

**Obturação dos canais radiculares: análise do volume da guta percha por  $\mu$ CT, da resistência de união do material obturador por *push out* e da interface adesiva por MEV**

***Renata de Araújo Coelho***

Orientador: *Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva*

Renata de Araújo Coelho

**Obturação dos canais radiculares: análise do volume da guta percha por  $\mu$ CT, da resistência de união do material obturador por *push out* e da interface adesiva por MEV**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva

Ribeirão Preto

2012

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento  
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto –

C672o Coelho, Renata de Araújo, 1978 -.  
Obturação dos canais radiculares: análise do volume da guta percha por  $\mu$ CT, da resistência de união do material obturador por *push out* e da interface adesiva por MEV / Renata de Araújo Coelho. - - Ribeirão Preto, 2012.  
71f.: il. color. + anexo.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva.

Tese (doutorado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Odontologia, área de concentração: Endodontia. Ribeirão Preto, 2012.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Canais radiculares - Obturação. 4. Microtomografia computadorizada. I. Título.  
CDD: 617.6342



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto.



## ***Dedicatórias***

Aos meus queridos pais,

**Maria Elza de Araújo Coelho e José Martonio Alves Coelho,**

por sempre tentarem amenizar os tombos que tenho levado no decorrer da vida, aos ensinamentos sobre caráter e honestidade.

Ao amor da minha vida,

**Thiago Bianchini de Almeida,**

pelo companheirismo, amizade e por trazer mais brilho e alegria para a minha vida.

Te amo!

Aos meus irmãos,

**Rafaella, Rodney e Rodger de Araújo Coelho,**

pela torcida a favor.

Aos meus sobrinhos,

**Matheus, Gabriel e Enzo** pela alegria proporcionada a toda família,

sou apaixonada por vocês.



***Agradecimentos***

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva**, por ceder seu precioso tempo e compartilhar seus conhecimentos para me ajudar a construir este trabalho, sua orientação sempre muito engrandecedora.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação da Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP, **Profa. Dra. Yara T. Corrêa Silva Sousa**, agradeço por ter tido tempo todas as vezes que precisei conversar, por sempre estar disposta a achar o melhor caminho para conduzir as mais diversas situações. Por ser uma profissional muito competente e ao mesmo tempo uma pessoa amável e amiga. Saiba que tenho um carinho todo especial por ti.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dra. Aline Evangelista Souza Gabriel, Prof. Dr. Carlos Eduardo Saraiva Miranda, Prof. Celso Bernardo de Souza Filho, Profa. Dra. Danielle C. Furtado Messias, Prof. Dr. Danyel Elias da Cruz Perez, Prof. Dr. Edson Alfredo, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof. Manoel Henrique Cintra Gabarra, Profa. Dra. Melissa Andréia Marchesan, Profa. Dra. Neide Aparecida de Souza Lehfeld, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Dr. Silvio Rocha Correa da Silva, Profa. Dra. Yara T. C. Silva Sousa**, obrigada pelos ensinamentos doados.

Ao **Prof. Dr. Manoel de Sousa Neto**, por ter me ajudado de diversas maneiras durante a execução desta pesquisa. Tenho uma admiração muito grande pelo pesquisador que é e me orgulho de ter sido sua aluna.

Ao **Prof. Dr. Edson Alfredo**, pela contribuição imprescindível na realização da metodologia.

Ao **Prof. Dr. Silvio Rocha Corrêa da Silva**, pela ajuda na estatística desta pesquisa.

Ao colega **João Felipe Bonatto Bruniera**, pela colaboração na execução do experimento.

À colega **Graziela Bianchi Leoni**, pela ajuda prestada na execução do experimento.

Aos colegas de turma, **Alessandro Rogério Giovani, Flávia Sens Fagundes, Francisca Tereza Coelho Matos, Fuad Jacob Abi Rached Júnior e Suellen Zaitter**, pelos aprendizados ao longo desses anos.

À **Cecília Maria Zanferdini** e **Joana Néia Vieira**, secretárias da pós-graduação, pelo pronto atendimento sempre que solicitado.

À **Marina Janólio Ferreira** e **Amarildo Marques da Silva**, pela atenção doada durante todos esses anos.

Aos funcionários da clínica de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, **Ana Carolina Dias, Ana Paula Jacomoni, Carla Scandar Teixeira, Cláudio de Paula**

**Joaquim, Prof. Danilo Alessandro de Oliveira, Evaldo Antônio Evangelista, Fábio Juliano do Santos, Fabíola Domenes de Sousa, Juliana Volgarini, Lúcia Helena Bianchi, Marilena Heredia, Regina Lúcia Ramos, Sérgio Pereira de Mendonça e Simone Andréa D. G. Baroni** pela gentileza durante todo o período da minha pós-graduação.

Saber que se sabe o que se sabe, e saber que não se sabe o que não se sabe; eis a verdadeira ciência.

Confúcio



## ***Resumo***

No presente estudo, analisou-se, após diferentes preparos cervicais, o volume do cone principal de guta percha quando da sua seleção e o volume da guta percha na massa obturadora, por meio de microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT); a resistência de união do cimento à dentina radicular, por meio do teste de *push out* e a interface dentina/cimento obturador por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Quarenta caninos superiores humanos, preparados pelo sistema K3 Endo até a lima 55/.02, irrigação-aspiração com NaOCl 2,5%, inundação final com EDTA 17%, foram divididos em 4 grupos (n=10): SP – sem preparo cervical, GG – preparo com Gates-Glidden, LA (LA Axxess) e SX (SX ProTaper). Realizou-se  $\mu$ CT - SkyScan 1174 (50 kV, 800 mA, 40 W, resolução espacial 30  $\mu$ m, ciclo 360°), para avaliar a adaptação do cone na extremidade apical. Após obturação com cimento AH Plus por meio da técnica da condensação lateral ativa, realizou-se novamente  $\mu$ CT para avaliar o volume de guta percha na massa obturadora, em relação ao volume do canal radicular. Em seguida os espécimes foram cortados em *slices* de 1 mm e testados em máquina universal de ensaios (Instron 4444). O *segundoslice* de cada amostra foi analisado por MEV. Na seleção do cone, a guta percha preencheu 66,58 $\pm$ 17,12% no SP; 79,39 $\pm$ 11,86% no GG; 74,68 $\pm$ 21,62% no LA e 77,10 $\pm$ 11,82% no SX, do volume do canal. Após a obturação, 94,91 $\pm$ 5,51%; 96,22 $\pm$ 3,59%; 92,68 $\pm$ 4,14% e 87,09 $\pm$ 18,22%. Houve diferença entre o SP e os demais: SP- T=-4,001 (p=0,016); GG- T=-2,250 (p=0,109); LA- T=-0,767 (p=0,523), e SX- T=-1,047 (p=0,354). No *push out* todos os grupos se apresentaram estatisticamente semelhantes (p=0,15), com valores de 4,70 $\pm$ 2,1 MPa para o SP; 2,37 $\pm$ 1,54 MPa para o GG; 3,62 $\pm$ 1,85 MPa no LA e 4,26 $\pm$ 2,33 MPa no SX. A MEV mostrou *tags* em todos com exceção do SP, com *gaps*. O preparo cervical não afetou a resistência adesiva do material obturador, entretanto, demonstrou maior imbricação do mesmo com a dentina evidenciada pelo maior número de *tags* e ausência de *gaps*.



## ***Summary***

This study analyzed the volume of the main gutta-percha cone about its selection and the volume of gutta-percha on the filling mass after different cervical preparations by using Computerized Microtomography ( $\mu$ CT); the bond strength of the sealer to the dentin by push out test and the interface dentin/filling by using Scanning Electron Microscopy (SEM). Forty human upper canines, which was prepared by K3 Endo system until #55/.02, irrigation-aspiration with 2.5% NaOCl, final irrigation with 17% EDTA, were divided into 4 groups (n=10): SP – no cervical preparation; GG – prepared with Gates-Glidden; LA – prepared with LA Axxess and SX – prepared with SX ProTaper. To evaluate the cone adaptation to the apical end, it was performed  $\mu$ CT – SkyScan 1174 (50 kV, 800 mA, 40 W, spatial resolution 30  $\mu$ m, cycle 360°). After obturation with AH Plus using lateral condensation technique,  $\mu$ CT was performed again to evaluate the volume of gutta-percha on the filling mass in relation to the volume of root canal. Samples were cut in 1 mm slices and tested in universal testing machine (Instron 4444), while intact slices were analyzed by SEM. In the cone selection, gutta-percha filled 66.58 $\pm$ 17.12% in SP; 79.39 $\pm$ 11.86% in GG; 74.68 $\pm$ 21.62% in LA, and 77.10 $\pm$ 11.82% in SX, of the total root canal volume. After the obturation, 94.91 $\pm$ 5.51%; 96.22 $\pm$ 3.59%; 92.68 $\pm$ 4.14%, and 87.09 $\pm$ 18.22%. It was observed a significant difference between SP and the other groups: SP- T=-4.001 (p=0.016); GG- T=-2.250 (p=0.109); LA- T=-0.767 (p=0.523), and SX- T=-1.047 (p=0.354). In push out test, all the groups were statically similar (p=0.15) (values: 4.70 $\pm$ 2.1 Mpa for SP; 2.38 $\pm$ 1.54 MPa for GG; 3.62 $\pm$ 1.85 MPa for LA, and 4.26 $\pm$ 2.33 MPa for SX). All the groups presented tags when analyzed by SEM with exception for SP, which presented gaps. The preparation of the cervical samples did not affect the bond strength of the filling material, which presented higher imbrication with the dentin when the preparation of the samples was performed. This was indicated by the presence of tags and absence of gaps on the groups analyzed.



## ***Sumário***

Resumo

Summary

Introdução .....	01
Revista da Literatura.....	07
Proposição.....	61
Material e Métodos.....	63
Resultados.....	75
Discussão.....	83
Conclusões.....	91
Referências Bibliográficas.....	93

Anexo



## ***Introdução***

A obturação dos canais radiculares visa essencialmente o preenchimento de todo o espaço preparado e limpo dos canais, de forma tridimensional (ARI et al., 2010). A obturação tridimensional, bem compactada, previne a percolação e a microinfiltração de exsudatos periapicais para o interior dos canais radiculares, a reinfeção e cria ambiente biológico favorável para a cura (WU et al., 2006; ARI et al., 2010).

Para obturar os canais, rotineiramente, é feita a associação da guta percha, sob a forma de cones ou plastificada, com os cimentos obturadores. Para alcançar o

hermetismo, dois pontos são fundamentais na obturação do canal radicular: a seleção do cone principal e a utilização de um cimento obturador; caso contrário, poderá ocorrer o fracasso do tratamento endodôntico (PINEDA et al., 2005). Convém salientar que, quanto maior a área ocupada pela guta percha, considera-se que maior é a qualidade da obturação dos canais radiculares (SOUZA et al., 2009), visto que o espaço a ser ocupado pelo cimento obturador, responsável pela infiltração e falhas na obturação ao longo dos tempos, é reduzido (WU et al., 2002).

De acordo com as especificações da *American National Standards Institute* nº 78, os cones de guta percha devem apresentar calibre e conicidade compatíveis com as limas endodônticas convencionais e devem se adaptar perfeitamente à região apical do canal radicular, de modo a proporcionar vedação apical que impeça a entrada de fluidos teciduais periapicais, microrganismos e seus produtos no canal radicular já obturado (KOPPER et al., 2007).

Apesar de toda evolução em relação às normas de padronização, percebe-se que nem sempre há coincidência numérica entre o instrumento utilizado no preparo apical e a numeração do cone principal, estabelecido pela norma ISO nº 3630-1. O travamento do cone, muitas vezes, não assegura a sua correta adaptação à porção apical do canal, que somente acontece quando há correspondência entre a forma da secção do canal com a do cone, o que poderá comprometer a qualidade do selamento apical na obturação, devido à obliteração incompleta do sistema de canais radiculares (PINEDA et al., 2005).

Para a correta seleção do cone principal de guta percha, realizam-se alguns testes, dentre os quais: o visual, no qual o cone selecionado e pré-mensurado com a medida do comprimento de trabalho, percorre todo o canal radicular até encontrar o ponto de referência do dente; o tátil, que permite a verificação do travamento pelo tato e que é confirmado por um exame radiográfico periapical, revelador do seu posicionamento ao atingir o limite mais apical do comprimento de trabalho (WAECHTER et al., 2009). Esses testes, porém, não são precisos já que podem sofrer interferências de alterações anatômicas tal como ocorre com os instrumentos endodônticos durante a exploração inicial do canal radicular. Nestes casos essa dificuldade é contornada mediante o alargamento prévio do terço cervical do canal, com a eliminação de possíveis interferências (CONTRERAS et al., 2001; TAN; MESSER, 2002; BARROSO et al., 2005; PÉCORA et al., 2005; VANNI et al., 2005; IBELLI et al., 2007; CECCHIN, 2009). Tais interferências ocorrem pela contínua e progressiva formação de dentina na câmara pulpar que estreita o diâmetro do canal radicular, principalmente no terço cervical (BAUGH; WALLACE, 2005). Um novo conceito de preparo do canal radicular foi introduzido a partir da ampliação reversa, em que a manipulação do canal é realizada de cervical para apical, mediante a utilização da associação de limas endodônticas com outros instrumentos para ampliar a porção cervical do canal radicular, com o objetivo de melhorar a eficiência das manobras de limpeza e de modelagem do canal sem criar deformações e desvios. Assim, grande importância se dá ao preparo da embocadura do canal radicular (SILVEIRA et al., 2008). Além disso, a realização do preparo de cervical para apical promove menor quantidade de material extruído para além do forame apical

durante o preparo do canal radicular, o que torna o ato operatório mais seguro, principalmente nos casos de necrose pulpar (ER et al., 2005).

O correto preparo do terço cervical e o do terço médio permitem que os instrumentos sofram menos interferências ao percorrerem essas regiões, e suas ações fiquem mais concentradas no terço apical. Além disso, o alargamento dos terços cervical e médio permite que o instrumento tenha acesso mais retilíneo ao terço apical, o que reduz a possibilidade de ocorrência de acidentes durante o preparo biomecânico (TORABINEJAD, 1994).

A seleção correta do cone, bem como a sua perfeita adaptação no batente apical, influencia diretamente na qualidade da obturação do canal radicular, cujo controle de qualidade pode ser feito por meio de radiografias periapicais, ou também por meio da tomografia computadorizada (TC) (GARIB et al., 2007; ABUABARA et al., 2008; SILVA FILHO, 2011).

Na Endodontia, a tomografia computadorizada de feixe cônico (*cone-beam computed tomography* - CBCT) é utilizada para o diagnóstico periapical, avaliação da anatomia do canal radicular, de defeitos relacionados às lesões de reabsorção radicular, elucidar suspeitas da existência de perfurações e no planejamento de cirurgias parendodônticas (PATEL; HORNER, 2009a ; IOANNIDIS et al., 2011), bem como para detectar a ocorrência de fraturas (ÖZER, 2011), com superioridade em relação ao exame radiográfico convencional (GAMBARINI et al., 2011; ZHANG et al., 2011).

Microtomografias computadorizadas de alta resolução ( $\mu$ CT) são um tipo de tomografia computadorizada por feixe cônico (CBCT) utilizadas para avaliar formas

tridimensionais e volumes dos canais radiculares na Endodontia experimental (IKRAM et al., 2009; MOORE et al., 2009; VIER-PELISSER et al., 2010). Essa técnica apresenta como vantagem o fato de não exigir preparação dos dentes avaliados, com destaque para a natureza não destrutiva do processo (YIN et al., 2010; VIER-PELISSER et al., 2010; SOMMA et al., 2011). Além disso, a  $\mu$ CT permite a obtenção de imagens com boa resolução geométrica, em tempos relativamente curtos de aquisição, mediante procedimentos operacionais simples, protocolos de varredura rápidos, com baixos custos de aquisição da imagem e de manutenção do aparelho (SCHAMBACH et al., 2010). Deve ser destacada a possibilidade de observar *ex vivo* fraturas dentais, lesões cariosas, secções do esmalte e da dentina (NAGASAWA et al., 2010) e estudar as técnicas de preparo do canal radicular (PETERS et al., 2010), porém com a limitação de amostras experimentais reduzidas (PETERS; PAQUÉ, 2011).

Há que se considerar, em relação à guta percha e à sua falta de adesividade, o fato de que, mesmo que esteja bem adaptada às paredes dos canais radiculares, deve existir, na massa obturadora, um meio cimentante que promova a união dos cones de guta percha entre si e destes com a dentina (CHANDRASEKHAR et al., 2011), de modo que a massa fique aderida às paredes dentinárias.

Assim, diante da importância da obturação hermética dos canais radiculares para garantir o sucesso da terapêutica endodôntica, da importância da seleção do cone principal de guta percha para se alcançar o hermetismo do selamento dos canais e da resistência de união da massa obturadora às paredes dos canais, percebe-se a

necessidade do estudo da adaptação do cone principal, a qualidade da obturação realizada em condições análogas às realizadas na clínica odontológica.



## ***Revista da Literatura***

Para facilitar a leitura e o entendimento desta revista, optou-se pela sua divisão em tópicos, sendo que, neles, os artigos são apresentados em ordem cronológica.

### **I – PREPARO CERVICAL DOS CANAIS RADICULARES**

CARRASCOZA; PENSE (1994) realizaram um estudo comparativo envolvendo a técnica escalonada e a técnica de preparo cervical, avaliando a presença de desvio

apical, conicidade dos preparos e regularidade das paredes dos preparos. Após sete dias do preparo das duas técnicas, efetuou-se a moldagem de cada canal radicular com material de impressão à base de silicone. Os dentes foram então descalcificados e, logo após, removeu-se a estrutura dental remanescente, com o intuito de obter os modelos de canal preparado. Os resultados mostraram que a técnica de preparo cervical promoveu menor índice de desvio apical, melhor preparo cônico contínuo e exibiu uma melhor regularidade das paredes do preparo do que a técnica escalonada. Como base nos resultados pode-se concluir que o preparo cervical antes da realização da instrumentação permite a realização de um tratamento endodôntico com melhor qualidade.

IBARROLA et al. (1999) avaliaram a influência da ampliação cervical na passagem da lima até o forame apical e na performance do localizador apical *Root ZX*. Um instrumento calibre 10 foi introduzido no canal até o localizador indicar que o forame apical fosse atingido. Neste comprimento, os instrumentos foram presos com cianocrilato na região coronária e as raízes foram lixadas até que o forame apical e o instrumento fossem vistos. As amostras foram analisadas com aumento de 25 vezes e a mensuração da constricção apical até a ponta do instrumento foi mensurada. Os dados obtidos mostraram maior diferença (0,4 mm) entre as discrepâncias no grupo em que não foi realizada ampliação cervical, quando comparado ao grupo em que foi realizada a ampliação cervical (0,04 mm). Assim, os autores concluíram que a ampliação cervical facilitou a passagem do instrumento até o forame apical e melhorou o desempenho do localizador apical *Root ZX*.

