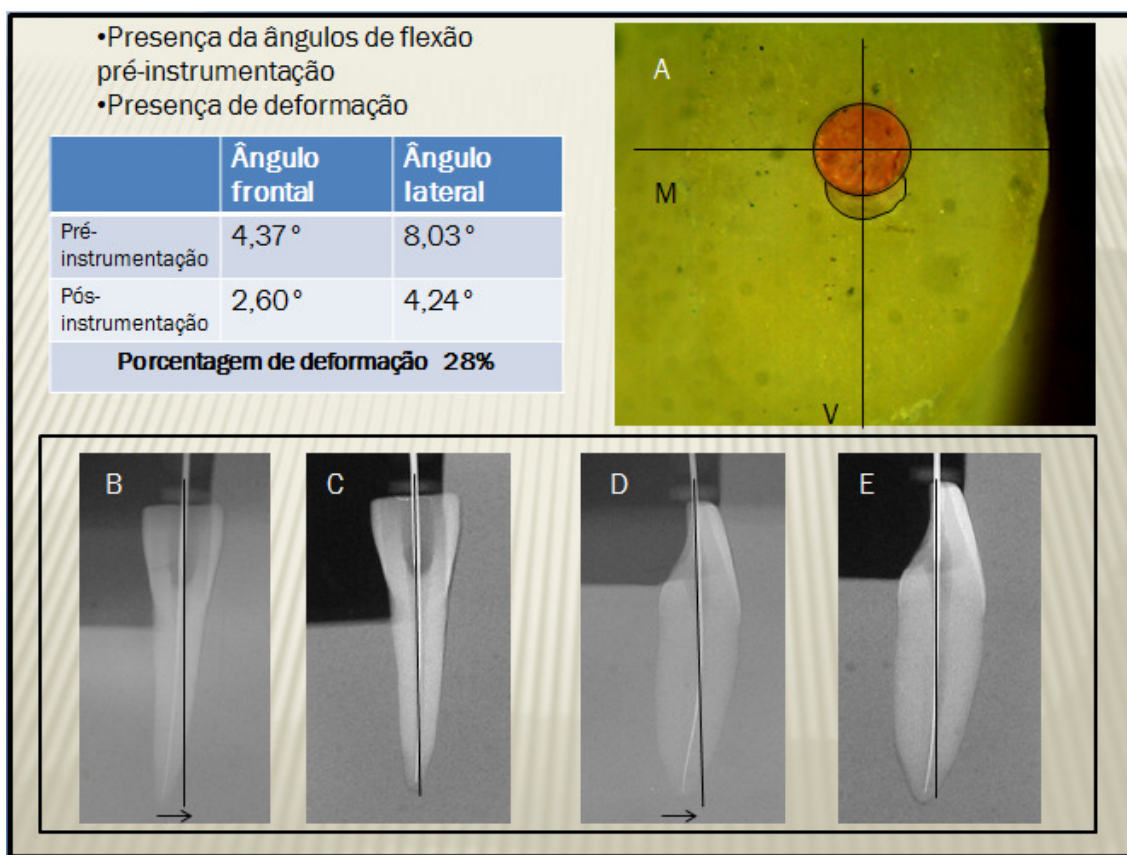


Gráfico 1 – Variação do ângulo de flexão das limas no sentido V-L (frontal) antes e após a instrumentação do canal radicular. Ângulos de flexão medidos nas radiografias iniciais em verde e finais em amarelo.