CONTRERAS et al. (2001) compararam o primeiro instrumento que se prende no ápice, no comprimento de trabalho, antes e após o preparo cervical com brocas Gates Glidden (calibre 2, 3, 4, 5 e 6) e Radip Body Shapers (calibre 1, 2, 3 e 4). Neste estudo, a determinação do instrumento apical inicial, em cem canais mesiais de primeiros e segundos molares inferiores, foi realizada por meio da sensibilidade táctil, e confirmada por tomadas radiográficas. A discrepância entre a lima ajustada no comprimento de trabalho, antes e após o alargamento cervical, foi verificada nos dois grupos. Os resultados evidenciaram que houve diferença entre os valores dos diâmetros das limas com e sem alargamento, e que o aumento das limas que se ajustaram no ápice foi de até dois diâmetros, tanto para o grupo alargado com Gates-Glidden, quanto para o grupo alargado com Rapid Body Shaper, porém sem diferença estatisticamente significativa entre os tipos de alargadores cervicais utilizados. Os autores concluíram que a realização do alargamento prévio da região cervical permitiu a escolha mais precisa do instrumento apical inicial.

WU et al. (2001) avaliaram a qualidade de obturações de canais radiculares ovais, feitas com as técnicas da guta percha fria e aquecida em dois grupos de pré-molares inferiores, que, depois de instrumentados, foram obturados pela técnica da condensação lateral fria e da condensação vertical da guta percha aquecida. Os autores se valeram do estudo da infiltração marginal apical, detectada com o modelo de transporte de fluido. Após esse teste, os dentes foram seccionados a 2 e 4 mm do ápice, e a área do canal foi mensurada. A qualidade das obturações foi calculada como porcentagem da área do canal ocupada pela guta percha (PGP). Os resultados

mostraram que a grupo do aquecimento apresentou maior PGP do que o da guta percha fria, apenas a 4 mm do ápice. Concluíram que a compactação vertical da guta percha aquecida permite alcançar obturações de melhor qualidade do que aquelas feitas com condensação lateral fria, em canais ovais.

BARBIZAM et al. (2002) estudaram, por meio de análise histológica, a capacidade de limpeza promovida pela instrumentação rotatória com instrumento de Ni-Ti em canais radiculares achatados no sentido mesio-distal, irrigados com água destilada. Os resultados mostraram que, em canais radiculares com achatamento mesio-distal, a técnica de instrumentação manual com limas de aço inoxidável é mais eficiente na limpeza, quando comparada à instrumentação rotatória com instrumento de Ni-Ti e que nenhuma das técnicas testadas foi capaz de limpar completamente os canais radiculares.

TAN; MESSER (2002) fizeram um estudo com o objetivo de determinar o tipo de instrumento (tipo K e Lightspeed) e o impacto do preparo cervical na determinação do instrumento apical inicial que se prende no comprimento de trabalho. Cada canal foi calibrado usando instrumentos tipo K e Lightspeed seqüencialmente mais calibrosos até se prender no comprimento de trabalho, antes e após o preparo dos terços cervical e médio. Os resultados mostraram que, em geral, a média estimada do diâmetro anatômico com instrumentos Lightspeed foi maior do que com os instrumentos tipo K. Os autores concluíram que a detecção da região de constricção apical e a determinação do diâmetro do instrumento que se prende no comprimento de trabalho são realizadas por meio da sensibilidade táctil do profissional, e estão baseadas na suposição de que o

canal radicular é atresiado em sua porção apical. Assim, a lima passaria sem restrições até este ponto. Os métodos tradicionais de determinação do diâmetro anatômico da região apical têm subestimado o real diâmetro desta região. O mais correto seria determinar o tamanho de cada canal individualmente e, posteriormente, o instrumento mais adequado para promover a limpeza e modelagem da região apical.

WU et al. (2002) avaliaram se o primeiro instrumento que se prende no comprimento de trabalho corresponde ao real diâmetro anatômico do canal. No primeiro grupo, foram utilizados instrumentos tipo K e, no outro, instrumentos Lightspeed. Sem ver os instrumentos, um avaliador inseriu-os no canal, aumentando seus calibres seqüencialmente a partir da lima 10. Quando a sensação de travamento na região apical ocorria, esse valor foi anotado e o instrumento fixado no comprimento de trabalho. Os ápices foram então seccionados e analisados em microscópio com 40x de aumento. A discrepância entre o diâmetro do canal e do instrumento foi avaliada. Em 90% dos canais o diâmetro do instrumento foi menor do que o diâmetro do canal, sendo que essa não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Em 25% dos canais, o instrumento não tocou em nenhuma parede do canal radicular no comprimento de trabalho e, em 75% dos canais, o instrumento entrou em contato com pelo menos uma parede do canal. Os autores concluíram que o uso do primeiro instrumento que se prende no comprimento de trabalho para medir o diâmetro anatômico do canal não é um método confiável para orientar o alargamento apical.

JARRETT et al. (2004) compararam a densidade apical de obturações de canais radiculares realizadas com várias técnicas, em 70 molares superiores, cujas raízes

palatinas foram instrumentadas até o #60, e obturadas com o cimento Kerr's Pulp Canal Sealer, com 7 técnicas diferentes. As raízes palatinas foram separadas das coroas, descalcificadas, e seccionadas horizontalmente a 2 e a 4 mm do ápice. As secções foram fotografadas através de microscópio, e se estabeleceu a área do canal que foi ocupada pela guta percha. O Simplifill – utilizado como preconiza o fabricante - e o Thermafil apresentaram a maior média de área obturada, mas nem um nem outro foram estatisticamente melhores do que a compactação mecânica lateral ou a compactação vertical aquecida (WVC, técnica de Schilder), mas foram melhores do que a condensação lateral fria, WVC (onda contínua) e o grupo do Simplifill modificado. A condensação lateral mecânica e a WVC (Schilder) apresentaram área estatisticamente significativa com mais guta percha do que a WVC (onda contínua) e a técnica do Simplifill modificada. A condensação lateral fria e a WVC (onda contínua) apresentaram mais área obturada do que o Simplifill modificado. O Simplifill, como recomendado pelo fabricante, o Thermafil, a condensação mecânica lateral e a WVC (Schilder) propiciaram obturações mais completas de guta percha nos níveis de 2 e 4 mm do ápice do que as técnicas de condensação lateral fria, WVC (onda contínua) e o Simplifill usado de forma modificada, concluíram os autores. Até o presente momento, a guta percha associada a um cimento obturador é o material mais utilizado na obturação, sendo que o cimento é quem promove o selamento, embora alguns deles apresentem contração durante o endurecimento, enquanto outros são suscetíveis à desintegração. Conseqüentemente, a quantidade de cimento obturador deve ser reduzida ao mínimo, a uma fina camada

presente entre a guta percha e as paredes dos canais. Para se conseguir isso, a quantidade de guta percha na obturação deve ser maximizada.

BARROSO et al. (2005) avaliaram a influência do pré-alargamento cervical na determinação do instrumento apical inicial em raízes vestibulares de pré-molares superiores por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os dentes foram divididos em 5 grupos, de acordo com o tipo de alargamento realizado no terço cervical e médio de cada canal: Grupo 1- sem alargamento cervical; Grupo 2 – brocas Gates-Glidden (90, 110); Grupo 3 – instrumentos K3 Orifice Openers; Grupo 4 – instrumentos ProTaper; Grupo 5 – brocas LA Axxess. Foram realizadas seções transversais e observadas por microscopia eletrônica de varredura e a diferença entre o menor diâmetro do canal e o diâmetro do instrumento apical inicial foi calculada para cada amostra. Os autores concluíram que o alargamento dos terços cervical e médio tornou a determinação do diâmetro anatômico mais precisa no comprimento de trabalho e que o pré-alargamento do canal realizado com brocas LA Axxess evidenciaram maior precisão do travamento das limas no diâmetro anatômico.

PÉCORA et al. (2005) investigaram a influência do preparo cervical com diferentes instrumentos na determinação do instrumento apical inicial (IAI) que mais se ajusta ao chegar ao comprimento de trabalho. Os autores utilizaram 40 incisivos centrais superiores foi determinado o comprimento de trabalho de cada espécime e os dentes foram divididos em 4 grupos: G1 – determinação do instrumento apical sem preparo cervical e médio; G2 – alargamento dos terços médio e cervical com brocas Gates Gliden (90, 110 e 130); G3 – preparo dos terços médio e cervical com

instrumentos Quantec Flare e G4 - preparo com brocas LA Axxess. A determinação do IAI foi realizada manualmente com limas tipo K em ordem crescente de diâmetro a partir da lima 08 até se chegar ao instrumento que permitisse ao operador ter a sensação tátil do mesmo estar firmemente ajustado ao comprimento de trabalho, o instrumento selecionado de cada dente foi registrado. Os ápices foram observados em lupa estereoscópica e calculado a diferença entre o diâmetro da lima e do canal. A broca LA Axxess apresentou a menor diferença entre os valores dos diâmetros (lima e forame). Os autores concluíram que os canais preparados com as Brocas LA Axxess criaram uma relação mais precisa entre o diâmetro do IAI e o diâmetro anatômico.

PINEDA et al. (2005) compararam os níveis de infiltração apical de corante azul de metileno em pré-molares superiores, birradiculares, com raízes divergentes e ápice completamente fechado, quando uma das raízes foi instrumentada com a técnica escalonada e a outra raiz com o Sistema Profile. Os dentes foram instrumentados com limas K-Flexofile e limas do sistema Profile, e obturados com cones de guta percha e cimento Endofill, usando-se a técnica de condensação lateral. A infiltração apical foi avaliada por medida linear, em lupa estereoscópica, por dois examinadores. Os resultados mostraram que, independentemente da técnica de instrumentação utilizada, aconteceu infiltração. Observou-se que os maiores níveis de infiltração aconteceram nas amostras que foram instrumentadas com a técnica rotatória. Nesses dentes, a matriz apical não foi conformada. Estatisticamente, os valores de infiltração entre os grupos experimentais não foram significantes ( $p=0,0753$ ). Segundo os autores, durante o preparo do canal, faz-se a sua modelagem para posterior obturação, que deve ser o

mais hermética possível para propiciar a marcha da cicatrização, promovendo o sucesso da terapia. Para que isso seja possível, a escolha do cone principal e a utilização de um cimento obturador são pontos fundamentais nessa etapa do tratamento. A não-observância desses princípios pode levar ao fracasso do tratamento endodôntico, devido à infiltração através do forame apical.

RAYMUNDO et al. (2005) avaliaram *in vitro*, por meio do exame radiográfico, a qualidade do preenchimento de canais laterais de 60 dentes extraídos, utilizando cimento de Grossman em conjunto com a aplicação de diferentes técnicas obturadoras, ou seja, McSpadden, híbrida de Tagger, Thermafil e condensação lateral. Os resultados foram obtidos com a análise das radiografias finais, em que se observou a superioridade do sistema Thermafil em relação às demais técnicas testadas para o preenchimento dos canais laterais. Os autores informaram que a guta percha, quando no estado plástico, preenche de forma mais eficiente o sistema radicular, e que as técnicas termoplastificadas proporcionam melhor selagem apical e aspecto mais homogêneo e denso à massa obturadora quando comparada àquela proporcionada por outras técnicas, como a da condensação lateral.

VANNI et al. (2005) avaliaram a influência do pré-alargamento cervical na determinação do instrumento apical inicial em raízes méso-vestibulares de molares superiores por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos (n=10), de acordo com o tipo de alargamento realizado: Grupo 1: sem alargamento cervical; Grupo 2: brocas Gates-Glidden; Grupo 3: OrificeOpener; Grupo 4; ProTaper; Grupo 5: LA Axxess. Os autores concluíram que o

pré-alargamento dos terços cervical e médio permitiu uma melhor determinação do instrumento apical inicial. O Grupo 5 (LA Axxess) obteve a melhor adaptação no diâmetro anatômico no comprimento de trabalho em raízes méso-vestibulares de primeiros molares.

LAZZARETTI et al. (2006) avaliaram a influência do alargamento cervical prévio, com brocas Gates-Glidden, instrumentos Orifice Openers e brocas LA Axxess, na determinação do comprimento real de trabalho do canal méso-vestibular de primeiros molares inferiores. Foram realizadas medidas da odontometria antes e após o preparo do terço cervical. A leitura de duas tomadas radiográficas foi realizada com a utilização de um paquímetro digital para averiguar a discrepância entre ambas as tomadas radiográficas. Os dados mostraram que todos os grupos apresentaram diminuição do comprimento de trabalho após a realização da ampliação cervical. Além disso, os grupos preparados com instrumentos Orifice Opener e LA Axxess apresentaram os melhores resultados. Os autores concluíram que o preparo cervical prévio reduz as interferências da entrada dos canais radiculares e permite a determinação do comprimento de trabalho com maior precisão.

WU et al. (2006) avaliaram questões relacionadas ao tratamento endodôntico e o combate à infecção dos canais radiculares, bem como alguns aspectos relacionados à infecção residual no tratamento, em artigo de revisão de literatura. Para os autores, o desenvolvimento de tratamentos que possam efetivamente eliminar a infecção radicular é uma prioridade na pesquisa endodôntica clínica. Doenças que se seguem ao tratamento endodôntico realizado estão frequentemente associadas com a realização de

procedimentos operatórios deficientes, que não removem a infecção intracanal. Essa situação, esclarecem os autores, pode ser corrigida pela via não cirúrgica. Entretanto, infecção remanescente, em áreas inacessíveis, extrarradiculares, aqui incluída a dentina extruída além do forame apical, com bactéria presente nos túbulos dentinários, cistos radiculares verdadeiros, e reações de corpo estranho, requerem intervenção cirúrgica. Todo o espaço preparado e limpo do canal radicular deve ser preenchido pela obturação, com o objetivo de evitar patologias posteriores. Não se pode deixar espaços que permitam a instalação e proliferação de microrganismos, esclarecem os pesquisadores.

IBELLI et al. (2007) avaliaram a influência do pré-alargamento da região cervical na determinação do instrumento apical inicial em incisivos laterais superiores. Os autores utilizaram 40 incisivos que foram divididos de acordo com o instrumento de alargamento, no GI: não foi realizado alargamento, GII: foi alargado com instrumentos Orifice Opener, Grupo 3: brocas Gates-Glidden e Grupo 4: LA Axxess. Foi realizada a odontometria de maneira manual uma lima manual nº 8 foi inserida nos canais passivamente, o instrumento mais calibroso que transmitiu sensação de travamento no comprimento de trabalho foi preso ao conduto com cianoacrilato e posteriormente fotografado, depois a diferença entre o menor diâmetro do canal e o diâmetro do instrumento apical inicial foi calculada. A maior discrepância observada foi no GI (sem preparo cervical) e o grupo que reproduziu de maneira mais correta foi o GIV (LA Axxess), com isso, os autores puderam concluir que o alargamento da região cervical de

incisivos laterais superiores com LA Axxess refletiu com maior precisão o diâmetro anatômico no comprimento de trabalho desse grupo dental.

KOPPER et al. (2007) avaliaram o diâmetro da ponta de cones de guta percha principais, de 1ª e 2ª séries, de várias marcas, para avaliar se estavam de acordo com a especificação da American National Standards Institute/American Dental Association (ANSI/ADA) n. 78. A mensuração dos cones revelou que apenas os cones de número 15 não diferiram entre as marcas estudadas, sendo que o diâmetro da ponta dos cones de guta percha números 35 e 55, da Tanari, 15, 45 e 70, da Endopoints, e 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, da Dentsply-Maillefer, apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) quando comparado ao valor estabelecido pela especificação da ANSI/ADA n. 78. Concluíram que os cones de guta percha números 35 e 55 da Tanari, números 15, 45 e 70 da Endopoints e todos, com exceção dos de número 15, da Dentsply-Maillefer, não estão de acordo com a especificação da ANSI/ADA n. 78. Segundo os autores, os cones de guta percha principais, de acordo com a especificação citada, devem apresentar calibre e conicidade compatíveis com as limas endodônticas convencionais, e suas seleções constituem etapa importante no procedimento de obturação, já que deverão se adaptar perfeitamente na porção apical do canal radicular, proporcionando vedação apical que impeça a entrada de fluidos teciduais periapicais, microrganismos e seus produtos no canal radicular já obturado. Caso a padronização dos cones principais esteja adequada, o cone de calibre compatível com o do último instrumento empregado na confecção do batente apical, terá a adaptação desejada.

ABUABARA et al. (2008) estudaram a ocorrência de duas raízes palatinas no primeiro molar superior permanente, bem como a capacidade da CBCT de diagnosticar essa ocorrência anatômica. Para a pesquisa, analisaram 37 pacientes, que foram submetidos ao exame tomográfico. Apenas um dente (2%) apresentou duas raízes palatinas, ou seja, 4 raízes no total, e 5 canais, o que faz com que essa possibilidade de ocorrência deva ser considerada quando do tratamento desses dentes. A CBCT mostrou-se eficiente para o diagnóstico da morfologia dos canais radiculares, e muito eficiente na Endodontia.

SCHMITZ et al. (2008) investigaram a influência do preparo cervical com diferentes instrumentos rotatórios na determinação do instrumento inicial apical em raízes méso-vestibulares de molares inferiores. Os autores utilizaram 50 molares com os forames apicais mesiais separados. Os dentes foram divididos em 5 grupos de acordo com o instrumento utilizado para o preparo cervical, no G1 o instrumento inicial apical foi determinado sem a realização do preparo dos terços médio e cervical do dente; G2, o preparo cervical foi realizado com brocas Gates-Glidden, G3, instrumentos do sistema ProTaper, G4, preparo cervical realizado com EndoFlare e G5, brocas LA Axxess. Após a determinação do comprimento de trabalho, o instrumento inicial apical foi determinado pela sensibilidade táctil do operador, com a lima que mais se ajustava ao comprimento de trabalho. Após determinado o instrumento apical inicial as limas foram fixadas com cianoacrilato em posição e os espécimens foram cortados transversalmente a 1 mm do ápice, e as secções foram examinadas em microscopia eletrônica de varredura. O G1 apresentou a maior porcentagem de discrepância entre o diâmetro do canal e o

diâmetro do instrumento, o G5 (LA Axxess) apresentou menor índice de discrepância entre os diâmetros. Os autores concluíram que o preparo cervical melhora a adaptação do instrumento apical inicial em raízes méso-vestibulares de molares inferiores.

CECCHIN (2009) avaliou a influência do alargamento cervical na determinação do instrumento apical inicial (IAI) no comprimento de trabalho de canais de primeiros molares superiores e a forma desses canais a 1 mm do ápice. Os dentes foram divididos em 5 grupos (n=10) de acordo com o tipo de preparo do terço médio e cervical empregado, GI: sem preparo cervical; GII: preparo com brocas Gates Glidden; GIII: AET (S1, SC, S2 e S3); GIV: GT Rotatory File (20/.06, 20/.08 e 20/.10) e GV: La Axxes (20/06 e 35/06). O diâmetro das limas foi sucessivamente aumentado até se obter sensação de travamento no comprimento de trabalho então foram realizadas secções transversais e análise em MEV para o cálculo da porcentagem que o instrumento ocupou da região apical (IAI), a forma do canal foi classificada em oval, circular ou achatada. De acordo com os resultados encontrados o autor pode concluir que o canal méso-vestibular apresentou predominantemente forma achatada, o canal disto-vestibular forma circular e o canal palatino forma oval; e preparo dos terços cervical e médio permitiram melhor adaptação do IAI e ainda, entre os instrumentos analisados o preparo cervical com a broca LA Axxes proporcionou melhor adaptação do instrumento apical inicial no comprimento de trabalho.

CAMARGO et al. (2009) avaliaram a acurácia de diferentes localizadores apicais após realização de preparo cervical. Quarenta incisivos inferiores tiveram o preparo cervical com limas do sistema ProTaper (SX e S1) e após foi realizada determinação do

comprimento de trabalho. Os localizadores apicais utilizados foram: Root ZX, Elements Diagnostic Unit e Apex Locator, Mini Apex Locator e Apex DSP foi realizada aferição do comprimento de trabalho antes e após o preparo cervical. De acordo com os resultados encontrados todos os localizadores apicais avaliados se mostraram eficientes na medição do comprimento de trabalho, exceto o Apex DSP que obteve pior acurácia.

WAECHTER et al. (2009) avaliaram e compararam as medidas do diâmetro D1 de cones standardizados e secundários calibrados com régua calibradora, por meio da medição do primeiro milímetro dos cones com um paquímetro digital. Para isso, os autores utilizaram dez cones de guta percha standardizados de cada calibre (#25, #30, #35 e #40), marcas Dentsply/Maillefer e Tanari, e cones secundários B8 calibrados por régua calibradora, perfazendo o total de 160 cones analisados. Verificou-se, também seus diâmetros a 1 mm da ponta do cone (D1), com o auxílio de um paquímetro digital eletrônico. Em uma das marcas, houve diferença estatisticamente significativa entre os cones padronizados e os calibrados. Quando se comparou o calibre dos cones padronizados das duas marcas, também ocorreu diferença estatisticamente significativa, o que não aconteceu com os cones calibrados por régua calibradora. Concluíram que os cones Tanari, em média, apresentaram resultado superior aos calibrados e aos da marca Dentsply, nessa ordem. Os autores esclarecem que a falta de adaptação do cone principal ocasiona falha na obturação do canal radicular, tendo como consequência a presença de “espaços vazios”, o que gera diferentes graus de infiltrado inflamatório, sendo mais grave quanto maior a distância entre a ponta do cone principal e o término do preparo. A falta de compatibilidade do cone principal com o calibre da lima memória,

que muitas vezes não é percebida clinicamente pelos profissionais durante a prova do cone, é capaz de ocasionar sobreobturação ou subobturação, podendo levar ao insucesso da terapia a longo prazo.

SILVEIRA et al. (2010) avaliaram, por meio de MEV, a adaptação do primeiro instrumento apical após preparo cervical em canais mesio-vestibulares e mesio-linguais de molares inferiores. Após abertura coronária e determinação do comprimento de trabalho foi realizado preparo cervical com brocas de Batt (2 e 4) e Gates Glidden (2 e 3) a partir daí se deu o preparo *crown-down* a partir da lima 45 até que se conseguisse atingir o comprimento de trabalho, foi utilizado como referência a sensibilidade tátil dos avaliadores. Após a primeira lima a atingir o comprimento foi presa ao canal com cianoacrilato e as raízes foram seccionadas perpendicularmente 1 mm do ápice. Foi utilizada então MEV (Zeiss DSM 940A, Oberkochen, Alemanha - 200X) para avaliação da região apical e *software* (Image J ) para quantificar as paredes tocadas pela lima. Os resultados mostraram que a lima estava em contato com a parede do canal em 47,83% e 31,73% nos canais mesio-vestibulares e canais mesio-linguais, respectivamente. Os autores concluíram que a técnica utilizada nesse estudo não permitiu que a lima tocasse em todas as paredes na região apical das raízes.

TENNERT et al. (2010) investigaram a discrepância entre o diâmetro apical inicial de canais radiculares e o diâmetro que é determinado pelo instrumento apical inicial após preparo cervical realizado com instrumentos rotatório de NiTi. Foram utilizados 40 molares inferiores e seus canais mesio-vestibulares foram divididos em 4 grupos. GI: não foi realizado preparo cervical; GII: preparo cervical com FlexMaster, GIII: preparo

cervical realizado com ProTaper e GIV: preparo cervical realizado com RaCe. As limas eram trocadas até que fosse sentida resistência na parede do canal no comprimento de trabalho. Os autores concluíram que o preparo cervical aumenta a acurácia da determinação do instrumento inicial. Houve diferença estatística entre os instrumentos utilizados para determinar o diâmetro apical inicial sendo que o RaCe obteve o melhor resultado seguido do ProTaper e FlexMaster

DUARTE et al. (2011) avaliaram o efeito do pré-alargamento cervical com três instrumentos rotatórios diferentes: LA Axxess, Gates-Glidden e OrificeShaper em raízes mesiais de molares inferiores. Foram utilizados para esse estudo 53 raízes mesiais de 27 molares inferiores. Os dentes foram incluídos em resina acrílica e divididos aleatoriamente em 3 grupos de acordo com o instrumento: G1, Gates Glidden 2 e 3; G2, LA Axxess 20/.06 e 35/.06 e G3, *Orifice Shaper* 30/.06 e 40/.06. Foi feita uma secção horizontal nas raízes 3 mm abaixo da junção amelo-cementária e então capturadas imagens com câmera digital Nikon D70 (Nikon, Tokyo, Japão) antes e após a instrumentação. Por meio de *software Image Tools* foram calculados em espessura o aumento da área do canal e a espessura da dentina remanescente nas paredes mesial e área de furca. A LA Axxess foi o instrumento que provocou maior desgaste na área cervical após uso do primeiro instrumento. Os autores puderam concluir que os instrumentos analisados promoveram aumento significativo na área do canal radicular e removeram dentina das paredes distal e mesial. Deve-se ponderar o uso da broca Gates Glidden nº 3 e LA AXEES 35/.06 no preparo cervical de raízes mesiais de molares inferiores.

## **II – TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA**

COTTON et al. (2007) realizaram revisão de literatura sobre a tecnologia do feixe cônico na Tomografia Computadorizada (TC), assim como as vantagens sobre a TC e radiografias convencionais. Os autores citaram vários casos clínicos solucionados com a ajuda da TC: patologia de origem não endodôntica, fratura radicular, reabsorção interna e reabsorção cervical. De acordo com a literatura, a habilidade de visualizar uma área de interesse em três dimensões beneficia profissionais experientes e não experientes. A alta resolução das imagens da TC obtida com a tecnologia do feixe cônico tem auxiliado na prática endodôntica. Como vantagens em comparação com a TC convencional cita-se o aumento da acuidade no diagnóstico, alta resolução, tempo de escaneamento reduzido, e redução da dose de radiação. E em relação às radiografias convencionais a TC (feixe cônico) elimina superposição de estruturas adjacentes e mostra mais informações clínicas de interesse. Os autores concluíram um diagnóstico acurado leva a um resultado clínico melhor, a TC (feixe cônico) se prova uma inestimável ferramenta na prática de uma endodontia moderna.

GARIB et al. (2007) realizaram revisão de literatura a respeito da tomografia computadorizada, incluindo informações concernentes à aquisição de imagens, dose de radiação e interpretação do exame tomográfico, com distinção entre a tomografia computadorizada tradicional e a tomografia computadorizada de feixe cônico. A tomografia computadorizada tradicional e a tomografia computadorizada de feixe cônico

permitem a obtenção de imagens em cortes da região dento-maxilo-facial, no entanto, a única característica que apresentam em comum refere-se à utilização da radiação X. O princípio pelo qual se obtém e se processam as imagens, a dose de radiação e o custo do aparelho são completamente distintos entre os dois exames tomográficos. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada elimina sobreposições, tem resolução nítida atribuída ao grande contraste da imagem e as reconstrói nos planos axial, coronal, sagital e oblíquo, podendo também gerar uma visão tridimensional da estrutura de interesse. E afirmaram que devido principalmente ao reduzido custo financeiro e à menor dose de radiação, espera-se um crescente uso e difusão da tomografia computadorizada de feixe cônico ocorrendo num futuro bem próximo na Odontologia.

HAMMAD et al. (2009) investigaram e mediram a porcentagem do volume de espaços vazios e lacunas em canais obturados com diferentes materiais obturadores, por meio de microtomografia computadorizada. Os autores selecionaram 48 dentes unirradiculares para o experimento. As coroas foram removidas e as raízes instrumentadas com o sistema rotatório ProTaper até a lima F3. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=12) de acordo com o material obturador utilizado: G1, obturação com cones de guta percha e cimento TubliSeal pela técnica de condensação lateral; G2, obturação com cones e cimento EndoRez, técnica da condensação lateral; G3, raízes obturadas com cones Resilon e RealSeal, técnica da condensação lateral e G4, obturação com cone principal único de guta percha e cimento GuttaFlow. Após 72 horas, os dentes foram escaneados em microtomógrafo (SkyScan

1072, Kontich, Bélgica). Após o escaneamento a porcentagem de espaços vazios e lacunas foram calculados. As raízes obturadas com guta percha apresentaram menor índice de espaços vazios (1,02%) em comparação com as obturadas com Resilon/Real Seal (4,28%). No terço cervical, as raízes obturadas com guta percha apresentaram menor porcentagem de volume de espaços vazios (1,1%) e os obturados com GutaFlow e cone único os maiores volumes (4,8%). No terço apical, os canais obturados com GuttaFlow apresentaram menor porcentagem de volume de espaços vazios e lacunas (1,5%) em relação aos obturados com RealSeal (7,5%). Diante os resultados encontrados, os autores concluíram que em nenhum dos materiais utilizados conseguiu-se uma obturação sem espaços vazios ou lacunas e a guta percha com o TubliSeal apresentaram obturações mais compactas.

HUYBRECHTS et al. (2009) analisaram espaços vazios em obturações de canais radiculares, por meio de diferentes sistemas de imagens: analógicos, digitais e tomografia computadorizada de feixe cônico. Os autores usaram 2 caninos inferiores extraídos para fazer a análise. As coroas foram removidas, os canais foram instrumentados com o sistema rotatório GT até a lima 40/.08 até 5 mm além do ápice, depois de secos os canais foram preenchidos com TopSeal (cimento resinoso radiopaco) introduzido por seringa e após foi introduzido um fio de aço (200, 300, 350, 500 ou 800 µm) progressivamente até o mais calibroso. O excesso de material foi removido e os orifícios selados. As imagens das raízes foram realizadas com 5 diferentes sistemas de imagens (Sigma CCD, Vistascan PSP, DigoraOptime PSP, filme E-speed, Accuitomo CBCT). Em seguida os fios foram removidos das raízes e novas imagens foram

registradas e por fim a resina foi removida de dentro dos canais e novas imagens realizadas. Os autores puderam concluir que para espaços vazios maiores ou iguais à 350  $\mu\text{m}$  todos os sistemas foram capazes de detectar, para espaços menores que 350  $\mu\text{m}$  as imagens digitais intra-orais apresentaram detecção similares e foram melhores que os sistemas analógicos e a tomografia computadorizada. A tomografia computadorizada de feixe cônico não parece oferecer informações adicionais sobre a detecção de espaços vazios nas obturações dos canais radiculares observados.

IKRAM et al. (2009) avaliaram, por meio de microtomografia computadorizada, a quantidade de tecido duro desgastado após remoção de tecido cariado, preparo do dente para tratamento endodôntico e preparo para instalação de pino intra-radicular. Vinte pré-molares extraídos que apresentavam cárie com envolvimento pulpar foram selecionados. Os espécimes foram escaneados por microtomógrafo (GE Pre-clinical Imaging, Londres, ON, Canadá) e registrado o volume de tecido duro. Esse registro foi realizado após cada procedimento feito no dente (a espessura de cada fatia foi de 21  $\mu\text{m}$ ): remoção de tecido cariado, acesso à câmara pulpar, ao canal radicular, preparo para espaço de retentor intra-radicular. Com exceção do preparo do canal radicular, todos os procedimentos realizados aumentou significativamente a quantidade de volume de tecido duro perdido. Os autores concluíram que o acesso à cavidade e preparo para pino são procedimentos que o tratamento endodôntico mais causam perda de tecido duro. A perda de estrutura dentária coronal causada pelo espaço para pino fundido é maior do que a causada pela preparação de pino de fibra do mesmo tamanho. Esses

dados devem ser levados em consideração no planejamento de tratamento endodôntico e protético-restaurador dos dentes.

MOORE et al. (2009) estudaram as alterações morfológicas no terço apical do canal radicular após o preparo com três técnicas, em 40 molares, que foram submetidos à  $\mu$ CT antes e após a instrumentação com (G1) limas tipo K usando a técnica da força balanceada, (G2) igual ao anterior, associada ao refinamento apical da preparação com o instrumento rotatório FlexMaster *taper* 0,04, (G3) com uso híbrido de ProTaper/FlexMaster, tendo sido 8 dentes desprezados por problemas nas imagens. O terço apical foi avaliado em relação à quantidade de dentina removida, sua secção, transporte, e como as dimensões da área preparada correlacionavam com as do instrumento final utilizado. Os resultados mostraram que a preparação apical média para os três grupos foi, respectivamente, #30, #30 e #40. A quantidade de dentina removida com a instrumentação híbrida foi pequena, mas a secção mais circular ( $p < 0,001$ ), que se adaptava mais perfeitamente à secção do último instrumento utilizado, ( $p < 0,001$ ) foi alcançada. Houve menor tendência de transporte com o uso de instrumentos rotatórios de níquel-titânio. Em relação ao uso da tecnologia da  $\mu$ CT, os autores realçam que se trata de método analítico não destrutivo, que permite aos pesquisadores examinarem os efeitos da instrumentação dos canais radiculares em três dimensões.

MOURA et al. (2009) analisaram imagens de lesões apicais em dentes com tratamento endodôntico a fim de obter uma relação entre a presença de lesão apical e o comprimento da obturação do tratamento endodôntico. Foram examinados 100 dentes

anteriores (72 incisivos superiores, 4 incisivos inferiores e 24 caninos superiores), 21 pré-molares superiores, 79 pré-molares inferiores, 37 molares superiores e 63 molares inferiores. Foram observadas imagens de radiografias periapicais (técnica do paralelismo) e tomografia computadorizada (modelo MCT-1; J. Morita Mfg Corp, Kyoto, Japão). A presença de lesão periapical foi observada mais frequentemente em molares, independentemente do método de diagnóstico empregado, e foi observada 16 vezes maior quando observada por meio de tomografia computadorizada. Os autores concluíram que as lesões periapicais são encontradas em todos os comprimentos de obturação analisados e detectadas com mais frequência quando a tomografia computadorizada é utilizada.

PATEL; HORNER (2009), em artigo editorial, afirmaram que a CBCT constitui-se em um dos principais avanços relacionados à aquisição de imagens de dentes e dos ossos da região maxilofacial. Em poucos minutos, as imagens obtidas com a CBCT reconstruídas permitem que se tenham informações tridimensionais da região investigada, com doses menores de radiação para o paciente do que aquelas existentes quando da realização de tomografias médicas, porém são elas maiores do que aquelas recebidas pelo paciente durante o exame radiográfico dental de rotina. Todas as especialidades odontológicas têm lançado mão desse recurso, e isso se reflete no aumento do número de artigos científicos que estão sendo publicados relacionados à CBCT, porém não no campo da Endodontia. Nesta área da Odontologia, a CBCT tem sido utilizada para várias aplicações, incluindo o diagnóstico periapical, a avaliação da anatomia do canal radicular, avaliação de defeitos de reabsorção, de suspeitas de

perfurações e no planejamento de cirurgia endodôntico, com exceções isoladas. A literatura é dominada por relatos de casos e estudos observacionais sem um padrão de referência. Há a necessidade de que sejam realizados estudos bem delineados, validados, para avaliar a utilização da CBCT para o diagnóstico e tratamento de problemas endodônticos.

PATEL et al. (2009a) compararam a precisão da radiografia periapical digital e da CBCT na detecção de defeitos ósseos artificiais em mandíbulas humanas secas. Para a pesquisa, prepararam artificialmente lesões de tamanhos variados na região periapical da raiz distal de seis molares inferiores permanentes. Realizaram-se varreduras e tomadas radiográficas digitais com, respectivamente, CBCT e CCD digital antes e após a criação de cada lesão periapical. Determinaram-se a sensibilidade, a especificidade, os valores preditivos positivos e negativos e as curvas de características do operador receptor (ROC), bem como a reprodutibilidade de cada técnica. De modo geral, a sensibilidade foi de 0,248 para a CBCT e 1,0 para a radiografia periapical digital, ou seja, estas técnicas permitiram a identificação das lesões em 24,8 % e 100 % dos casos, respectivamente. Ambas as técnicas apresentaram especificidade de 1,0. Os valores de ROC Az foram de 0,791 para a radiografia periapical e 1,0 para a CBCT, respectivamente. Os resultados obtidos sugerem que a CBCT é um recurso de imagem valioso na detecção de dentes com problemas endodônticos, tais como pulpites e periodontite periapical, tanto nos casos de lesões grandes quanto no das pequenas. Já as radiografias periapicais intraorais foram mais precisas no diagnóstico de lesões periapicais grandes do que no das pequenas, o que reflete, provavelmente, o aumento

de volume da destruição óssea. Os autores concluíram que, com a radiografia intra-oral, os fatores externos (interferências anatômicas e geometria pobre de irradiação), que fogem ao controle do clínico, dificultam a detecção das lesões periapicais. A CBCT remove esses fatores externos, segundo os pesquisadores, e, além disso, permite ao clínico selecionar as visões mais relevantes da área de interesse examinada, o que resulta em melhoria na detecção da presença ou ausência de lesões periapicais artificiais.

PATEL et al. (2009b) compararam a precisão da radiografia intraoral periapical com a CBCT para a detecção e tratamento de lesões de reabsorção dental interna e externa. Para isso, os autores realizaram radiografias intra-orais digitais e a CBCT em 5 pacientes com reabsorção dental interna e em 5 com reabsorção interna, tendo como controle outros 5 pacientes que não apresentavam reabsorção e que foram submetidos aos mesmos exames. Estabeleceu-se um diagnóstico "referência padrão" para cada dente, bem como um plano de tratamento. Foram determinadas a sensibilidade, especificidade, os valores preditivos positivos, os valores preditivos negativos e as curvas de características do operador (ROC), bem como a reprodutibilidade de cada técnica, para a precisão do diagnóstico e da opção de tratamento escolhida. Os valores de ROC Az para a radiografia intra-oral foram 0,780 e 0,830 para a precisão diagnóstica da reabsorção interna e cervical externa. Os valores de ROC Az para a CBCT foram 1.000 para ambas as reabsorções, ou seja, interna e reabsorção cervical externa. Houve uma significativa maior prevalência ( $P = 0,028$ ) para a correto opção de tratamento escolhida com CBCT em comparação com radiografias intraorais. Os autores concluíram

que a CBCT foi eficaz e confiável na detecção da presença de lesões de reabsorção. Embora a radiografia intraoral digital tenha demonstrado aceitável nível de precisão, a exatidão superior da CBCT pode resultar em revisão das técnicas radiográficas usadas para avaliar o tipo de lesão de reabsorção presente. A maior precisão do diagnóstico CBCT também resultou em aumento da probabilidade de correto tratamento das lesões de reabsorção.