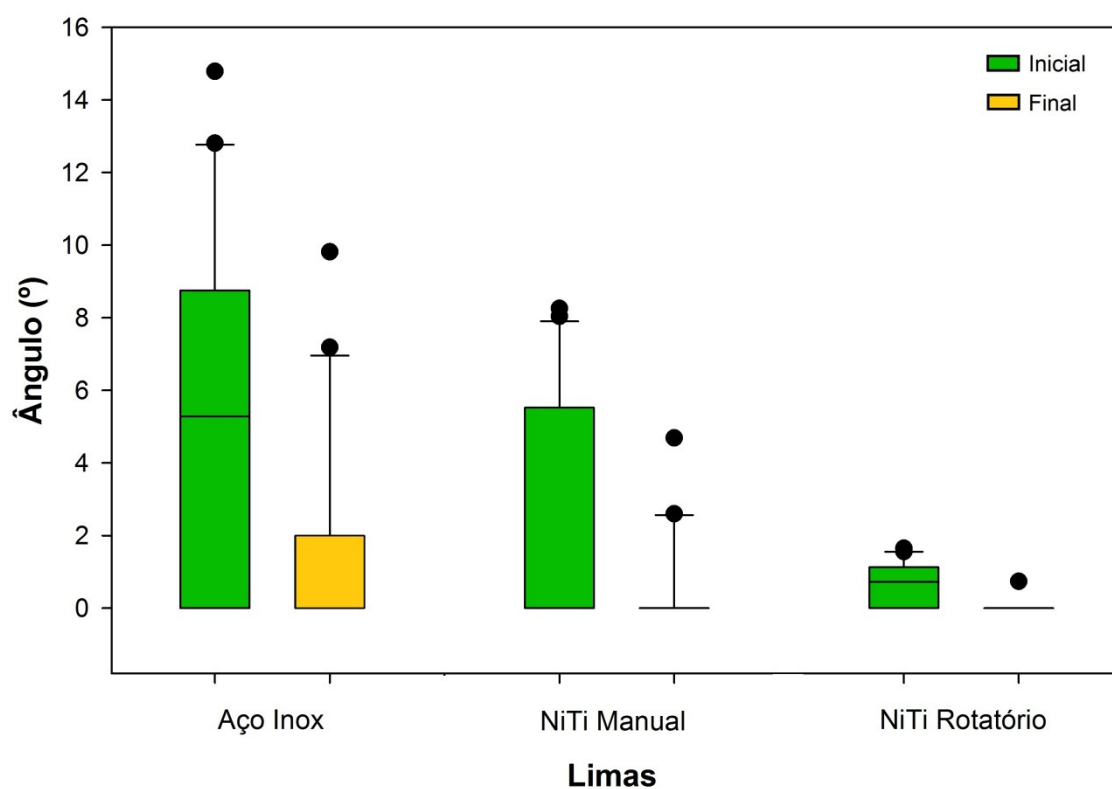


Gráfico 2 - Variação do ângulo de flexão das limas no sentido M-D (lateral) antes e após a instrumentação do canal radicular. Ângulos de flexão medidos nas radiografias iniciais em verde e finais em amarelo.

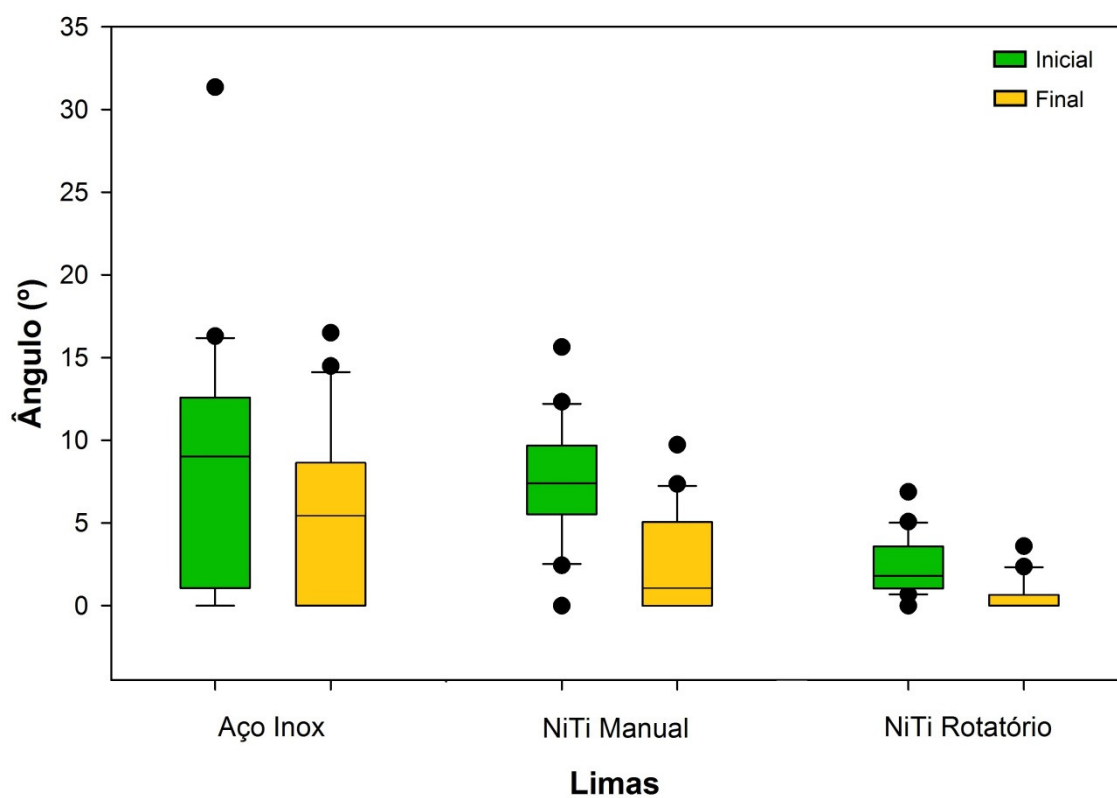
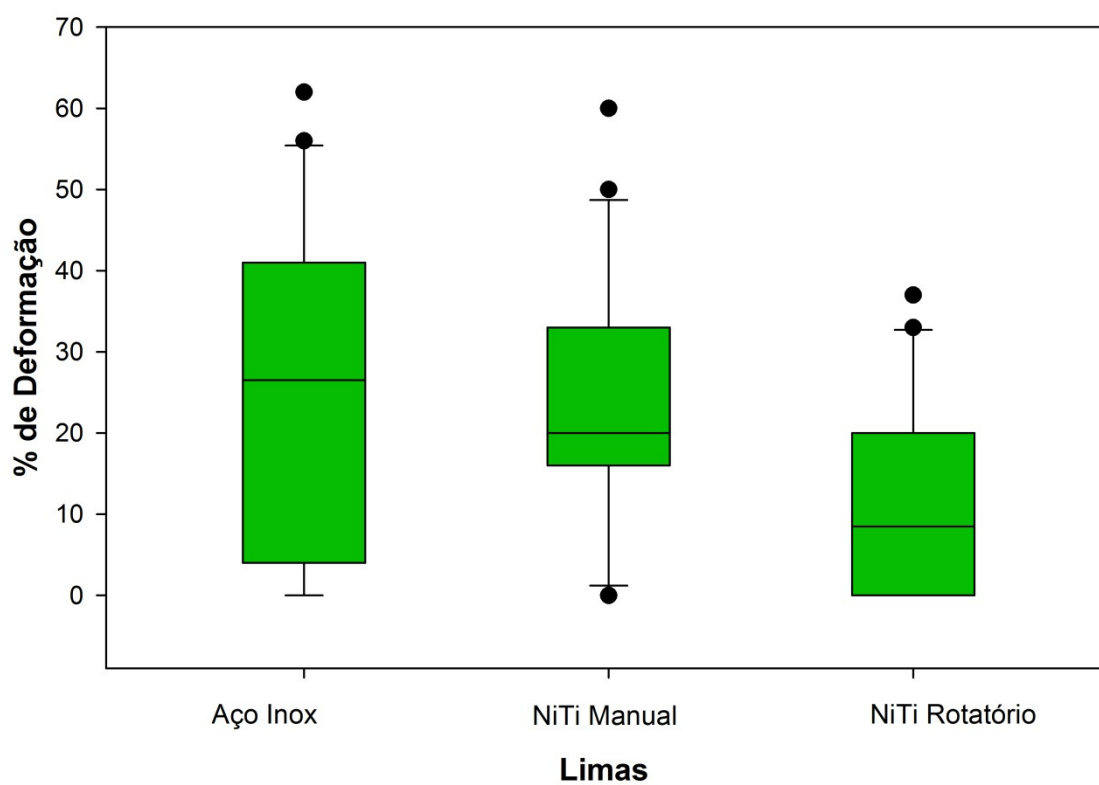