SBERNA et al. (2009) realizaram análise quantitativa e qualitativa da anatomia do canal radicular e o grau de alargamento durante a instrumentação por meio de microtomografia computadorizada quantitativa periférica (Pqct). O estudo realizado foi de caráter preliminar com apenas um dente analisado. Foi realizada abertura coronária em uma raiz de primeiro pré-molar superior recém extraído e odontometria visual. Um único operador instrumentou o dente com S1 Protaper. O instrumento foi acionado por 9 s com movimento longitudinal e depois mais 9 s com deslocamento lateral em apenas um lado sendo o outro utilizado como controle. O dente foi escaneado por microtomógrafo (Research SA+; Stratec Medizintechnik GmbH, Pforzheim, Germany) em plano horizontal, produzindo 36 imagens transversais com distância de 0,5 mm. O tempo total de varredura foi de 4 horas. Os autores concluíram que a metodologia de reconstrução 3D, baseada em imagens obtidas pela Pqct, merece uma avaliação mais sistemática para validar totalmente a sua aplicação na prática clínica como uma ferramenta para análise qualitativa e quantitativa dos procedimentos endodônticos.

NAGASAWA et al. (2010) utilizaram a  $\mu$ CT para obter imagens de 55 dentes humanos cariados e extraídos, o que permitiu o estudo da morfologia e progressão dos defeitos

causados pela cárie nos dentes, bem como um raro estudo na morfologia da cárie na região da câmara pulpar, propiciando, assim, uma ferramenta útil e método eficiente para o aprendizado dos estudantes. O estudo permitiu observar fraturas dentais, lesões cariosas, secções do esmalte e da dentina.

PAQUÉ et al. (2010) avaliaram bi e tridimensionalmente, por meio de  $\mu$ CT, o ajuste no comprimento de trabalho de lima K, após instrumentação do canal radicular. Os autores usaram 12 molares superiores humanos e realizaram o escaneamento antes e após a instrumentação dos canais radiculares. Os canais tiveram o terço médio e cervical instrumentados com sistema rotatório PROFILE e brocas Gates Glidden e os terços apicais foram instrumentados passivamente com limas tipo K, até ser selecionada uma que ficasse justa ao comprimento de trabalho. Os dentes foram então escaneados pelo sistema de microtomografia ( $\mu$ CT 40; Scanco Medical, Bruttisellen, Suíça). A área média do canal ocupado pelos instrumentos no comprimento de trabalho foi menor que 40% em todos os tipos de canais estudados. Os autores concluíram não haver um ajuste satisfatório da lima ao ápice devido sua forma não corresponder à anatomia do canal radicular dos molares superiores.

PETERS et al. (2010) descreveram a habilidade de remoção de dentina de um novo instrumento de níquel-titânio (lima auto-ajustável) por meio de  $\mu$ CT. Foram selecionados 20 dentes pela semelhança do volume e geometria de seus canais. Os dentes foram divididos em dois grupos, no grupo I os canais foram preparados com as limas do sistema SAF com 1,5 mm de diâmetro e o grupo II com 2,0 mm. A instrumentação foi iniciada com 2 minutos contínuos e depois os dentes foram

escaneados. As tomadas foram realizadas depois de 3, 4, 5 e 6 minutos de instrumentação. No grupo II nenhum escaneamento foi feito após 6 minutos de instrumentação. Um modelo virtual dos canais foi construído e as imagens superpostas. Após análise das imagens, os autores concluíram que após 5 minutos de instrumentação pequenas áreas não foram instrumentadas, a aplicação clínica desse novo sistema dependerá da quantidade de dentina que se deseja remover com a instrumentação.

SANFELICE et al. (2010) avaliaram ex-vivo, por meio de CT, avaliaram a quantidade de dentina removida da parede distal da raiz mesial de primeiros molares utilizando quatro instrumentos no terço cervical. Uma tomografia inicial foi realizada em todos os espécimes. As raízes mesiais foram separadas dos dentes formando quatro grupos de oito raízes (8 méso- vestibulares e 8 méso-linguais). Grupo GG, o terço cervical das raízes foram preparadas com brocas Gates-Glidden nº 1 e 2; Grupo PT o desgaste foi realizado com brocas do sistema Pro-Taper S1, SX e S2; Grupo K3 uso do sistema K3, 25/.08 e 25/.10 e Grupo LA onde as raízes foram preparadas com brocas LA Axxess 20/.06 e 35/.06. Após o desgaste do terço cervical foi realizada uma nova tomografia interpondo as imagens para aferição do desgaste. Os autores concluíram que todos os instrumentos analisados são seguros para realização do desgaste do terço cervical de raízes mesiais de molares inferiores.

SCHAMBACH et al. (2010) destacaram o incremento do uso da  $\mu$ CT na última década. Para os autores, isso se deve aos avanços técnicos que levaram ao aumento da resolução espacial e temporal do procedimento, que permitiram aos pesquisadores obterem resultados anatômicos mais detalhados. Segundo os autores, inicialmente, a

$\mu$ CT demonstrou excelente resolução espacial, mas pobre contraste de tecidos moles. Com os avanços na sensibilidade dos sensores de raios X, houve notável melhora na resolução geométrica e temporal, bem como na velocidade de aquisição das imagens. Em acréscimo, com a introdução de novos contrastes, permitiu-se avaliar *in vivo* tecidos moles e morfologia dos vasos, tudo isso com operacionalidade simples, protocolos de varredura rápidos, com baixos custos de aquisição e manutenção do aparelho.

VIER-PELISSER et al. (2010) analisaram a anatomia do sistema de canais radiculares de 10 pré-molares superiores humanos trirradiculares, com o uso da  $\mu$ CT, na melhor resolução do aparelho SkyScan 1072. Após a varredura dos dentes, as imagens adquiridas foram processadas e trabalhadas, e se constatou que secção transversal dos canais foi heterogênea, ao longo do comprimento das raízes. A localização do forame apical variou, com tendência a se localizar na direção palatina ou distal. O corno pulpar vestibular foi maior que o palatino. A distância média da parte mais cervical do teto da câmara pulpar para bifurcação e trifurcação foi de 3,13 e 5,08 mm, respectivamente. As características anatômicas internas da cavidade pulpar dos dentes puderam ser identificadas pela  $\mu$ CT, e revelaram heterogeneidade, concluíram os autores. Importantes avanços tecnológicos na área da imagiologia oral e dentária têm sido introduzidas nos últimos anos, incluindo a tomografia computadorizada. A natureza não-invasiva delas permite o uso de dentes para outros fins, ou para uso como controles para os procedimentos futuros de tratamento. Objetos são reconstruídos bi ou tridimensionalmente, e as imagens em fatias podem ser recriadas em qualquer plano, de forma bi ou tridimensional. A anatomia interna e a externa podem ser demonstradas

de forma simultânea ou separadamente e ser avaliadas qualitativamente e quantitativamente. A introdução da  $\mu$ CT na pesquisa odontológica tem facilitado o estudo da anatomia do canal radicular, com melhorias substanciais no *software* e no *hardware*, diminuindo-se o tamanho do voxel para cerca de 30-40  $\mu$ m, o que permite aumento considerável de resolução da imagem.

YIN et al. (2010) avaliaram a eficácia de instrumentação de canais em forma de C com o uso do sistema ProTaper e instrumentos manuais por meio de micro tomografia computadorizada. Os autores selecionaram 24 molares inferiores inicialmente escaneados por microtomógrafo que apresentavam canal em forma de C, as coroas foram seccionadas 2 mm abaixo da junção amelo-cementária. Os dentes foram separados aos pares e instrumentados com sistema rotatório ProTaper ou técnica *step-down* com limas tipo K e brocas tipo Gates-Glidden. Os espécimes foram submetidos à análise volumétrica, o volume pré-operatório do canal foi determinado pelo número de *voxel*, em vermelho; e após instrumentação em verde. Foi feita a sobreposição das imagens em 3D, o próprio programa mudava a cor para amarelo onde elas se sobrepunham. A análise da área foi realizada sobrepondo as imagens antes e após instrumentação. Os canais instrumentados com o sistema ProTaper mostraram maior porcentagem de áreas não instrumentadas que os tratados com limas manuais, porém a instrumentação com sistema rotatório produziu menos transporte apical e menor incidência de perfurações. Os autores concluíram que o uso combinado das duas técnicas é recomendado para obter um melhor debridamento na prática clínica.

ENDAL et al. (2011) realizaram estudo a fim de obter análise tridimensional da área de istmo entre os canais mesio-vestibulares de molares inferiores por meio de  $\mu$ CT e medir a quantidade de *debris* e cimento obturador nessa região após instrumentação, irrigação e obturação dos canais. Os autores fizeram três escaneamentos distintos: antes e depois da instrumentação e após a obturação dos condutos com o sistema Thermafil. Os autores puderam concluir de acordo com seus resultados que uma quantidade considerável de lama dentinária é produzida e retida no istmo durante a instrumentação com o sistema rotatório dos canais mesiais de molares inferiores, apesar da instrumentação contínua que foi realizada durante e após a instrumentação. A lama dentinária pode, portanto, impedir parcialmente a penetração do material de obturação na região do istmo.

GAMBARINI et al. (2011) discutiram o uso do CBCT no diagnóstico diferencial de um caso clínico de parestesia labiomandibular causada pela extrusão de material obturador endodôntico para o interior do canal mandibular, em uma paciente de 59 anos de idade. Para os autores, o uso da CBCT ganhou popularidade recentemente, entre os endodontistas. As imagens podem revelar informações adicionais relevantes sobre a morfologia do canal radicular e das estruturas adjacentes, a natureza e a relação de lesões periapicais com o ápice radicular e a espessura do osso cortical e do esponjoso, que não podem ser obtidas pelas radiográficas convencionais. Ainda mais, o exame realizado com a CBCT expõe o paciente a significativamente menos radiação quando comparada à tomografia computadorizada convencional, e é capaz de fornecer

imagens tridimensionais detalhadas do dente, do sistema de canais radiculares e dos tecidos adjacentes.

IOANNIDIS et al. (2011) apresentaram o relato de um caso clínico de um paciente com 7 molares unirradiculares, portadores de canal único, circunstância confirmada por meio de exame radiográfico e com CBCT. Segundo os autores, a aplicação de novas ferramentas de análise no diagnóstico, como a CBCT, para a avaliação pré-operatória da morfologia incomum de canais radiculares tem sido destacada, auxiliando a escolha e realização corretas da intervenção endodôntica em casos complicados e desafiadores. A CBCT foi desenvolvida na década de 90 para produzir imagens tridimensionais da região maxilo-facial, com doses de radiação consideravelmente menores do que aquelas emitidas quando da realização de uma tomografia computadorizada convencional. A qualidade de imagem da CBCT é superior à da tomografia computadorizada helicoidal para a avaliação do osso esponjoso, ligamento periodontal, lâmina dura, esmalte, dentina e polpa, esclarecem os autores.

MEDER-COWHERD et al. (2011) analisaram, por meio de  $\mu$ CT, a morfologia das raízes palatinas de molares superiores e a verificação da presença e forma da constricção do canal radicular no terço apical dessas raízes. Foram utilizados 40 molares superiores. Suas raízes palatinas foram seccionadas 10 mm do ápice e ajustadas em base de isopor sendo escaneadas 8 por vez, uma cobertura de isopor foi disposta sobre o conjunto formando um "sanduíche" com as raízes para evitar qualquer tipo de deslocamento. As imagens foram avaliadas por 5 endodontistas que deveriam classificar cada imagem em 5 diferentes formas de constricção: única, paralela, delta, cônica ou

dilatada. 65% das raízes não apresentaram constrictão na região apical (1-3 mm). A minoria (35%) possuía constrictão (única, cônica). Em relação à morfologia os autores encontraram 35% paralela, 19% única, 18% cônica, 15% dilatada e 12% delta. Os pesquisadores concluíram que a anatomia apical das raízes palatinas estudadas apresentam grande variação. Uma porcentagem significativa das amostras não apresentou constrictão apical, se isso é verdade em relação aos outros grupos de dente, a constrictão apical não deve ser usado como um marcador anatômico para o preparo do canal e obturação.

ÖZER (2011) comparou a precisão do diagnóstico de fraturas verticais simuladas (VRF) por meio da CBCT com diferentes resoluções de *voxel*, em 60 dentes, 30 deles com a fratura e outros 30, sem ela. Para isso, utilizou o tomógrafo i-Cat com diferentes resoluções de *voxel* (0,125, 0,2, 0,3 e 0,4 mm), e os resultados foram examinados por três observadores calibrados, em relação à sensibilidade, especificidade, probabilidade e precisão do acerto do diagnóstico. A probabilidade de acerto foi de 24,5 para o *voxel* de 0,125 mm, 24,24 para o *voxel* de 0,2 mm, e 13,2 para o de 0,4 mm. Os resultados de precisão diagnósticas confirmaram a probabilidade como 0,97, 0,96, 0,93 e 0,92, respectivamente. Para o autor, a CBCT é confiável para a detecção de VRF simuladas, e o protocolo com o uso de 0,2 mm de *voxel* foi o melhor, considerando-se a baixa exposição à radiação e a boa performance de diagnóstico. A qualidade da imagem das tomografias computadorizadas são descritas como sendo a visibilidade de estruturas importantes para a realização do diagnóstico. Vários fatores influenciam essa qualidade, tais como os ajustes de miliamperagem, o tamanho do *voxel*, o campo de visão (FoV), e

o tipo de sensor do escaner, esclarece o autor. O diagnóstico com a CBCT oferece imagens tridimensionais, sem a sobreposição de estruturas adjacentes, e também é uma técnica não invasiva, de grande precisão. Entretanto, pondera, a dose de radiação é equivalente àquela dispensada ao paciente durante a realização de 4 a 15 radiografias panorâmicas, e, infelizmente, a qualidade da imagem é diretamente relacionada à exposição à radiação. O tamanho do *voxel* tem correlação com a qualidade da imagem (contraste e resolução) e a dose de exposição.

PAQUÉ et al. (2011) analisaram quantitativamente por meio  $\mu$ CT, o preparo do canal radicular utilizando a técnica de um único instrumento ProTaper F2. Os pesquisadores utilizaram 25 molares inferiores com duas raízes mesiais separadas e avaliaram mudanças no volume de dentina, grau de desvio do canal e forma da parede do canal. Foram avaliados dois grupos: grupo 1 os dentes foram instrumentados com a seqüência padrão do sistema ProTaper e no grupo 2 a instrumentação foi realizada com a técnica do instrumento único. Os espécimes foram escaneados antes e após a instrumentação. De acordo com os resultados obtidos não houve diferença estatística nos parâmetros anatômicos. A técnica de instrumento único proporcionou um alcance mais rápido ao comprimento de trabalho quando comparada à técnica convencional.

PETERS; PAQUÉ (2011) descreveram as propriedades de manipulação do canal radicular de um novo instrumento de níquel-titânio – self-adjusting file (SAF) – em 20 molares inferiores, com o uso de  $\mu$ CT, com resolução de 20  $\mu$ m. Alterações no volume do canal radicular, área e geometria dos canais foram comparadas com valores pré-operatórios. Determinaram-se, também, o transporte do leito do canal e as áreas não

instrumentadas. Os resultados mostraram que o volume e a superfície dos canais aumentaram significativamente no canal méso-vestibular, no disto-vestibular e no palatino. O transporte médio dos canais, nos terços apical e médio, variaram entre 31 a 89  $\mu$ m. As superfícies não preparadas variaram de 25,8% a 12,4%, de 22,1% a 12,0%, e de 25,2% a 11,3% nos canais méso-vestibular, disto-vestibular e palatino, respectivamente. Os autores concluíram que o uso da SAF propiciou a obtenção de canais radiculares homogêneos, circunferenciais e com pouco transporte. A  $\mu$ CT, esclarecem os autores, foi introduzida na Endodontia experimental há mais de uma década e é utilizada em estudos quantitativos e tridimensionais, para avaliar a performance de várias técnicas de instrumentação. Uma limitação potencial do estudo realizado, segundo os pesquisadores, é o tamanho relativamente pequeno da amostra de 60 canais no total, para este tipo de estudo, mas que é similar ao dos recentes estudos baseados na tecnologia da  $\mu$ CT.

SOMMA et al. (2011) avaliaram, por meio de  $\mu$ CT, a qualidade de obturações realizadas com três diferentes técnicas de obturação: condensação lateral, Thermafil e System B. Os autores utilizaram 30 dentes unirradiculares. As coroas foram removidas e as raízes instrumentadas com o sistema rotatório ProTaper, depois divididas em três grupos de acordo com a técnica de obturação utilizada, sendo n=10. Os espécimes foram escaneados (SkyScan 1072; SkyScan, Kartuizersweg, Bélgica) e avaliou-se com auxílio de software o volume da obturação, do canal e dos espaços vazios e sua distribuição. Estatisticamente não foram encontradas diferenças entre os espaços vazios

e sua distribuição em nenhuma das técnicas utilizadas e todas tiveram resultados satisfatórios em relação à obturação.

VERSIANI et al. (2011) avaliaram preparo de canal radicular de canais ovais e achatados com sistema rotatório (K3) e limas auto-ajustáveis (SAF) por meio de microtomografia computadorizada. Foram utilizados 40 incisivos inferiores escaneados antes e após a instrumentação (n=20). As alterações no volume do canal, área de superfície e geometria transversal foram comparadas com os valores antes da instrumentação. De modo geral os valores dos diâmetros maiores, menores e perímetro não foram diferentes estatisticamente. No terço cervical, a porcentagem de dentina removida das paredes dos canais foi maior nos dentes instrumentados com as limas auto-ajustáveis. Os autores concluíram que instrumentos SAF instrumentaram os canais achatados homoganeamente e circunferencialmente e atingiram áreas que o sistema rotatório não tocou.

SILVA FILHO (2011) avaliou a adaptação do cone principal de guta percha quando da sua seleção, a presença da guta percha na massa obturadora, e o volume dessa massa em relação ao volume do canal radicular, por meio de microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT), e se houve extravasamento do cimento obturador, em 20 incisivos centrais superiores humanos, preparados com instrumentos rotatórios até o # 50/.02, foram divididos (n=10) em GI – convencional e GII – convencional + moldagem térmica do extremo apical do CT. Realizou-se uma  $\mu$ CT (SkyScan 1174, 50kV, 800mA, 40W, resolução espacial 30 $\mu$ m, ciclo 360°). Os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral + cimento AH Plus. Realizou-se nova  $\mu$ CT. O autor constatou que o

cone convencional ocupou  $35,83 \pm 15,05\%$  do canal antes da obturação, e  $38,72 \pm 11,64\%$  depois. Para a moldagem, ocupou  $23,14 \pm 7,74\%$  e  $26,98 \pm 20,40\%$ . As porcentagens de volume da guta percha e da massa obturadora em relação ao canal foram  $61,28 \pm 11,64$  e  $87,76 \pm 9,98$  para a convencional, e  $73,00 \pm 20,41$  e  $89,96 \pm 9,08$ , para a moldagem. Estatisticamente, não houve diferença significativa entre a convencional antes e depois da obturação ( $t= 0,5542$ , 9 GL,  $p= 0,593$ ), e na moldagem ( $t= 0,7069$ , 9 GL,  $p=0,4975$ ); no volume de guta percha na convencional e na moldagem ( $t=1,577$ , 18 GL,  $p= 0,132$ ) e no volume da massa obturadora nos canais obturados ( $t=0,516$ , GL=18,  $p=0,612$ ). Concluiu que a escolha convencional do cone e a moldagem térmica não permitiram sua adaptação no CT e a presença da guta percha nos canais obturados foi semelhante nos diferentes métodos.

ZHANG et al. (2011) investigaram as variações anatômicas da configuração de molares superiores permanentes de 269 pessoas chinesas. Para isso, utilizaram a CBCT. No total, foram analisados 299 primeiros molares superiores e 210 segundos. Segundo os autores, as raízes méso-vestibulares apresentam maior variação no seu sistema de canais radiculares do que as disto-vestibulares e as palatinas. A configuração dos canais dos segundos molares é mais variada do que a dos primeiros. A CBCT é um método que pode melhorar a detecção e mapeamento do sistema de canais radiculares na raiz méso-vestibular, com o potencial de melhorar a qualidade do tratamento endodôntico, A CBCT pode fornecer cortes axiais, transversais e tangentes e fornece informações completas sobre os canais radiculares, em diferentes direções, que não poderiam ser detectada por meio de radiografias convencionais ou técnicas clínicas.

ZASLANSKY et al. (2011) avaliaram cortes transversais de canais radiculares e materiais obturadores em imagens obtidas por três métodos de microscopia e dois de tomografia. Para isso, utilizaram seis canais radiculares obturados pela técnica da condensação lateral, com cones de gutta percha e cimento AH-26, que foram escaneados com contraste de fase e micro tomografia reforçada com sincrotron. As imagens reconstruídas das secções dos dentes foram comparadas com secções de raízes úmidas e imersas em acrílico, que foram avaliadas também por microscopia de luz e de elétron (EM), e também por microtomografia ( $\mu$ CT). Os diferentes contrastes da gutta percha, os espaços vazios, o cimento obturador e a dentina radicular foram identificados e correlacionados. A borda interna do canal, o contorno da gutta percha e a margem externa de um espaço vazio foram delineados manualmente, e as áreas fechadas foram repetidamente mensuradas por três observadores, calibrados. Estabeleceu-se a porcentagem de gutta percha/área obturada do canal (PGP). A  $\mu$ CT reforçada pelo contraste de fase revelou interfaces internas e volumes tridimensionais detalhados de espaços vazios acentuados, de partículas micrométricas e de fendas existentes nas raízes obturadas. Houve excessos nas observações de imagens obtidas pela microscopia de luz, ao passo que houve faltas com a  $\mu$ CT e a EM. As diferenças excederam 40%, entretanto, os valores de PGP obtidos por todos os métodos ficaram em 5% para a mesma secção. Concluíram que a  $\mu$ CT reforçada pelo contraste é um método eficiente, não destrutivo, para o estudo *ex vivo* das interfaces no interior dos canais radiculares e dos cimentos obturadores, dotado de resolução micrométrica. Porém, deve-se tomar cuidado quando se usar a  $\mu$ CT, o microscópio de luz e a EM para

a quantificação da extensão da guta percha em obturações dos canais radiculares, para não se alterarem as dimensões das áreas avaliadas.

### **III– PROPRIEDADES DOS CIMENTOS OBTURADORES**

GROSSMAN (1976) estudou propriedades físicas dos cimentos obturadores de canais radiculares, dentre elas a adesividade. Os cimentos testados foram: AH 26, Diaket, KerrSealer, Mynol, N2, N2 no-lead, Procosol, RC2B, Roth 801, Roth 811, Tubliseal e cimento de óxido de zinco/eugenol. Os resultados demonstraram que quanto menor o tamanho das partículas, mais fácil é a manipulação do cimento, tornando a mistura mais suave e com melhor escoamento. Todos os cimentos apresentaram contração quando expostos à temperatura ambiente por 5 a 7 dias. A adesividade foi avaliada por meio de balança onde a tração foi exercida com incrementos de pesos de 100 gramas e a força transmitida por sistema de correntes. Os cimentos AH 26 e Diaket, que são resinosos, apresentaram maior adesão que os cimentos à base de óxido de zinco/eugenol que constituiu o grupo de pior desempenho.

OKŞAN et al. (1993) avaliaram a capacidade de penetração dos cimentos endodônticos: Diaket, N2 Universal, SPAD e Forfénan nos túbulos da dentina radicular, frente à remoção ou manutenção da camada de *smear*. A presença da camada de *smear* impediu a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, enquanto sua remoção com EDTA permitiu a penetração em maior profundidade do Diaket, N2 e SPAD. O Forfénan apresentou a menor capacidade de penetração.

DE DEUS et al. (2002) avaliaram a capacidade de penetração nos túbulos dentinários dos cimentos endodônticos Endofill, Sealapex, AH Plus e Pulp Canal Sealer. Foram utilizados 72 incisivos centrais superiores, que foram divididos em 4 grupos, e subdivididos em função do uso ou não do EDTA a 17% como irrigante final. Após a obturação, as raízes foram seccionadas no sentido méso-distal e foi escolhida a secção de melhor qualidade visual para ser analisada em MEV. O foco de observação foi a interface dentina/material obturador e foi mensurada a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários. O Sealapex apresentou menor penetração, e os melhores resultados ocorreram quando da irrigação final com EDTA. O cimento Pulp Canal Sealer apresentou a maior capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários. Os autores concluíram que a manutenção da camada de *smear* influenciou negativamente na capacidade de penetração dos cimentos testados para o interior dos túbulos dentinários.

LEE et al. (2002) compararam, *in vitro*, quatro tipos de cimentos endodônticos (Kerr, à base de óxido de zinco e eugenol; Sealapex, à base de hidróxido de cálcio; AH 26, à base de resina epóxi; Ketac-Endo, à base de ionômero de vidro) quanto à adesão à dentina e à guta-percha. Cilindros de alumínio (5 mm de diâmetro) foram posicionados, com auxílio de cera, sobre superfícies planas de dentina coronária e de guta percha e foram preenchidos com um dos cimentos estudados. Após o tempo de endurecimento, suas resistências à tração foram mensuradas. Os cimentos endodônticos apresentaram a seguinte ordem crescente de adesão à dentina: Kerr <

Sealapex < Ketac-Endo < AH 26, enquanto que a adesão à guta percha ocorreu na seguinte: Ketac-Endo < Sealapex < Kerr < AH 26.

SALEH et al. (2003) avaliaram, por meio de MEV e espectroscopia de energia dispersiva por raios x, as interfaces entre cimentos endodônticos/dentina e cimento/guta percha rompidas após o teste de resistência de união. As superfícies de dentina, condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 30 s, ácido cítrico a 25% por 30 s, EDTA 17% por 5 min e água destilada (controle) foram unidas ao disco de guta percha com os cimentos testados: cimento Grossman, Apexit, Ketac-Endo, AH Plus, RoekoSealAutomix e RoekoSealAutomix com um *primer* experimental. A espectroscopia de energia dispersiva por raios x traçou os componentes dos cimentos nas superfícies rompidas. Os cimentos Grossman, RoekoSealAutomix com *primer* experimental e AH Plus/EDTA penetraram nos túbulos dentinários quando a superfície foi tratada com ácidos, formando *tags* de cimento que permaneceram obliterando os túbulos após o rompimento da união. Os autores concluíram que não houve relação entre o aumento da resistência de união à dentina e a penetração dos cimentos endodônticos para o interior dos túbulos dentinários.

GESI et al. (2005) investigaram, por meio de teste de *push out*, a resistência de interface e os tipos de fratura em canais obturados com sistema Epiphany/Resilon e guta percha com AH Plus. A técnica de termoplastificação foi realizada com System-B e Obtura II. Os segmentos de raiz foram obtidos pelo seccionamento 2 mm abaixo da junção amelocementária o que resultou na obtenção de 33 *slices* de 3 a 4 mm de espessura no grupo do Resilon e 30 no grupo do AH Plus. O teste de compressão foi

realizado em Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 0,5 mm/min e a força expressa em MPa. A análise da fratura sob MEV no grupo do Epiphany/Resilon mostrou *tags* de resina nos túbulos dentinários enquanto, no grupo do AH Plus, a dentina intraradicular permaneceu coberta pelo cimento com bolhas remanescentes. Os autores concluíram que a força de interface do cimento Epiphany/Resilon à dentina não foi superior ao do cimento à base de resina epóxi (AH Plus).

SOUSA-NETO et al. (2005) avaliaram o efeito da aplicação de lasers Er: YAG e Nd: YAG na dentina radicular humana sobre a adesividade do cimento obturador à base de resina epóxi, pelo método do *push-out*. Noventa caninos superiores foram seccionados transversalmente na junção amelo-cementária e a 8 mm da mesma, criando um cilindro de raiz que foi incluído em resina acrílica autopolimerizável. Os canais radiculares foram preparados e divididos aleatoriamente em 9 grupos. No grupo I, a dentina foi tratada com 2 ml de EDTA-C a 17% por 5 minutos. Do grupo II ao V, a dentina foi tratada com laser Er:YAG com os seguintes parâmetros: 8 Hz, 200 mJ; 8 Hz e 400 mJ; 16 Hz e 200 mJ; 16 Hz e 400 mJ, respectivamente. Do grupo V ao IX, a dentina foi tratada com laser Nd: YAG com os seguintes parâmetros: 10 Hz e 1 W; 10 Hz e 2 W; 15 Hz e 1 W; 15 Hz e 2 W, respectivamente. Os condutos foram preenchidos com cimentos à base de resina epóxi e submetidos ao teste do *push-out* na máquina universal de ensaios. A análise estatística dos resultados evidenciou diferença ao nível de 1% entre os tratamentos com os lasers Er: YAG e Nd: YAG com maiores frequências e o EDTA-C 17%. Concluíram que o aumento da frequência dos lasers, independentemente do aumento da potência, provocou aumento na adesividade do

cimento obturador à base de resina epóxi em relação ao grupo tratado com EDTA-C a 17%.

UNGOR et al. (2006) analisaram a força de adesão do Epiphany/Resilon comparada a diferentes combinações de guta percha e AH Plus. Canais radiculares de 65 dentes unirradiculares foram instrumentados com sistema ProTaper e obturados pela condensação lateral como a seguir: GI- AH Plus /guta percha; GII- AH Plus/Resilon; GIII- Epiphany/Resilon; GIV- Epiphany/guta percha; GV- apenas guta percha (controle). O preparo para o teste de *push out* consistiu na obtenção de segmentos de raízes com 1,13 mm de espessura pelo seccionamento perpendicular ao longo eixo logo abaixo da junção amelocementária. O material obturador foi submetido à compressão com ponta de 1 mm de diâmetro acoplado à Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 1 mm/min até que ocorresse o deslocamento da obturação. A tensão foi expressa em MPa. Análise estatística revelou que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,001$ ) e o grupo Epiphany/guta percha apresentou adesão superior aos outros grupos. O GV teve pior desempenho. A inspeção da superfície sob lupa estereoscópica com aumento de 20X revelou falha predominantemente adesiva à dentina em todos os grupos. O sistema Epiphany/Resilon não foi superior em adesão à combinação do cimento AH Plus com a guta percha.

SKIDMORE et al. (2006) avaliaram por meio do teste de *push out*, a resistência ao cisalhamento de espécimes preenchidos com Resilon/Epiphany e Guta percha/Pulp Canal Sealer EWT. Utilizaram 12 dentes anteriores humanos que foram instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25% e EDTA a 17%. Foram separados em 2

grupos de acordo com a obturação realizada: GI- Guta percha/Pulp Canal Sealer EWT; GII- Resilon/*Primer*/Root Canal Sealant. Posteriormente, as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo do dente em 15 *slices* de 1 mm de espessura e submetidas à Máquina Universal de Ensaio para o teste. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo Resilon/Epiphany (1,51 MPa) comparado ao grupo guta percha/Pulp Canal Sealer (0,66 MPa). Os espécimes de cada grupo foram analisados por MEV que revelou falhas predominantemente adesivas em ambos os grupos. Foram analisados também 4 espécimes intactos, ou seja, que não foram levados ao teste de *push out*, e foram observados *gaps* na interface dentina/cimento.

FISHER et al. (2007) compararam a força de adesão de materiais obturadores por meio do teste de *push out*. As raízes de 25 dentes foram instrumentados e divididos em 5 grupos para obturação (n=5): GI- Kerr EWT/guta percha; GII- AH Plus/guta percha; GIII- Epiphany/Resilon; GIV- sistema de obturação Activ GB; GV- EndoREZ. As raízes foram seccionadas para obtenção de secções de 1 mm dos terços apical, médio e cervical. O teste revelou diferença estatisticamente significativa, com maiores valores para o grupo AH Plus/guta percha. Os grupos I e IV obtiveram maiores valores de adesão comparados aos grupos III e V.

JAINAEN et al. (2007) avaliaram, por meio de *push out*, a força de adesão na interface dentina-cimento com e sem a presença do cone principal na obturação endodôntica. Foram avaliados três diferentes cimentos resinosos: AH Plus, EndoRez e Resilon. Pré-molares com dois canais separados foram instrumentados com o sistema rotatório Profile. Os dentes foram divididos em três grupos, em cada dente uma raiz era

preenchida com o cimento e um cone e o outro canal apenas com cimento. Após essa etapa foram confeccionadas *slices* de 1 mm de dentina da região média das raízes. Os tipos de falhas após o teste foram observados em MEV. Em geral, o cimento a base de resina epóxica obteve maior força de adesão. O teste de *push out* demonstrou maior força na adesão nos espécimes sem o cone principal, ou seja, preenchido apenas com o cimento. Os cimentos se comportaram de maneira diferente quando estavam associados ao cone, formando uma fina camada, comparados com a massa apenas de cimento. As falhas foram coesivas nos espécimes com a presença do cone, com presença de cimento na superfície do canal. Nos espécimes preenchidos com cimento apenas, as falhas foram adesivas demonstrando paredes de dentina limpas de cimento. Os autores puderam concluir que a força de adesão dos cimentos à parede do canal foi menor quando associados ao cone principal.

RESENDE et al. (2009) avaliaram as propriedades físico-químicas e analisaram a morfologia da superfície dos cimentos AH Plus, Epiphany, Epiphany SE, Epiphany com solvente *Thinning Resin*. Utilizaram 5 amostras de cada cimento para cada teste: tempo de endurecimento, radiopacidade, escoamento, solubilidade, alteração dimensional e análise da morfologia por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os testes seguiram a preconização da especificação 57 da ANSI/ADA (2000) e os resultados mostraram que as alterações dimensionais ( $2,43 \pm 0,46\%$ ) do Epiphany SE e a solubilidade ( $3,25 \pm 1,74\%$ ) do Epiphany foram maiores do que os valores aceitáveis. Os demais testes cumpriram os limites preconizados. A microscopia eletrônica revelou que o Epiphany SE é mais organizado, compacto e homogêneo do que o AH Plus e o

## Epiphany.

SOUZA et al. (2009) compararam dois cimentos endodônticos a base de resina (AH Plus e Epiphany com polimerização dual) em relação à escoamento, tensão de polimerização e resistência de união à dentina. O escoamento foi verificado pelo diâmetro do cimento não polimerizado (0,5 mL) após 7 min de compressão (20N) entre placas de vidro. A tensão de polimerização foi monitorada por 60 minutos em discos de 1 mm de espessura colados à duas placas de vidro em máquina de teste universal. A resistência de união à dentina foi analisada por meio de teste de *push out* e o tipo de falha de união foi verificada em MEV. Após analisar os resultados obtidos, os autores concluíram que o Epiphany apresentou maior fluidez e tensão de polimerização e menores valores de resistência de união à dentina do que o AH Plus. Portanto, pode estar implícito que o AH Plus proporciona um melhor selamento.

TEIXEIRA et al. (2009) compararam o teste de tração com o teste de *push out* para avaliar a adesão do cimento AH Plus à dentina e à guta percha, e avaliaram as falhas das interfaces por meio de microscopia eletrônica de varredura. Estabeleceram 3 grupos (n=7): GI- secções transversais de caninos foram incluídas em resina acrílica e os canais preparados e obturados para o teste de *push out*; GII- secções longitudinais dos cilindros de dentina foram incluídas em resina acrílica para o teste de tração; GIII- cilindros de guta percha foram incluídas em resina acrílica para o teste de tração. As médias obtidas em MPa foram: GI (8,8±1,13); GII (5,9±1,05) e GIII (3,8±0,55) e foram estatisticamente diferentes entre si (p<0,05). A análise por MEV mostrou

predominância de falhas adesivas e mistas para o AH Plus.

ARI et al. (2010) avaliaram a capacidade de selamento apical do Hybrid Root SEAL (MetaSEAL), conjuntamente com diferentes técnicas de obturação dos canais radiculares. Para isso, utilizaram 68 molares inferiores humanos extraídos, com raiz única e reta, ápices fechados, que foram preparados pela técnica de instrumentação *step-back*, e divididos em 4 grupos experimentais (n=15). 8 dentes foram preparados como controle (3 positivos, 3 negativos e 2 mais para calcular 100 % de infiltração). Os grupos experimentais foram obturados pela técnica de condensação lateral fria, condensação vertical, Thermafil e Ultrafil. A movimentação de fluidos ao longo dos canais obturados foi medida. Os resultados mostraram que a técnica de condensação lateral fria e da condensação vertical apresentaram significativamente menos movimento de fluido do que os grupos do Ultrafil e Thermafil, sendo que este apresentou os maiores valores de movimento de fluido. Os autores destacaram que o objetivo final dos procedimentos endodônticos é a obturação tridimensional total do sistema de canais radiculares. Para isso, utiliza-se, rotineiramente, a guta percha associada a cimentos obturadores, combinadas a várias técnicas. A guta percha não adere às paredes dos canais, e várias tentativas são feitas para solucionar a questão da obturação. A técnica de obturação da condensação lateral fria é a mais difundida para esse propósito. A condensação vertical é tida como a que proporciona maior densidade da guta percha na porção apical da obturação, e oblitera canais laterais e foraminas, de forma consistente. Há, ainda, a tentativa de fusão da guta percha, como no caso do Thermafil e do Ultrafil, com o objetivo de se obter uma massa homogênea do material e fazê-lo penetrar nos

túbulos dentinários. A guta percha, esclarecem os autores, no interior dos canais radiculares, não é dimensionalmente estável, o que faz com que seja utilizada associada a um cimento obturador. Um selamento pobre pode resultar em falhas na região apical, que se tornam sítio de alojamento de fluidos tissulares. Assim, a vedação apical é desejável para prevenir a presença de bactérias remanescentes e suas endotoxinas, bem como a de fluidos tissulares originais a partir do ápice radicular. A obturação tridimensional dos canais radiculares, bem compactada, previne a percolação e a microinfiltração de exsudatos periapicais para o interior do espaço dos canais, previne a reinfecção e cria ambiente biológico favorável para a cura, esclarecem os pesquisadores.