Gráfico 3 – Análise da morfologia do batente apical levando-se em consideração a área da deformação do batente apical em função da área preenchida pela guta-percha.



## ***Análise Estatística dos Resultados***

Tabela 1 – Probabilidades encontradas, quando da aplicação do teste de Wilcoxon aos ângulos de flexão das limas, antes e após a instrumentação, considerando-se as imagens radiográficas frontais e laterais.

Variáveis Analisadas	Probabilidades
RX- Frontal	0,002*
RX- Lateral	0,001*
(*) $p < 0,05$	

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 1, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, entre os valores das variáveis analisadas, mostrando que os ângulos de flexão das limas diminuíram após a instrumentação em todas as amostras.

Com interesse em verificar a existência ou não de correlações, estatisticamente significantes, entre as variações dos ângulos de flexão das limas, obtidas antes e depois da instrumentação e a deformação do batente apical, em relação à guta percha, foi aplicado o Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman (Siegel, 1975), considerando-se o sentido lateral e o sentido frontal.

O nível de significância foi estabelecido em 0,05, em um teste bilateral.

Os resultados estão demonstrados na tabela 2.

Tabela 2 – Valores de rs e das probabilidades a eles associadas encontrados, quando da aplicação do Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman, às variações dos ângulos, obtidas antes e depois da instrumentação, e à deformação do batente apical, em relação à guta percha, considerando-se o sentido frontal e lateral.

	Variáveis Analisadas	Valores de rs	Probabilidades
Grupo 1	Variação do ângulo (frontal) x porcentagem de deformação	-0,157	0,577
	Variação do ângulo (lateral) x porcentagem de deformação	-0,050	0,859
Grupo 2	Variação do ângulo (frontal) x porcentagem de deformação	0,329	0,156
	Variação do ângulo (lateral) x porcentagem de deformação	-0,505	0,023*
Grupo 3	Variação do ângulo (frontal) x porcentagem de deformação	0,205	0,386
	Variação do ângulo (lateral) x porcentagem de deformação	0,042	0,860

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 2, não foram encontradas correlações, estatisticamente significantes, entre os valores das variáveis analisadas. Portanto, não houve correlações entre a variação dos ângulos de flexão das limas antes e após a instrumentação e a deformação do batente apical. Com exceção da variação dos ângulos laterais no grupo 2, que

apresentou correlação negativa, ou seja, na medida em que a variação do ângulo aumenta a porcentagem de deformação diminui.

Com interesse em verificar a existência ou não de diferenças, estatisticamente significantes, entre as medidas obtidas a partir da utilização de limas de aço inoxidável, de níquel-titânio manual e também, de limas de níquel-titânio rotatório, foi aplicado o teste U de Mann-Whitney (SIEGEL, 1975), analisando-se as medidas de variação do ângulo de flexão e porcentagem de deformação.

O nível de significância foi estabelecido em 0,05, em um teste bilateral.

Os resultados estão demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 – Probabilidades encontradas quando da aplicação do teste de Mann-Whitney às medidas obtidas a partir da utilização de limas de aço inoxidável (aço) e às obtidas com limas de níquel-titânio manual (NiTi M), e também, entre as medidas obtidas com limas de níquel-titânio rotatório (NiTi R), considerando-se as medidas de variação do ângulo de flexão e porcentagem de deformação, com as imagens frontais e laterais, comparadas as séries de dados, duas a duas.

Variáveis Analisadas		Probabilidades	Probabilidades	Probabilidades
		Aço x NiTi M	Aço x NiTi R	NiTi M x NiTi R
Variação do ângulo - frontal		0,303	0,092	0,978
Porcentagem de deformação		0,672	0,025*	0,011*
Variação do ângulo – lateral		0,048*	0,860	0,000*

(\*)  $p < 0,05$

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 3, foram encontradas diferenças, estatisticamente significantes, entre as medidas obtidas com a variação do ângulo de flexão, sendo que a variação dos ângulos laterais após a instrumentação foi maior com o emprego das limas de NiTi manuais quando comparadas com as de aço inoxidável.