COSTA et al. (2010) compararam, por meio do teste de *push out* e MEV, a força de adesão à dentina radicular dos cimentos à base de metacrilato Epiphany SE, Epiphany e Hybrid Root SEAL em diferentes condições experimentais. Raízes de 60 caninos padronizadas em 17 mm de comprimento foram instrumentadas pela técnica coroa-ápice com limas manuais acopladas ao contra-ângulo oscilatório NSK até a lima #60. Os canais foram irrigados com 2ml de hipoclorito de sódio a 1% a cada troca de lima e ao final do preparo com 5 ml de EDTA a 17% por 5 minutos, seguido de 5 ml de água destilada. Após secagem com cones de papel absorvente, as raízes foram divididas em 6 grupos (n=10) de acordo com a obturação realizada: GI- Epiphany SE; GII- Epiphany e *primer*; GIII- Epiphany, *primer* e solvente; GIV- Epiphany e adesivo Clearfill DC Bond; GV- Epiphany, adesivo Clearfil DC Bond e solvente; GVI- Hybrid Root SEAL. Posteriormente, cada raiz foi seccionada em 9 secções de 1 mm de espessura, três para

cada terço. A primeira secção foi submetido ao teste de *push out*, o segundo para MEV e o terceiro também para MEV, porém com descalcificação prévia. O cimento Hybrid Root SEAL apresentou maiores valores de adesão em MPa ( $5,27 \pm 2,07$ ;  $p < 0,05$ ) do que os outros grupos, Epiphany SE ( $0,40 \pm 0,23$ ), Primer/Epiphany ( $0,78 \pm 0,45$ ), Primer/Epiphany/solvente ( $0,57 \pm 0,28$ ), Clearfil DC/Epiphany ( $0,40 \pm 0,24$ ), Clearfil DC/Epiphany/solvente ( $0,50 \pm 0,41$ ), que foram estatisticamente semelhantes ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os terços. A análise das falhas na interface revelou predominância de falhas adesivas nos grupos I, II, IV e V. No GIII ocorreram falhas mistas e no GVI, coesivas. Na análise das fotomicrografias, foram observados *gaps* no terço cervical do GI, em todos os terços do GII e poucos *gaps* nos GIII, GIV e GV. O GVI apresentou boa adaptação e justaposição ao longo de toda a interface. Nos espécimes submetidos à descalcificação prévia à MEV foi observada a morfologia dos *tags*, que apresentaram-se colapsados e embaralhados nos grupos I e II, e nos outros grupos estavam arranjados de forma mais homogênea e livre. Concluíram que o cimento Hybrid Root SEAL teve melhor resultado, e que a utilização do *primer*, do solvente e do adesivo não influenciaram no teste de *push out*.

KIM et al. (2010) realizaram artigo de revisão de literatura sobre os cimentos a base de resina metacrilato. Segundo os autores, quatro gerações desses cimentos têm sido avaliadas comercialmente. Três dos quais foram introduzidos no mercado nos últimos 5 anos quando o conceito de adesão simultânea do cimento ao material obturador e à dentina foram popularizados. A primeira geração foi introduzida em meados do ano de 1970. O seu uso foi diminuído em consequência de suas

características clínicas, biológicas e físicas. Com o avanço dos adesivos com sistemas auto-condicionantes, foram reintroduzidos no mercado no começo do século 21 para atender a introdução de materiais obturadores adesivos. Três diferentes gerações destes cimentos desde então, estão disponíveis comercialmente, embora alguns estudos *in vitro* sobre capacidade de selamento, auto-condicionamento, remoção e biocompatibilidade mostrem que os cimentos convencionais apresentam melhor potencial. Os autores concluíram com base em dados disponíveis na literatura que ainda não está claro os benefícios do uso desses cimentos até esse momento de seu desenvolvimento.

MARIN-BAUZA et al. (2010) avaliaram, *in vitro*, o tempo de endurecimento (TE), escoamento (ES), radiopacidade (RP), estabilidade dimensional (ED), solubilidade (SB) dos cimentos AH Plus, Epiphany SE, Hybrid Root Seal, Polifil, Apexit Plus, Sealapex, Endométhasone e Endofill, seguindo a Especificação 57 da ANSI/ADA. Para determinar o TE, anéis de aço inoxidável foram preenchidos com os cimentos e testados com agulha Gillmore. Para o ES, o cimento foi colocado em placa de vidro e, após 180s, colocou-se um peso de 120g sobre este. Após 10 min, os diâmetros dos cimentos foram aferidos. No teste RP, moldes de teflon circulares foram preenchidos com os cimentos, radiografados e a densidade radiográfica determinada por meio do *software* Digora. Para o teste ED, moldes cilíndricos foram preenchidos com os cimentos, cobertos por lâmina de vidro e armazenados à 37 °C. As amostras foram medidas, armazenadas em água por 30 dias para, então, serem secas e novamente medidas. Para o teste SB, moldes circulares, com fio de nylon em seu interior, foram preenchidos com os

cimentos, presos às placas de vidro e armazenados à 37 °C. As amostras foram pesadas, colocadas em água destilada e deionizada e, após 7 dias, secas e pesadas novamente. Os líquidos foram analisados em espectrômetro. Quanto ao TE, o AH Plus, Epiphany SE, Hybrid Root Seal, Apexit Plus e Endofill estão de acordo com a ANSI/ADA. O fabricante do Endométhasone não menciona seu TE, o Polifil é um cimento experimental e o Sealapex não endureceu o suficiente para a realização do teste. Considerando-se o ES, RP e SB, os cimentos testados estão de acordo com a ANSI/ADA. Em relação à ED, todos os cimentos apresentaram-se em desacordo com a ANSI/ADA. Verificou-se, também, que ocorreu maior liberação de K<sup>+</sup> no Endométhasone e Hybrid Root Seal, Na<sup>+</sup> no Apexit Plus, AH Plus e Endométhasone, Zn<sup>2+</sup> no Epiphany SE, Endofill, Endométhasone e Polifil.

STOLL et al. (2010) avaliaram a força de adesão de diferentes cimentos com cones de Resilon ou guta percha. Os cones foram incluídos em tubos plásticos preenchidos com resina, seccionados longitudinalmente e polidos. Os cimentos AH Plus, RealSeal (multi-componente), RealSeal SE (componente único) e Hybrid Root Seal (componente único) foram manipulados e inseridos em cavidades de 0,5 mm de profundidade preparadas em molde de resina transparente de 2,5 mm de espessura e 2 mm de diâmetro. Cada cimento foi colocado em contato com os cones, totalizando 8 grupos (n=10). Os cimentos de cura dual foram fotopolimerizados e armazenados em estufa por 48 horas. Após este período, realizou-se o teste de cisalhamento em Máquina Universal de Ensaio a 1 mm/min. Os resultados em MPa apontaram diferença estatisticamente significativa (p<0,05) na comparação entre: cone Resilon (1,4) X guta

percha (0,8), cimento adesivo (1,4) X não-adesivo (0,2) e material de componente único (1,9) X material multi-componente (0,3). Concluíram que os cimentos adesivos de componente único influenciaram positivamente na adesão aos cones, mesmo que o Resilon tenha atingido maiores valores, não foi significativamente diferente da guta percha nestes cimentos. Afirmaram ainda, que os cimentos da nova geração podem ser utilizados em clínica sem nenhuma desvantagem.

FLORES et al. (2011) avaliaram as propriedades físico químicas e a morfologia dos cimentos AH Plus, GuttaFlow, RoekoSeal e Activ GP. Cinco amostras de cada cimento foram avaliadas para os testes do tempo de endurecimento, alteração dimensional, solubilidade e radiopacidade, de acordo com a especificação nº 57 da ANSI/ADA. Para o teste da solubilidade, 50 mL de água destilada e deionizada foram utilizados e os íons metálicos foram mensurados por espectrometria de absorção atômica. A morfologia da superfície externa e interna das amostras foi examinada em MEV. O AH Plus apresentou o maior tempo de endurecimento (580 min  $\pm$  3,05), Activ GP não obteve valores médios de radiopacidade (1,31 $\pm$ 0,35 mm Al) e solubilidade (11,8 $\pm$ 0,43%) aceitáveis pela ANSI/ADA, sendo estatisticamente diferente dos demais cimentos (p<0,05). O Cimento GuttaFlow foi o único que atendeu os padrões exigidos pela ANSI/ADA no teste da alteração dimensional (0,44 $\pm$ 0,16%). A espectrometria revelou liberação dos íons Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Zn<sup>2+</sup> no cimento Activ GP (32,57 $\pm$ 5,0, 1,57 $\pm$ 0,22 e 8,20 $\pm$ 1,74  $\mu$ g mL<sup>-1</sup>, respectivamente). Os autores concluíram que o cimento GuttaFlow foi o único que obteve os padrões exigidos pela Especificação 57/ADA em todos os

testes. A análise em MEV revelou que as superfícies de todos os cimentos tiveram mudanças morfológicas após o teste de solubilidade.



## ***Proposição***

Os objetivos do presente estudo foram analisar, depois de utilizadas diferentes técnicas de preparo cervical do canal radicular e obturação por meio da condensação lateral ativa:

a. no milímetro apical do comprimento de trabalho, o volume de guta percha quando da seleção do cone principal e o seu volume presente na massa obturadora - ambas as situações em relação ao volume do canal - por meio de microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT);

b. a resistência adesiva da massa obturadora à dentina radicular por meio do teste de *push out*;

c. a interface entre a dentina radicular e o cimento obturador por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).



## ***Material e Métodos***

O projeto de pesquisa do presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto (Anexo).

### **1. Seleção da amostra**

Foram selecionados 40 caninos superiores previamente conservados em solução de timol 0,1%, radiografados no sentido méso-distal e examinados com lupa estereoscópica em aumento de 4X (Illuminated Magnifying Glass, Tokyo, Japão) com o objetivo de verificar a existência de canais únicos, sem curvaturas acentuadas, forame apical totalmente formado e ausência de trincas e imperfeições para padronização da

amostra. Os dentes selecionados foram lavados em água corrente por 24 h antes do uso, raspados com curetas periodontais (Hu-Friedy, Rio de Janeiro, Brasil), limpos com jatos de bicarbonato e água (ProfiNeo, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil) e armazenados na temperatura de 4 °C, imersos em água destilada até o momento do uso (Figura 1).



**Figura 1:** Seleção dos dentes. A) Amostra de canino superior selecionado; B) Radiografia no sentido méso-distal.

## 2. Preparo dos corpos de prova

Todos os dentes foram submetidos aos procedimentos endodônticos, descritos, a seguir.

Foi realizada cirurgia de acesso e remoção do tecido da câmara pulpar dos dentes utilizando broca esférica diamantada 1016 (Microdont LTDA, Socorro, SP, Brasil) acionada em alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) refrigerada à água e

irrigação da câmara pulpar com 5 mL de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (NaOCl) e aspiração. Em seguida, uma lima tipo K #10 foi introduzida nos canais até que se pudesse observá-la no forame apical, a partir dessa visualização o instrumento foi recuado em 1 mm obtendo-se assim o comprimento de trabalho para instrumentação dos espécimes. O instrumento inicial de trabalho foi determinado pela sensação tátil do operador de que a lima estava ajustada no comprimento real de trabalho, previamente determinado.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos distintos (n=10) de acordo com o alargamento cervical a ser empregado antes de sua instrumentação:

SP: Sem preparo cervical;

GG: Preparo cervical com brocas Gates–Glidden #4 e #5 (Figura 2A);

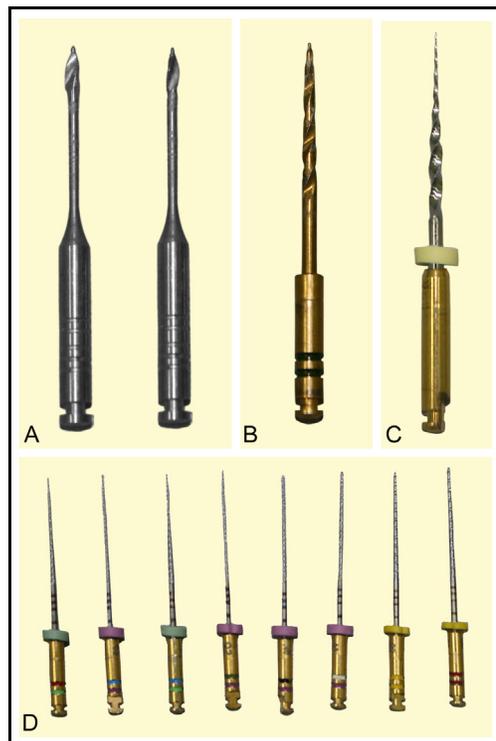
LA: Preparo cervical com a broca LA Axxess #20/.06 (Figura 2B);

SX: Preparo cervical com instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio (Ni-Ti) do sistema ProTaper SX (Figura 2C).

Durante o preparo cervical, entre cada troca de instrumento foram realizadas irrigação e aspiração com 2 mL de hipoclorito de sódio 2,5% e depois do preparo, foi determinado o instrumento inicial de instrumentação.

Os dentes foram instrumentados com auxílio do sistema rotatório K3 Endo (SybronEndo, Glendora, CA, EUA), na seguinte seqüência: #30/.02, #30/.04, #35/.02, #40/.02, #45/.02, #50/.02, #55/.02 (Figura 2D) até que o último instrumento atingisse o comprimento de trabalho. Em cada troca de instrumento o canal radicular foi

irrigado e aspirado com 2 mL hipoclorito de sódio 2,5% e mantido inundado durante toda a instrumentação.

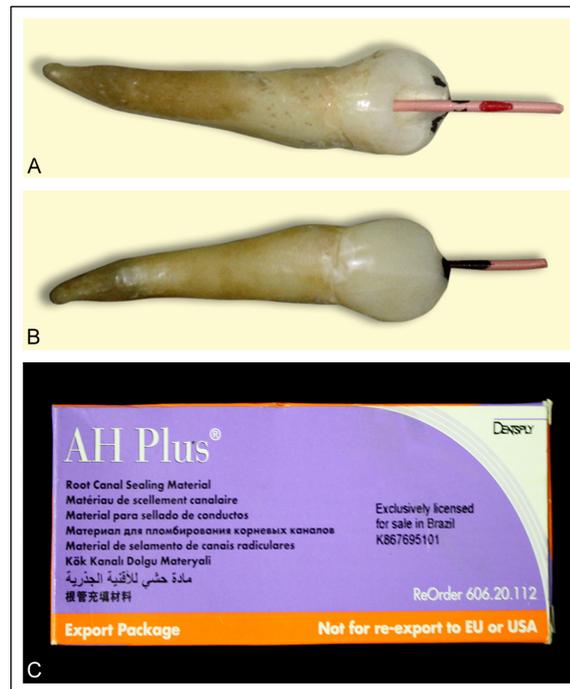


**Figura 2:** A) Brocas Gates Glidden; B) LA Axxess; C) SX (ProTaper); D) Instrumentos rotatórios K3 Endo.

Após a instrumentação, os condutos foram inundados com 0,5 mL de EDTA líquido 17% (Farmácia de manipulação Daterra, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) por 5 min e secos com cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, Brasil) e em seguida, foi realizada a prova do cone.

O calibre do cone principal de diâmetro 55/.02 foi aferido com o auxílio de uma régua calibradora (Ângelus, Londrina, Brasil). Em seguida, o cone foi submetido aos três testes que, uma vez positivos, definiram a sua escolha: visual – percorreu todo o

comprimento de trabalho, tátil – travou no comprimento de trabalho, e o radiográfico – estava no comprimento de trabalho radiográfico (Figura 3).



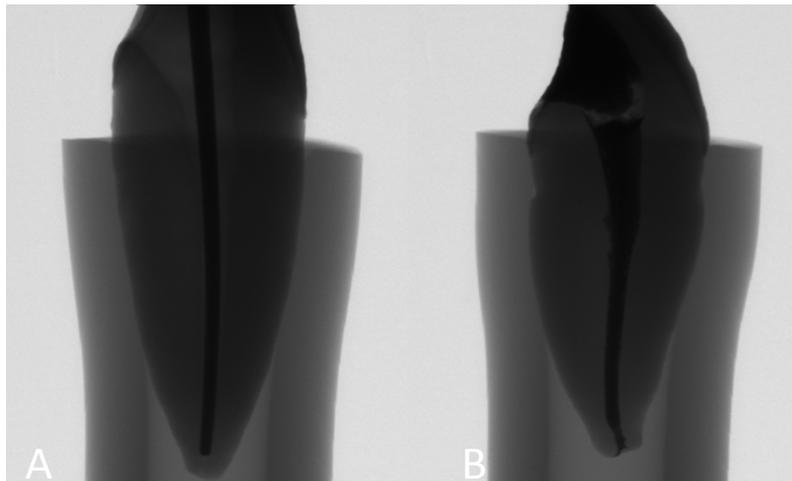
**Figura 3:** A) Vista palatina do canino na prova do cone principal com demarcações na mesial e distal; B) Vista vestibular do canino na prova do cone principal com demarcações no cone e cúspide; C) Cimento utilizado para obturação.

### 3. Microtomografia computadorizada

Cinco dentes de cada grupo foram submetidos à análise por microtomografia computadorizada.

Escolhido o cone principal para cada dente, foram feitas marcações nas superfícies do cone, com caneta para retroprojeter (Faber-Castell, Manaus, Brasil), que ficaram em contato com a região distal, mesial, vestibular e palatina do dente a fim de colocá-lo em sua posição de origem após sua remoção e re inserção.

Os espécimes foram, então, submetidos ao exame tomográfico (Figura 4A) com o uso de microtomógrafo SkyScan 1174 (SkyScan, Kontich, Bélgica) (Figura 5), cujos parâmetros de exposição foram estabelecidos em 50 kV, 800 mA, 40 W de potência máxima, resolução espacial estabelecida em 30  $\mu\text{m}$  de tamanho do *pixel*, para o ciclo de evolução da tomada tomográfica estabelecido em 360°. Os cortes avaliados foram selecionados a partir da visualização da guta percha na extremidade apical e somados mais 49 cortes, ou seja, 50 cortes de 30  $\mu\text{m}$  totalizando 1,5 mm.