Foram encontradas, também, diferenças estatisticamente significantes nas medidas de porcentagem de deformação, quando comparadas as medidas obtidas com lima de aço inox e com lima de níquel-titânio rotatório, sendo que os valores mais elevados foram obtidos com as limas de aço inox.

Houve diferenças estatisticamente significantes entre as medidas de porcentagem de deformação e entre as medidas de variação do ângulo nas imagens laterais, quando comparadas entre si as medidas obtidas com limas de níquel-titânio manual e as medidas obtidas com limas de níquel-titânio rotatório, sendo que os valores mais elevados foram obtidos com as limas de níquel-titânio manual.

Em síntese os resultados demonstraram que a técnica rotatória utilizando limas de NiTi promoveu menor deformação no batente apical quando comparada à manual, tanto utilizando limas de NiTi quanto de aço inoxidável. A diminuição dos ângulos de flexão das limas após a instrumentação foi influenciada pela técnica utilizada no preparo dos canais, em que a técnica rotatória obteve os menores ângulos pós-instrumentação comparada à manual, principalmente quando observadas as imagens radiográficas laterais. Diante dos resultados obtidos, não é possível afirmar que a maior ou menor variação do ângulo de flexão das limas representaria uma maior ou menor deformação de batente apical.



## ***DISCUSSÃO***

---

## DISCUSSÃO

Partindo do princípio que o sucesso da terapia endodôntica é o resultado da realização adequada de cada um dos passos dos quais ela é composta, desde a abertura coronária até a obturação, para se alcançar um tratamento satisfatório é necessário que nenhuma das etapas seja negligenciada. A promoção de um acesso adequado das limas à entrada do canal radicular, por meio de uma abertura coronária bem executada, é extremamente importante para facilitar o acesso a todas as paredes do canal, pois a limpeza e o preparo anatômico dos canais radiculares são o principal objetivo da terapia endodôntica (Schider 1974 e Weine 1989).

Uma boa modelagem do canal pela ação mecânica das limas é considerada essencial, pois o formato do canal pode ter efeito na eficácia da desinfecção química (Vaudt , 2009).

As técnicas de instrumentação, além de promoverem a limpeza e modelagem do canal, invariavelmente levam a remoção de dentina de suas paredes (Schilder 1974). Entretanto, a remoção excessiva de dentina em apenas uma direção no canal, ao invés de equidistante em todas as direções a partir do centro do longo eixo do mesmo, causa uma deformação, que é o transporte do canal (Hartmann et.al. 2007).

A habilidade de modelagem dos instrumentos endodônticos é frequentemente avaliada em termos de preservação da forma original da curvatura do canal e prevenção de iatrogenias como fratura do instrumento, transporte do canal, degraus ou perfurações (Weine et.al.1976).

Os canais radiculares não são retos e nem sempre seguem as direções simples mostradas pelas imagens bidimensionais das radiografias. Os canais que se apresentam retos nas radiografias frequentemente possuem curvaturas perpendiculares ao plano do filme radiográfico e os que apresentam curvaturas mesiais ou distais, geralmente tem curvaturas adicionais que não

são mostradas no plano de apenas duas dimensões das radiografias (Schilder 1974).

De acordo com o Glossário de Termos Endodônticos da Associação Americana de Endodontia, transporte do canal é remoção de estrutura da parede do canal, na direção oposta à curvatura, na porção apical, devido à tendência que as limas têm de retornar à sua forma linear original durante o preparo dos canais.

No que se refere à instrumentação, a principal preocupação é que as limas toquem todas as paredes do canal, promovendo assim o desgaste em todas as direções. Para isso seria necessário que os instrumentos se adaptassem a todas as curvaturas apresentadas pelo canal. Entretanto, em virtude da morfologia dos canais e das características das limas isso não ocorre facilmente. Entretanto, Weine (1975), demonstrou que todas as limas, pré-curvadas ou não, tendem a retificar um canal curvo. E concluiu ainda que apesar da seleção do instrumento ou da técnica utilizada, os canais instrumentados apresentavam características indesejadas que eram reflexo da impossibilidade de manter a direção e forma original de seus trajetos.

Ao testar três tipos de limas flexíveis de aço inoxidável em canais simulados em blocos de resina, utilizando quatro técnicas de instrumentação, Schäfer (1996) demonstrou que, em todos os grupos houve maior desgaste de estrutura na parte externa da curvatura, resultando no transporte dos canais.

Como passo importante no tratamento endodôntico, a instrumentação está diretamente ligada à desinfecção e debridamento do canal radicular, o que terá também impacto direto na subsequente obturação (Yin et.al.2010).

O terço apical tem sido relatado como sendo a área crítica do canal radicular onde são encontrados restos pulpare e detritos inorgânicos (Biffi & Rodrigues, 1989; Rodrigues e Biffi, 1989; Foschi et al. 2004, Prati et al. 2004).

A anatomia interna dos canais radiculares varia de um dente para outro e também dentro de um mesmo canal, ao longo de seu comprimento,

apresentando-se de forma diferente nos terços cervical, médio e apical. O terço apical, de 3 a 4 mm antes da junção cimento-dentina, é a parte do canal radicular que tende a ser mais circular que elíptica ao longo de toda sua extensão (Wu, 2000). Nesta pesquisa os canais foram instrumentados até a lima K-40 e ProTaper F4, cuja ponta ativa tem o mesmo calibre. Esse preparo seria suficiente para fazer com que, na região do batente apical, os canais passassem a apresentar, em sua secção transversal, a mesma forma circular e o mesmo diâmetro do último instrumento utilizado, devido à diferença entre o diâmetro anatômico do forame e o da lima.