**Figura 4:** Imagens obtidas em microtomógrafo. A) Prova do cone; B) Obutração final.

A coincidência/discrepância entre os volumes do canal e do cone ( $\text{mm}^3$ ) foi considerada como significado de adaptação/não adaptação do cone principal de guta percha no canal radicular, expressa como a porcentagem do volume do cone em relação ao volume do canal radicular, obtida pela seguinte fórmula:  $(\text{volume do cone} \div \text{volume do canal radicular}) \times 100$ .

Cada dente foi submetido à obturação pela técnica da condensação lateral ativa com auxílio de espaçadores digitais C e D (Dentsply Maillefer, Petrópolis, Brasil) por

meio da técnica da condensação lateral ativa e cimento obturador AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Alemanha) (Figura 3C), manipulado com espátula flexível nº 24 F, de acordo com as recomendações do fabricante, e de cones acessórios R8 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, Brasil). Os dentes foram radiografados para avaliação da qualidade da obturação e armazenados em estufa a 37°C e umidade relativa 95% pelo período correspondente a três vezes o tempo de endurecimento do cimento, previamente determinado de acordo com a Especificação 57 da ANSI/ADA, que para o AH Plus, no presente estudo, determinou o tempo de espera de 520 min.

Realizou-se novo exame tomográfico (Figura 4B), da mesma forma e com os mesmos parâmetros descritos anteriormente, com a finalidade de se determinar o volume percentual da guta percha presente na massa obturadora em relação ao volume do canal, com o auxílio da seguinte fórmula: (volume da guta percha ÷ volume do canal radicular) X 100.



**Figura 5:** Microtomógrafo SkyScan 1174.

#### 4. Teste de *push out*

Todos os 10 dentes de cada grupo foram fixados em placas de acrílico, com auxílio de cola quente, e seccionados em máquina de corte (Isomet 1000, Buehler, EUA) com velocidade de 350 rpm. As coroas dos espécimes foram desprezadas, e foram obtidos *slices* de aproximadamente 1,0 mm de espessura. O primeiro *slice* do terço apical foi submetido ao teste de *push out* na Máquina Universal de Ensaio Instron 4444 (Instron Corporation, Canton, MA, EUA) dotada de célula de carga acoplada ao sistema oscilante e sistema de garra (Figura 6A). Um dispositivo fixo de aço inoxidável foi utilizado para posicionar os corpos de prova, de modo que a face com menor diâmetro do canal radicular ficasse voltada para cima e alinhada à haste empregada para pressionar o conjunto cimento/cones de guta percha (Figura 6B). A ponta da haste possui 2 mm de comprimento e diâmetro de 0,4 mm. A máquina foi calibrada para aplicação da carga à velocidade constante de 0,5 mm/min e os valores da força cisalhante máxima, expressa em kN, necessária para o deslocamento do cimento foram registrados e posteriormente convertidos em MPa com o auxílio da fórmula:

$$\sigma = F/A,$$

sendo que o cálculo da área (A) foi obtido de acordo com a fórmula a seguir:

$$A = \pi (R_m + r_m) h, \text{ sendo,}$$

$$A = \text{área de adesão do cimento; } \pi = 3,14;$$

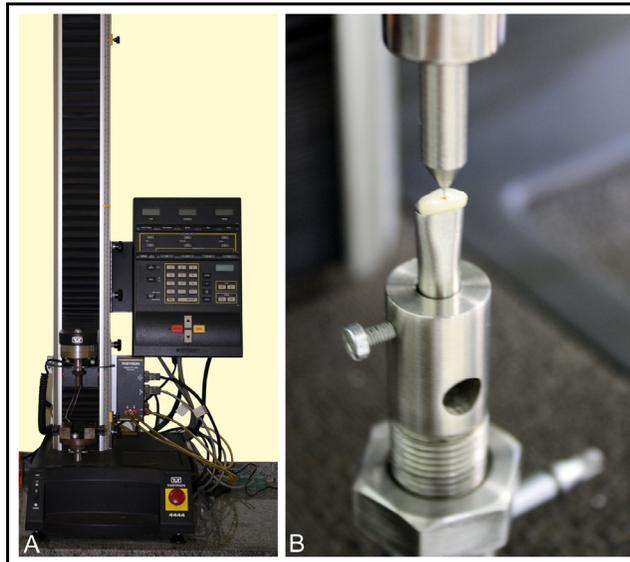
$$R_m = \text{raio médio do canal coronário calculado por: } R_m = (R_c + r_c) / 2;$$

$$r_m = \text{raio médio do canal apical calculado por: } r_m = (R_a + r_a) / 2;$$

$$R_c = \text{raio maior do canal coronário; } r_c = \text{raio menor do canal coronário;}$$

$R_a$  = raio maior do canal apical;  $r_a$  = raio menor do canal apical;

$h$  = espessura do corpo de prova.

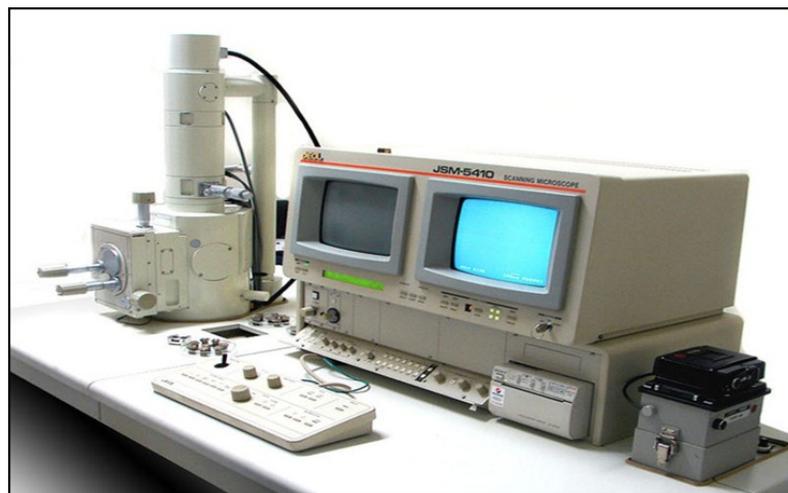


**Figura 6:** A) Máquina Universal de Ensaio Instron 4444; B) Ponta da haste posicionada no centro da obturação do *slice*.

Após o teste de *push out*, os corpos de prova foram observados com auxílio de lupa estereoscópica (Stemi 2000C, Zeiss, Jena, Alemanha) em aumento de 40X, para análise do tipo de falha ocorrida. As falhas foram consideradas adesivas quando ocorreram nas interfaces dentina/cimento/cone; coesivas quando a ruptura aconteceu no cimento e mistas quando foram verificados ambos os tipos de falhas no mesmo corpo de prova.

## 5. Microscopia Eletrônica de Varredura

O segundo *slice* do terço apical, no sentido ápice coroa, do corpo de prova foi preparado para análise por microscopia eletrônica de varredura - MEV (JSM 5410, JEOL Ltda, Tóquio, Japão) (Figura 7). A superfície dos corpos de prova foram regularizadas e polidas com lixa d'água carbureto de silício 400, 600 e 1200 (Norton, Lorena, SP, Brasil) sob movimentos intermitentes em forma de "8". Em seguida foram levados para cuba ultrassônica por 20 min e imersos, sequencialmente, em etanol com concentrações crescentes (25%; 50%; 75%; 80% e 100%), ácido clorídrico (6 mol/L) e hipoclorito de sódio 2,5%. Após 24 horas em desumidificador, os corpos de prova foram fixados 3 a 3 com fita adesiva dupla face (3M, São Paulo, SP, Brasil) em *stub* metálico circular, de 10 mm de diâmetro e 5 mm de altura, e levados ao aparelho metalizador (Bal-Tec AG, Balzers, Liechtenstein, Alemanha) para serem recobertos por fina camada da liga ouro-paládio. Os espécimes foram analisados em visão panorâmica (35X) para localização das áreas representativas e, posteriormente, em aumento de 1000X.



**Figura 7:** Microscópio eletrônico de varredura.

## **6. Análise estatística**

Os dados obtidos na análise por  $\mu$ CT e *push out* foram submetidos a testes estatísticos preliminares, com o auxílio do *software* SPSS 19 (IBM- New York, USA), com objetivo de verificar a distribuição amostral que se mostrou normal. Foi aplicado o teste T pareado, para se verificar o volume da guta percha em relação ao volume do canal radicular, nas duas circunstâncias analisadas. Para a resistência de união os grupos foram comparados por meio de análise de variância. Todos os testes foram realizados com nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).



## ***Resultados***

- 1. Porcentagem do volume do cone em relação ao volume do canal x porcentagem do volume de guta percha presente na massa obturadora**

Os dados apresentados, neste estudo, correspondem à diferença percentual entre o volume do cone e o volume do canal na extremidade apical do comprimento de trabalho, antes e após a obturação do canal. Os valores obtidos são apresentados na Tabela I.

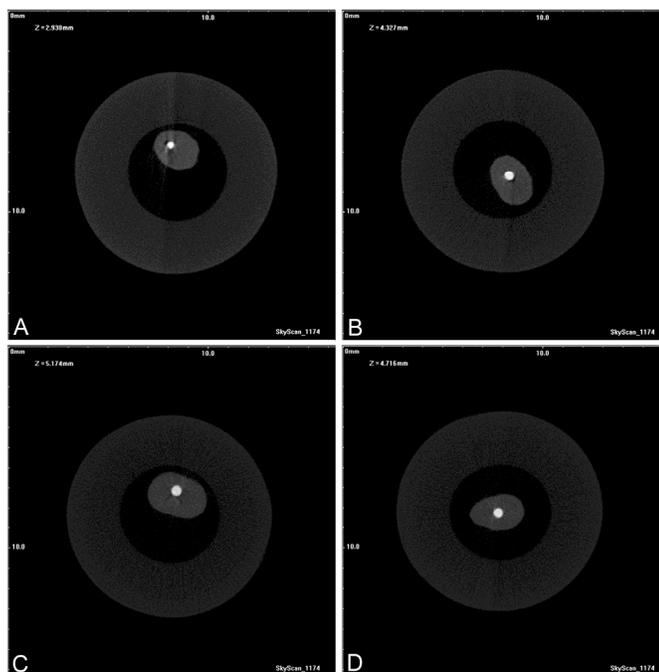
**Tabela I.** Valores originais, médias e desvios padrões, do volume percentual da guta percha em relação ao volume do canal radicular no milímetro apical do comprimento de trabalho, obtidos a partir de diferentes tipos de preparo cervical, quando da seleção do cone e da obturação do canal radicular.

	Sem preparo (SP)	Gates-Glidden (GG)	LA Axxess (LA)	ProTaper SX (SX)
Seleção do cone	47,31	75,76	97,66	83,74
	62,50	92,50	70,87	61,92
	93,67	88,88	71,75	73,02
	69,45	77,29	90,93	73,71
	59,99	62,55	42,20	93,12
<b>Média±DP</b>	<b>66,58 ± 17,12</b>	<b>79,39 ±11,86</b>	<b>74,68 ± 21,62</b>	<b>77,10 ± 11,82</b>
Obturação	87,26	96,86	98,07	97,45
	99,91	90,38	94,31	96,01
	97,08	98,58	91,00	97,66
	91,09	95,68	86,75	55,07
	99,23	99,60	93,30	89,28
<b>Média±DP</b>	<b>94,91 ± 5,51</b>	<b>96,22 ±3,59</b>	<b>92,68 ± 4,18</b>	<b>87,09 ± 18,22</b>

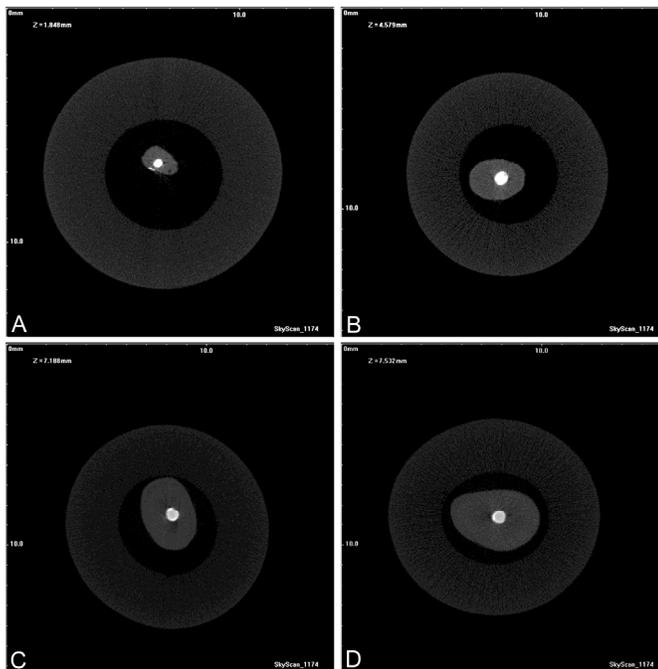
Foi realizado teste de normalidade, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnof, e os 4 grupos apresentaram distribuição normal. Em função da normalidade dos grupos testados e do tipo de análise requerida e da relação entre o volume do cone e da obturação foi feito o teste T – pareado.

Foram obtidos os seguintes valores resultantes do T- pareado para os grupos estudados: SP - T= -4,001 (p=0,016); SX - T= -1,047 (p=0,354); GG - T=-2,250 (p=0,109) e LA - T=-0,767 (p=0,523). De acordo com os resultados, o único grupo que mostrou diferença estatística significativa em relação ao demais foi o SP.

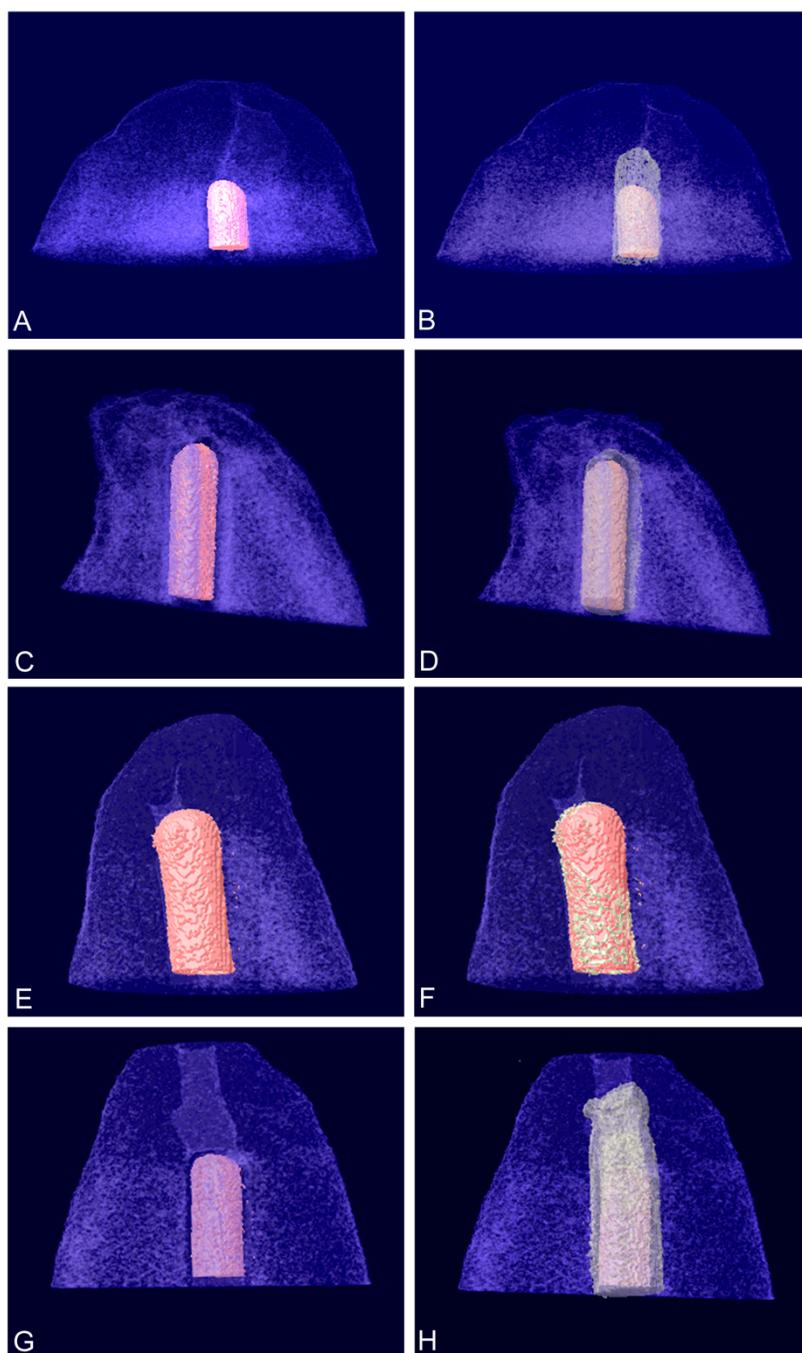
Nas figuras 8 e 9, são apresentadas as imagens obtidas pelo microtomógrafo na prova do cone e após obturação do canal e, na figura 10, é apresentada a reconstrução tridimensional parcial de algumas amostras.



**Figura 8:** Imagens obtidas pelo microtomógrafo computadorizado, no sentido axial da amostra na seleção do cone. A) SP; B) SX; C) GG e D) LA.



**Figura 9:** Imagens obtidas pelo microtomógrafo computadorizado, no sentido axial da amostra após obturação endodôntica. A) SP; B) SX; C) GG e D) LA.



**Figura 10:** Imagens da reconstrução tridimensional parcial de amostras dos grupos. As imagens A, C, E e G representam a seleção do cone nos grupos SP, SX, GG e LA, respectivamente. As imagens B, D, F e H representam a obturação final de amostras nos grupos SP, SX, GG e LA, respectivamente. As cores azul, rosa e amarelo representam, nessa ordem, parte da estrutura dental mineralizada, a gutta percha e o cimento obturador.

## 2. Resistência de união do material obturador à dentina

Os valores originais, médias e desvios padrões, obtidos no teste de *push out*, estão demonstrados na Tabela II.

**Tabela II.** Valores originais, médias e desvios padrões, em Mega-Pascal (MPa), da tensão máxima de resistência ao deslocamento do cimento de cada tipo de preparo cervical.

<i>SP</i>	<i>SX</i>	<i>GG</i>	<i>LA</i>
6,48	8,62	3,03	1,69
3,81	2,03	2,77	8,28
2,06	3,31	4,29	3,73
2,76	4,27	1,28	3,35
5,90	5,24	2,83	2,71
3,40	1,55	2,09	3,46
8,96	7,80	5,11	4,71
5,64	3,03	1,35	2,58
3,02	3,01	0,82	2,12
5,00	3,81	0,20	3,60
<b>4,70±2,10</b>	<b>4,26±2,33</b>	<b>2,37±1,54</b>	<b>3,62±1,85</b>

Os grupos foram comparados em relação à resistência de união do material obturador à dentina, no terço apical, por meio de Análise de Variância com um critério de avaliação (preparo cervical) (Tabela III).