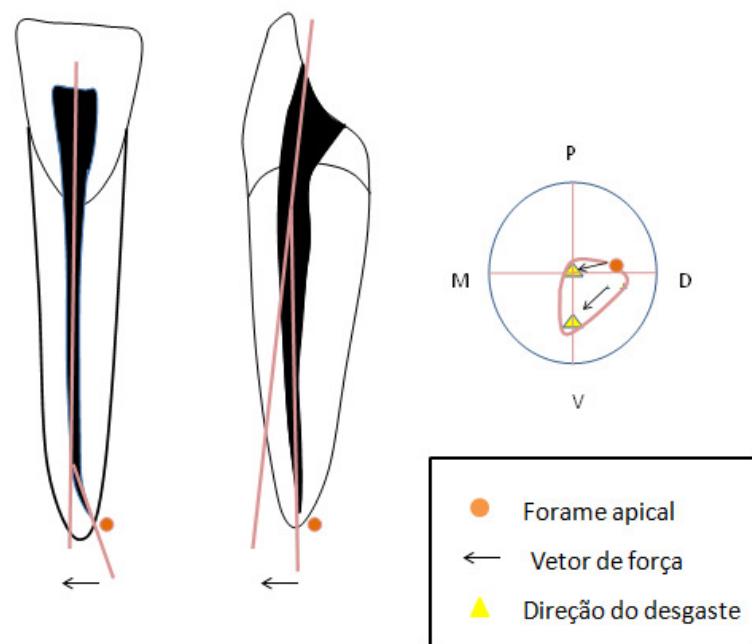
Entretanto, isto ocorreu apenas nos casos dos canais que não apresentaram ângulos de flexão das limas no início da instrumentação, casos controle do grupo 1, mostrando que, sem a influência desses ângulos, a forma final do batente apical é a mesma do último instrumento utilizado no seu preparo. Observar figura 6 em resultados.

Na sua pesquisa com limas tipo K de aço inox e NiTi manuais e rotatórias, Moore et. al. 2009, observaram que os canais instrumentados com limas NiTi rotatórias apresentaram, em maior número, forma final do terço apical com dimensões semelhantes às das últimas limas utilizadas em seu preparo. Os resultados apresentados por Moore et. Al. reforçam os encontrados neste trabalho, que as limas NiTi utilizadas na técnica rotatória são capazes de instrumentar canais curvos com o menor índice de danos à anatomia interna e, portanto, menor deformação do terço apical dos canais. Considerando que a influência dos vetores de força está presente em todos os canais curvos, uma vez que toda curvatura impõe um ângulo de flexão às limas, são os instrumentos NiTi rotatórios os que menos transmitem a ação desses vetores ao desgaste realizado no preparo dos canais.

Resultados opostos foram encontrados por Hartmann et.al. (2007), que interessadamente, como disseram os próprios autores, observaram um maior transporte dos canais quando instrumentados com limas NiTi rotatórias, em relação aos preparados com limas de aço inox pelas técnicas manual e oscilatória.

Os canais radiculares podem apresentar curvaturas em diferentes direções ao longo de seu trajeto. Isso deve ser lembrado, durante a execução do tratamento uma vez que, em situações clínicas, as imagens radiográficas mostram o dente em apenas um plano, facilitando com que o operador negligencie as características tridimensionais que retratam a anatomia real dos canais.

Ao ser introduzido no canal e passar por suas curvaturas, a lima sofre ação dos vetores de força que atuam em seus ângulos de flexão na mesma direção, mas em sentido oposto ao das curvaturas. Cada vetor de força, que age de modo a fazer com que a lima toque com mais intensidade a parede contrária a direção da curvatura, causando assim um desvio naquele ponto. Ao imaginarmos que o canal apresenta mais de uma curvatura ao longo de seu trajeto, reconhecemos também que, ao realizar o preparo mecânico, as limas formam vários ângulos de flexão e sofrem a ação de vários vetores de força, que resultam no transporte do canal de formação do batente apical.



**Esquema 1 - Ângulos de flexão das limas e vetores de força resultantes**

Conforme demonstrado no esquema 1, o dente incisivo inferior apresenta, em uma visão frontal, uma curvatura na direção distal devido à saída do forame que geralmente localiza-se na porção distal da raiz. Quando analisada em uma visão lateral, imagem com a qual não é possível contar em uma situação clínica, percebe-se que o canal impõem à lima uma curvatura, promovendo um vetor de força no sentido vestibular. Cada uma dessas curvaturas leva à formação de um vetor de força, que em conjunto compõem uma resultante no sentido mésio-vestibular responsável pelo transporte do canal no terço apical.

Considerando apenas uma curvatura, seria possível tentar neutralizar, ainda que parcialmente a ação desse vetor, por meio do pré-curvamento da lima, mesmo sabendo que pré-curvadas ou não, elas tendem a retificar os canais curvos (Weine 1975). Entretanto, os canais geralmente apresentam curvaturas em dois ou mais sentidos ao longo de seu trajeto e é praticamente impossível adaptar o instrumento em mais de uma direção. O que explicaria a grande incidência de desvios do trajeto do canal.

A introdução da liga metálica NiTi (níquel-titânio) contribuiu consideravelmente para a melhora na qualidade do preparo dos canais radiculares, pois essas limas apresentam maior elasticidade na flexão e torção e portanto maior resistência a fratura que as limas de aço inox (Walia 1988, Pruett 1997). As limas de NiTi não permitem a sua prévia adaptação às curvaturas do canal, pois durante a introdução no canal elas curvam-se mediante ação de uma força e retornam ao seu formato original quando da sua remoção. Essa característica poderia nos levar a pensar que o transporte do canal na região apical poderia acontecer de maneira mais efetiva.

Entretanto, conforme os resultados apresentados nesta pesquisa, a instrumentação manual com as limas de aço inoxidável e com limas NiTi não produziram resultados diferentes quanto à deformação dos canais no batente apical. Houve diferença quando os dentes foram instrumentados mecanicamente, sendo estes os que apresentaram os menores índices de deformação no batente apical.

Acredita-se que a dinâmica de instrumentação imposta na instrumentação rotatória automatizada, também influenciou nos resultados obtidos.

Na última década, diversos sistemas de limas de níquel-titânio acionadas mecanicamente em movimentos rotatórios com diferentes configurações e formatos foram desenvolvidos com o objetivo de reduzir o tempo de preparo e simplificar o procedimento. Muitos desses instrumentos tem sido estudados no que diz respeito a sua habilidade de limpeza e modelagem, segurança no uso e tempo de trabalho (Guelzow et al. 2005, Sonntag et al. 2007). Estes estudos demonstraram que essa técnica de instrumentação permite preparar os canais de forma centralizada, apresentando menores desvios em relação ao eixo principal do canal radicular (Paqué et al. 2005; Schäfer et al. 2006; Sonntag et al. 2007). Investigações tem demonstrado que o uso de limas NiTi diminui a prevalência dos graus de transporte do canal quando comparado aos instrumentos manuais (Schafer & Lohmann 2002; Schafer et al. 2004).

Foram selecionados para este trabalho 60 incisivos inferiores que apresentavam pouca curvatura ao serem visualizados em radiografias ortorradiais, obtidas em situação clínica. Entretanto, ao serem radiografados lateralmente, no sentido vestibulo-lingual, é possível perceber que quando as limas estão posicionadas no canal, elas sofrem flexão no sentido vestibulo-lingual em virtude da morfologia do dente.

Os dentes de todos os grupos experimentais foram instrumentados até a lima #40, pois esse diâmetro, quando comparado ao da secção transversal do canal no terço apical antes da instrumentação, seria capaz de dar ao canal a forma circular, exatamente igual à da secção transversal da lima se estivesse livre da ação dos ângulos de distorção impostos pelas curvaturas, como aconteceu nos casos controle do grupo 1.

A instrumentação no terço apical com limas de maior diâmetro pode proporcionar uma maior redução da contaminação pela remoção mecânica de

dentina contaminada em canais infectados, mas por outro lado aumenta a incidência de transporte do canal (Silva et.al, 2009).

Na presente pesquisa ficou claro que a variação do ângulo de flexão das limas no interior do canal, pode promover a deformação do batente apical, independente dos cuidados clínicos para que esses eventos não ocorram. Porém essa deformação pode ser minimizada com a utilização da técnica rotatória.

Nos dentes em que a lima não sofreu flexão no interior do canal não se observou deformação do batente apical após a instrumentação, ficando o mesmo, circular e mantendo uma perfeita adaptação do cone principal de guta percha.

Independente da técnica utilizada não foram encontradas correlações estatisticamente significantes entre a variação dos ângulos de flexão das limas antes e após a instrumentação e a porcentagem de deformação do batente apical.

Nos Grupos 1 e 2 encontraram-se valores altos de variação dos ângulos de flexão, o que significa que houve uma considerável mudança no trajeto original do canal devido ao desgaste promovido pela instrumentação tanto nos terços cervical e médio, como no terço apical, promovendo também a deformação no batente apical.

É possível considerar que, na técnica de instrumentação manual, quanto mais efetivo o preparo mecânico nos dois primeiros terços do canal, melhor será a acomodação da lima no seu interior minimizando os ângulos de flexão e, conseqüentemente, a deformação do batente apical.

Ainda para as técnicas manuais, quando comparados os valores da variação dos ângulos de flexão das limas numa visão frontal e lateral do dente e da porcentagem de deformação do batente apical, encontrou-se diferença significativa apenas na variação lateral dos ângulos, sendo que no grupo NiTi



houve maior variação dos ângulos laterais antes e após a instrumentação quando comparado ao grupo aço inox.

Este fato pode ser entendido por meio da análise da morfologia das limas, uma vez que a maior conicidade das limas NiTi promove um desgaste maior nos terços cervical e médio do canal quando comparado ao realizado pelas limas de aço inox, fazendo com que sejam encontrados valores menores nos ângulos de flexão das limas após a instrumentação dos canais, havendo dessa forma, uma variação maior entre os ângulos iniciais e finais.

Em seu trabalho, Schafer e Lohmann (2002) também observaram um maior transporte em canais curvos quando compararam a instrumentação manual com limas K-Flexofiles e rotatória com limas FlexMaster, que apesar de ser um sistema diferente do usado nesta pesquisa, pode ser interpretado de maneira semelhante.

Quando comparados entre si, os grupos 1 (aço inox) e 3 (NiTi rotatório) apresentaram diferenças significantes nos valores de deformação do batente apical e nas medidas dos ângulos de flexão numa visão lateral após a instrumentação, sendo que os maiores valores da deformação encontrados no primeiro grupo podem ser explicados pelo comportamento da lima durante a dinâmica de instrumentação. Resultados semelhantes foram encontrados por Kuhn et. al. 1997; Tu et.al. 2008; Aguiar et. al. 2009; Esposito et. al. 1995; Yin et. al. 2010; Schafer e Lau 1999; Pires et. al. 2009; Gergi et. al. 2010.

Assim sendo, à medida que a lima de aço inox é introduzida no canal, as curvaturas próprias do canal criam vetores de forças na lima impulsionando-a em sentido contrário à sua flexão causando maior desgastes que fogem do controle do operador. Isto foi minimizado na instrumentação rotatória (grupo 3), pois a liga metálica da qual é constituída lhe confere maior flexibilidade e, portanto, maior capacidade de adaptação às curvaturas do canal e pelo fato da lima girar 360° no interior do canal diminuiu a influência dos vetores de força.

Quanto às medidas dos ângulos de flexão da lima em uma visão lateral do dente após a instrumentação, os maiores valores são encontrados no grupo

1 porque o desgaste promovido pela instrumentação nos terços cervical e médio nesse grupo foi menor que no grupo 3 fazendo com que a lima continue apresentando um maior ângulo de curvatura ao ser introduzida no canal, mesmo após a instrumentação. O maior desgaste nos terços cervical e médio ocorrido durante a instrumentação rotatória (grupo 3), pode ser explicado pelo mecanismo de ação da lima, que girando em torno do seu longo eixo tendo a ponta ativa estabilizada no batente apical, promove um desgaste cônico ao longo do canal tendo o maior diâmetro localizado na região cervical e o menor na região apical do mesmo. Dessa forma, o trajeto do canal radicular dos dentes do grupo 3 apresenta menores ângulos de curvatura ao final da instrumentação quando comparado com o grupo 1.

Quando comparamos o grupo 2 (NiTi manual) ao grupo 3 (NiTi rotatório) é possível observar que os maiores valores de porcentagem de deformação do batente apical, foram encontrados no grupo 2. Embora mesmo utilizando limas de morfologia e liga metálica semelhante na técnica manual, a dinâmica de instrumentação leva o profissional a limitar os movimentos de rotação e priorizar o de limagem, o que pode levar aos mesmos problemas encontrados na técnica manual com limas de aço inox.

O sistema ProTaper rotatório apresentou, neste trabalho, um resultado satisfatório quanto ao índice de transporte dos canais e consequente deformação do batente apical, entretanto, quando comparado com outros dois sistemas rotatórios, K3 e Mtwo, na pesquisa realizada por Sonntag et.al. (2007), o transporte do canal causado pela sua instrumentação foi o maior entre os três.

As pesquisas realizadas com o objetivo de investigar o transporte, o desgaste de dentina sem uniformidade nas paredes e a retificação dos canais após a instrumentação, abordam de modo aprofundado as características e propriedades dos instrumentos utilizados, as características anatômicas dos canais antes do preparo e os métodos de análise para obtenção dos resultados. A partir daí conclui-se que a instrumentação de canais curvos gera certo grau de deformação em todas as técnicas. O que não foi citado ainda é

que na verdade, responsáveis por esse resultado são vetores de força gerados, pelos ângulos de flexão das limas impostos pelas curvaturas dos canais. Estes são a causa do desgaste descentralizado, do transporte dos canais e da deformação no batente apical. É necessário que mais estudos sejam feitos no intuito de desenvolver-se técnicas e instrumentos que anulem a influência desses vetores e sejam capazes de realizar um preparo uniforme e centralizado independentemente da complexa anatomia dos canais radiculares.

Acreditamos que pequenas deformações no batente apical não implicarão em prognósticos desfavoráveis ao tratamento, já que o material obturador ficará contido no interior do canal não sendo perceptíveis radiograficamente. Porém, a utilização de limas manuais de aço inoxidável de numerações maiores, sem sua adaptação no plano vestibulo-lingual, pode provocar fenestrações vestibulares ocasionando a necessidade de complementação cirúrgica do tratamento ou até mesmo o seu insucesso.

## ***CONCLUSÃO***

---

## CONCLUSÃO

Dentro das limitações desse estudo *in vitro* e a partir da metodologia empregada e consequentes resultados submetidos à análise estatística, pode-se concluir que:

1. As limas sofrem influência dos vetores de força causados pela sua flexão durante a instrumentação de canais curvos favorecendo a deformação do batente apical;
2. Não houve correlações entre a variação dos ângulos de flexão das limas antes e após a instrumentação e a maior ou menor porcentagem de deformação do batente apical; e
3. A instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio apresentou menor deformação do batente apical em relação a manual com limas de níquel-titânio e de aço inoxidável.

## ***REFERÊNCIAS***

---

## REFERÊNCIAS

1. Aguiar CM, Mendes DA, Câmara AC, Figueiredo JAP. Evaluation of the centering ability of the ProTaper Universal rotatory system in curved roots in comparison to Nitiflex files. *Aust Endod J* 2009; 35:174-179.
2. Biffi JCG, Rodrigues HH. Ultrasound in endodontics: a quantitative and histological assessment using human teeth. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 55-62.
3. Carvalho RLS, Pinheiro JT, Couto GBL, Silva ACC. Avaliação da área de adaptação do cone principal de guta-percha após seu travamento. *Estudo in vitro. Odontologia. Clin. Cientif. Recife* 2006; 3: 225-230
4. Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endod* 1996; 22: 603-607
5. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 1997; 23: 232-235
6. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995; 21: 173-176
7. Glosson CR, Haller RH, Brent-Dove S, E. Del Rio C. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995; 21: 146-151
8. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted files, Pathfile-ProTaper system and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010; 36: 904-907
9. Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod.* 1982 Dec;8(12):550-4
10. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotatory nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J* 2005; 38: 743-752
11. Hartmann MSM, Bartella FB, Fontanella VRC, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod* 2007; 33: 962-965
12. Ianno NR, Weine FS. Canal preparation using two mechanical handpieces: distortions, ledging, and potential solutions. *Compendium.* 1989 Feb; 10 (2):100-2, 104-5.

13. Kunert GG, Fontanella VRC, Moura AAM, Bartella FB. Analysis of apical root transportation associated with ProTaper Universal F3 e F4 instruments by using digital subtraction radiography. J Endod 2010; 36: 1052-1055
14. Kuhn WG, Carnes DL, Clement DJ, Walker WA. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. J Endod 1997; 23: 735-738
15. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. Am Dent Assoc. 1955 May;50(5):544-52
16. Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. Int Endod J 2009; 42: 1057-1064
17. Nagaraja S, Murthy BVS. Computed tomography evaluation of canal preparation using rotatory and nickel-titanium instruments: an in vitro study. J Conserv Dent 2010; 13: 16-22
18. Paqué F, Musch U, Hulsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotatory NiTi instruments. Int Endod J 2005; 38: 8-16
19. Pirani C, Cirulli PP, Chersoni S, Micele L, Ruggeri O, Prati C. Cyclic Fatigue testing and metallographic analysis of nickel-titanium rotatory instruments. J Endod 2011; 37: 1013-1016
20. Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. Clin Oral Invest 2004; 8: 102-110
21. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. J Endod 1997; 23: 77-85
22. Rhodes JS, Pitt Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. Int Endod J 2000; 33:279-285
23. Rodrigues HH, Biffi JCG. A histobacteriological assessment of nonvital teeth after ultrasonic root canal instrumentation. Endod Dent Traumatol 1989; 5: 182-187.
24. Sadeghi S. Shaping ability of NiTi rotatory versus stainless steel hand instruments in simulated curved canals. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011 May 1;16(3):e454-8.
25. Schafer E, Lau R. Comparison of cutting efficiency and instrumentation of curved canals with nickel-titanium and stainless steel instruments. J Endod 1999; 25: 427-430



26. Schafer E, Lohmann D. Efficiency of rotatory nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile – Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2002; 35: 514-521
27. Schafer E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: A comparison study. *J Endod* 1996; 22: 685-689
28. Schafer E. Comparison of Hand Stainless Steel and Nickel Titanium Rotary Instrumentation: A Clinical Study. *J Endod* 2004; 30: 432-435
29. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2):269-96
30. Silva KT, Grazziotin-Soares R, Limongi O, Irala LED, Salles AA. Wear promoted in the apical third of simulated canals after instrumentation with ProTaper universal system. *J Appl Oral Sci* 2009; 17: 501-507
31. Song YL, Bian Z, Fan B, Fan MW, Gutmann JL, Peng B. A comparison of instrument centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *Int Endod J* 2004; 37: 265-271
32. Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J* 2007; 33: 73-81
33. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Mity Roto 360° and Naviflex rotatory nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *J Endod* 1998; 24: 135-142
34. Tucker DM, Wenckus CS, Bentkover SK. Canal wall planning by engine-driven nickel-titanium instruments, compared with stainless-steel hand instrumentation. *J Endod* 1997; 23: 170-173
35. Tu MG, Chen SY, Huang HL, Tsai CC. Endodontic shaping performance using nickel-titanium hand and motor ProTaper systems by novice dental Students. *J Formos Med Assoc* 2008 Vol 107 No 5
36. Vaudt J, Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotatory nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J* 2009; 42: 22-33
37. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988 Jul;14(7):346-51.
38. Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape *J Endod.* 1976 Oct;2(10):298-303

39. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. J Endod. 1975 Aug;1(8):255-62.
40. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod 2000; 89: 739-743
41. Yigit Ozer S, Diyarbakir, Turkey. Comparisom of root canal transportation induced by three rotatory systems with noncutting tips using computed tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011; 111: 244-250
42. Yin X, Cheung GS, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotatory versus traditional instruments in c-shaped root canal system. J Endod 2010; 36: 708-712

## ANEXO 1



Universidade Federal de Uberlândia  
Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP  
Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 – Bloco A – Sala 224 - Campus Santa Mônica - Uberlândia-MG –  
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail: [cep@propp.ufu.br](mailto:cep@propp.ufu.br); [www.comissoes.propp.ufu.br](http://www.comissoes.propp.ufu.br)

ANÁLISE FINAL Nº. 333/11 DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEP/UFU  
067/11

Projeto Pesquisa: Avaliação comparativa da forma final do batente apical após instrumentação do canal radicular com limas de aço inoxidável e níquel-titânio.

Pesquisador Responsável: João Carlos Gabrielli Biffi

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

O CEP/UFU lembra que:

a- segundo a Resolução 196/96, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução 196/96/CNS, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Entrega de Relatório Final: **dezembro de 2011**

SITUAÇÃO: PROTOCOLO APROVADO

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 27 de maio de 2011.

Profa. Dra. Sandra Terezinha de Farias Furtado  
Coordenadora do CEP/UFU