**Tabela III.** Análise de variância para tipo de preparo cervical.

Fonte de Variação	Soma de Quadr.	Gl	Quadr. médio	F	Probab.
Preparo cervical	30,76	3,00	10,25	2,62	0,065
Resíduo	141,08	36,00	3,92		
Total	171,85	39,00			

De acordo com a Análise de Variância, os diferentes preparos cervicais ( $p=0,15$ ) não apresentaram diferença estatística significativa. Na Tabela IV, são mostradas as médias e desvios padrões da resistência de união do material obturador à dentina nos tipos de preparo cervical.

**Tabela IV.** Valores médios e desvios padrões da resistência de união do material obturador à dentina (MPa), obtidos a partir dos diferentes tipos de preparo cervical.

Grupos	$\bar{X}^*$	DP
SP	4,70 <sup>a</sup>	2,10
SX	4,26 <sup>a</sup>	2,33
GG	2,38 <sup>a</sup>	1,54
LA	3,62 <sup>a</sup>	1,85

Valor crítico = 4,762; Nível de significância = 5,00%

\*Letras diferentes mostram diferença estatística

Pela análise da Tabela IV, verifica-se que os valores de resistência de união da massa obturadora dos canais radiculares à dentina, no terço apical, não apresentaram diferenças estatísticas.

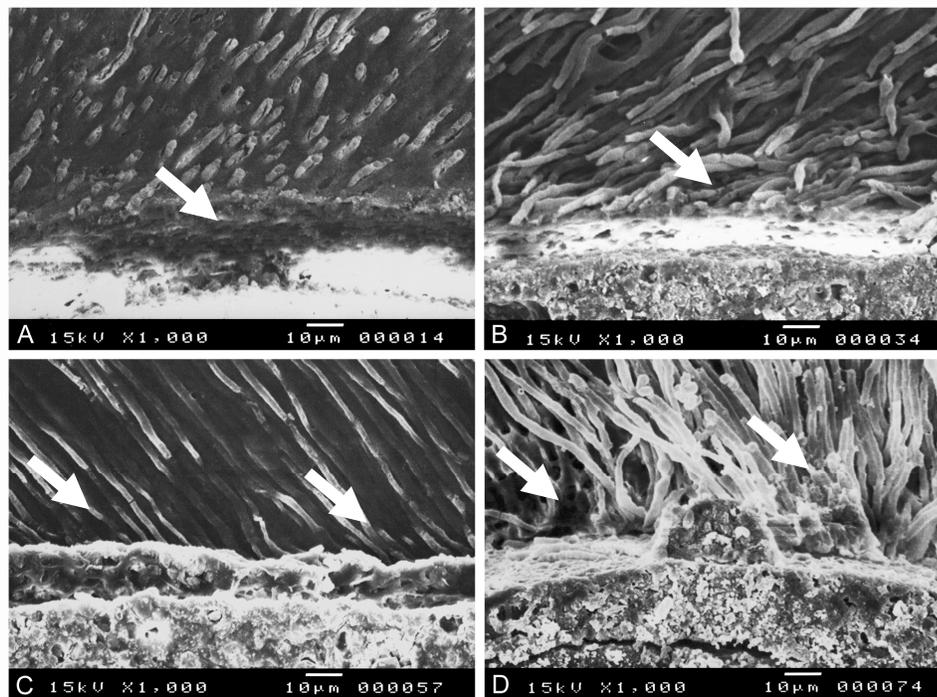
A análise das falhas com aumento de 40X mostrou que no grupo SP (Sem preparo cervical) e no grupo SX (SX ProTaper) predominaram as falhas tipo mista no terço apical. No grupo GG (Gates Glidden) e no grupo LA (LA Axxess) predominaram falhas adesivas. Os resultados com valores percentuais do tipo de falha ocorrida em cada grupo estão descritos na Tabela V.

**Tabela V.** Tipos de falhas nos diferentes grupos (dados em porcentagem).

Tipo de falha	Grupos experimentais				Total
	SP	SX	GG	LA	
Adesiva	10	20	60	40	32,50
Mista	80	70	40	30	55,00
Coesiva	10	10	0	30	12,50

### 3. MEV

As fotomicrografias que se seguem relacionam-se à região apical dos grupos estudados.



**Figura 11:** Fotomicrografias referentes ao milímetro apical dos grupos estudados (x 1.000). A – grupo SP, observa-se presença de *gap* na interface obturação/parede dentinária com algumas áreas de formação de *tags*. B – grupo SX na fotomicrografia pode-se observar presença de *tags* elucidando boa adaptação da obturação à parede dentinária. C – grupo GG observa-se presença de *tags* e D – grupo LA presença de *tags*.

De acordo com observação por meio de MEV todos os grupos analisados exceto o grupo SP, apresentaram boa adaptação do material obturador às paredes dentinárias podendo ser observada pelos *tags* formados ao longo da interface (Figura 11 - B, C e D).



## ***Discussão***

A obturação ideal dos canais radiculares traz, no seu conceito, o hermetismo, de modo que o espaço do canal radicular seja preenchido sem falhas ou espaços. A massa obturadora, constituída pela associação da guta percha com o cimento, deveria formar uma massa uniforme, com a interação química entre os seus integrantes, e também à dentina para evitar a infiltração bacteriana (JAINAEN et al., 2007). Assim, no canal obturado tridimensionalmente, não haveria a instalação e proliferação de

microrganismos (WU et al., 2006), evitando-se a ocorrência da percolação e da microinfiltração de exsudatos periapicais para o interior do espaço dos canais e portanto, da reinfecção, com a criação de ambiente biológico favorável à cura (ARI et al., 2010).

Nesse contexto, percebe-se a importância dos estudos realizados com o intuito de aperfeiçoar os procedimentos de obturação dos canais radiculares e dos materiais endodônticos, como no presente trabalho, o qual teve como objetivo alcançar a obliteração tridimensional do espaço endodôntico.

Entretanto, para se obter o hermetismo da obturação, destacam-se como de fundamental importância, a seleção do cone principal de guta percha e o uso do cimento obturador (PINEDA et al., 2005). Sabe-se que, quanto maior a área ocupada pela guta percha na massa obturadora dos canais radiculares, melhor é a qualidade da obturação dos canais radiculares (SOUZA et al., 2009), visto que é reduzido o espaço a ser ocupado pelo cimento obturador, o qual é considerado responsável pela infiltração e as falhas na obturação ao longo dos tempos (WU et al., 2002). Dessa forma, manobras operacionais que aumentassem a presença da guta percha na massa obturadora final dos canais radiculares deveriam ser encorajadas, e se traduziriam em obturações de melhor qualidade.

É necessário fazer algumas considerações à respeito da sensação de “travamento” do cone principal no comprimento de trabalho – teste tátil, confrontando-a com a não adaptação do cone de guta percha nas paredes do canal radicular encontrada no presente estudo. O “travamento” do cone principal de guta percha

ocorre, provavelmente, devido ao fato de ele se prender nas paredes do canal radicular, ao longo do seu trajeto anatômico. Isso transmite ao operador a falsa sensação de preenchimento do extremo apical do comprimento de trabalho, uma vez que a guta percha molda-se à região promovendo sua vedação, como desejado pela hipótese ideal de obturação hermética dos canais radiculares.

Avaliaram-se várias técnicas do preparo cervical, no presente estudo, comparadas à ausência de preparo pelo fato de que, conforme relatado na literatura, manobras de preparo cervical favorecem a obtenção de paredes mais regulares dos canais radiculares, melhorando a qualidade do tratamento realizado (CARRASCOZA; PESCE, 1994) e a ação dos instrumentos endodônticos na região apical (DUARTE et al., 2011; SILVEIRA et al., 2010; TENNERT et al., 2010; CAMARGO et al., 2009; IBELLI et al., 2007; BARROSO et al., 2005; VANNI et al., 2005) devido à redução de interferências anatômicas que lhes possam atrapalhar (LAZZARETTI et al., 2006).

Embora a presença de guta percha na massa obturadora seja um fator determinante de qualidade da massa obturadora, convém salientar que os vários tipos de preparo cervical não foram capazes de aumentar a presença desse material no interior do canal quando da sua obturação final, o que faz constatar, com base na literatura (SOUZA et al., 2009; WU et al., 2002), que tal manobra não melhorou a qualidade final da obturação dos canais radiculares, o que desencoraja o seu uso com essa finalidade.

Se interferências anatômicas negativas ocorrem quando do uso dos instrumentos endodônticos no interior dos canais radiculares, era de se esperar que a mesma ação

negativa ocorresse quando da seleção dos cones principais de guta percha e obturação dos canais radiculares, pelo fato de que, se o aspecto negativo atinge instrumentos endodônticos metálicos, seria de se esperar que o mesmo fator atrapalhasse os cones de guta percha, desprovidos da rigidez característica dos corpos metálicos.

Nada disso ocorreu no presente trabalho. Os vários tipos de preparo da região cervical testados não influenciaram na porcentagem de volume do canal ocupada pela guta percha quando da obturação do canal radicular.

Os resultados mostraram que o volume do milímetro apical do comprimento de trabalho dos canais instrumentados não foi preenchido totalmente pelo material obturador. Isso provavelmente ocorreu em função da complexidade anatômica da região, que não é regularizada pela instrumentação (BARBIZAM et al., 2002); das deficiências inerentes à técnica de obturação, que não evita a presença de espaços vazios (ZASLANSKY et al., 2011); conforme mostrado por COSTA et al. (2010), pela presença de *gaps*. Outros fatores que, por hipótese, podem estar relacionados ao fato são as propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores, tais como escoamento e viscosidade, que permitiriam o preenchimento dos espaços vazios (MARIN-BAUZA, 2010; RESENDE et al., 2009), e o fator C, inerente aos cimentos resinosos, e que provoca a contração desse tipo de material, fazendo com que ocorram espaços vazios na massa obturadora (FLORES et al., 2011; RESENDE et al., 2009).

Os procedimentos de seleção do cone principal de guta percha seguiram os parâmetros preconizados para a realização em ambiente clínico, de modo que os resultados pudessem, com as ressalvas necessárias relacionadas ao transporte de

estudos *ex vivo* para a prática clínica, ser de utilidade e aplicação clínica. No entanto, deve ser considerada a imprecisão dos testes visual, tátil e radiográficos utilizados para a seleção do cone (SILVA FILHO, 2011; WAECHTER et al., 2009). Assim verifica-se falha nas adaptações de guta percha à região da extremidade apical, o que foi verificado no presente estudo, pois, em nenhum caso, a extremidade mais apical do cone de guta percha ocupou 100% (cem por cento) do volume do canal radicular.

Para contornar tal problema, têm sido adotados procedimentos de amolecimento da guta percha, uma vez que, plastificada, ela penetra em locais de anatomia mais complexa (PETERS et al., 2010), preenchendo assim, de forma mais eficiente, o canal radicular (RAYMUNDO et al., 2005). Em função disso, ocorre uma maior adaptação de guta percha nas paredes dos canais radiculares melhorada, bem como ocorre aumento da porcentagem desse material na massa de cimento obturador (JARRETT et al., 2004; WU et al., 2002; WU et al., 2001). Ainda assim, não se alcança a eficiência desejada (SOMMA et al., 2011; SILVA FILHO, 2011), motivo pelo qual, no presente estudo, não se considerou a hipótese de se testarem grupos experimentais que avaliassem o comportamento da guta percha amolecida nas condições pesquisadas.

Para a realização desta pesquisa, foram utilizadas microtomografias computadorizadas de alta resolução ( $\mu$ CT), que são amplamente utilizadas para avaliar formas tridimensionais e volumes dos canais radiculares (SOMMA et al., 2011; SILVA FILHO, 2011; VIER-PELISSER et al., 2010; PATEL et al., 2009a; PATEL et al., 2009b; IKRAM et al., 2009; MOORE et al., 2009), com a vantagem de não exigirem preparação dos dentes avaliados, com destaque para a natureza não destrutiva do processo (YIN et

al., 2010; VIER-PELISSER et al., 2010), bem como permitem a obtenção de imagens com boa resolução geométrica, em tempos relativamente curtos de aquisição, mediante procedimentos operacionais simples, protocolos de varredura rápidos, com baixos custos de aquisição e manutenção do aparelho (SCHAMBACH et al., 2010), mostrando imagens ao longo de toda a obturação do canal radicular, permitindo observar a massa obturadora, áreas não ocupadas por ela no canal, e outros detalhes de interesse (SOMMA et al., 2011; ZASLANSKY et al., 2011).

Tendo em vista a pouca adesividade da guta percha, preconiza-se que a obturação dos canais radiculares seja feita com cimento dotado dessa propriedade (GOPIKRISHNA et al., 2011; SOUSA-NETO et al., 2008; SOUSA-NETO et al., 2005; LEE et al., 2002). Embora, em circunstâncias rotineiras a obturação dos canais radiculares esteja isenta de forças que sejam capazes de deslocá-la, há que se considerar a hipótese de preparo do canal obturado para a recepção de contenções intrarradiculares. Nessa hipótese, a massa obturadora deve permanecer no seu local de origem, sob pena de o procedimento restaurador abalar, interferir ou até mesmo eliminar a qualidade da vedação ali obtida (UNGOR et al., 2006). Nessa circunstância, torna-se imperioso estudar a resistência de união da massa obturadora dos canais radiculares à dentina, principalmente na região apical, local em que se localizará o remanescente da obturação.

No presente estudo, as manobras cervicais realizadas não influenciaram na resistência adesiva do cimento obturador às paredes do canal radicular, indicando que tal aspecto está relacionado com o cimento utilizado e sua relação com as paredes

dentinárias – o que está de acordo com OKŞAN et al. (1993), e que mesmo a ausência de preparo cervical do canal não influenciou nos resultados.

As manobras de preparo cervical permitiram que houvesse a ocorrência de melhor imbricação do cimento obturador com as paredes dos canais radiculares, revelada pela maior presença de *tags* e ausência de *gaps*, ocorrência esta mais frequente no grupo em que não se realizou preparo cervical. Isso provavelmente ocorreu pelo fato de que, em dentes com região cervical mais alargada, a manobra de obturação é facilitada, permitindo que se leve mais cimento às partes apicais do canal radicular (VANNI et al., 2005).

Quanto aos tipos de falha encontrados quando da realização dos testes de *push out*, considerando-se a totalidade das amostras, verificou-se a predominância das falhas mistas, e menor incidência de falhas puramente coesivas. Apesar da presença de *tags* e ausência de *gaps*, o ponto mais frágil da massa obturadora é a sua interface com o tecido dentinário (DE DEUS et al., 2002). O uso de um único cimento – o AH Plus, embora dotado de boa adesividade (NEELAKANTAN et al., 2011; JAINAEN et al., 2007; UNGOR et al., 2006; GESI et al., 2005), não permite comparação com eventuais outros agentes cimentantes.

Os resultados do presente estudo, com as limitações que lhe são inerentes, apontam na direção de que pesquisas futuras devem ser realizadas, com o objeto de aprimorar as propriedades dos materiais obturadores dos canais radiculares e as técnicas de obturação, tendo como objetivo final o hermetismo do selamento realizado pela massa obturadora.





## ***Conclusões***

Diante das metodologias empregadas e com base nos resultados obtidos neste estudo, foi possível concluir que:

1. No que se relaciona ao volume da guta percha em relação ao volume do canal radicular, os diferentes tipos de preparo cervical realizados não foram eficientes em aumentá-lo quando da obturação final dos canais radiculares;

2. A resistência adesiva da massa obturadora não sofreu alteração quando se realizaram diferentes tipos de preparo cervical;

3. Constatou-se maior imbricação do cimento com a dentina, evidenciada pela maior ocorrência de *tags* e ausência de *gaps*, com os diferentes tipos de preparo cervical.



## ***Referências Bibliográficas***

ABUABARA, A.; SCHREIBER, J.; BARATTO FILHO, F.; CRUZ, G. V.; GUERINO, L. Análise da anatomia externa no primeiro molar superior por meio da tomografia computadorizada *cone beam*. **RSBO**, v. 5, n. 2, p. 38-40, 2008.

ARI, H.; BELLI, S.; GUNES, B. Sealing ability of Hybrid Root SEAL (MetaSEAL) in conjunction with different obturation techniques. **Oral Surg. Oral Med. Oral. Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 109, n. 6, p. e113-e116, 2010.

BARBIZAM, J. V. B.; FARINIUK, L. F.; MARCHESAN, M. A.; PECORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Effectiveness of manual and rotatory instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. **J. Endod.**, v. 28, n. 5, p. 365-6, 2002.

BARROSO, J. M.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A.; SAQUY, P. C.; PÉCORA, J. D. Influence of Cervical Preflaring on Determination of Apical File Size in Maxillary Premolars: SEM Analysis. **Braz. Dent. J.**, v. 16, n. 1, p. 30-4, 2005.

BAUGH, D.; WALLACE, J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. **J. Endod.**, v. 31, n. 5, p. 333-40, 2005.

CAMARGO, E. J.; ZAPATA, R. O.; MEDEIROS, P. L.; BRAMANTE, C. M.; BERNARDINELLI, N.; GARCIA, R. B.; MORAES, I. G.; DUARTE, M. A. H. Influence of Preflaring on the Accuracy of Length Determination With Four Electronic Apex Locators. **J. Endod.**, v. 35, n. 9, p. 1300-2, 2009.

CARRASCOZA, A.; PESCE, H. F. Análise morfológica comparativa, em dentes humanos extraídos, de duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo.**, v. 8, n. 1, p. 51-5, 1994.

CECCHIN, D. **Influência do alargamento cervical na determinação do instrumento apical inicial utilizado para instrumentação dos canais radiculares de primeiros molares superiores: análise por microscopia eletrônica de varredura.** Ribeirão Preto, 2009, 95p., Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, USP.

CHANDRASEKHAR, V.; MORISHETTY, P. K.; METLA, S. L.; RAJU, C. Expansion of gutta-percha in contact with various concentrations of zinc oxide-eugenol sealer: a three-dimensional volumetric study. **J. Endod.**, v. 37, n. 5, p. 697-700, 2011.

CONTRERAS, M. A.; ZINMAN, E. H.; KAPLAN, S. K. Comparison of the first file at the apex, before and after early flaring. **J. Endod.**, v. 27, n. 2, p. 113-6, 2001.

COSTA, J. A.; RACHED-JUNIOR, F. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; SOUSA-NETO, M. D. *Push-out* strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 8, p. 698-706, 2010.

COTTON, T. P.; GEISLER, T. M.; HOLDEN, D. T.; SCHWARTZ, S. A.; SCHINDLER, W. G. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. **J. Endod.**, v. 33, n. 9, p. 1121-32, 2007.

DE DEUS, G.; GURGEL FILHO, E. D.; FERREIRA, C. M.; COUTINHO FILHO, T. Intratubular penetration of root canal sealers. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 16, n. 4, p. 332-6, 2002.

DUARTE, M. A.; BERNARDES, R. A.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; VASCONCELOS, B. C.; BRAMANTE, C. M.; MORAES, I. G.. Effects of Gates-Glidden, LA Axxess and orifice shaper burs on the cervical dentin thickness and root canal area of mandibular molars. **Braz. Dent. J.**, v. 22, n. 1, p. 28-31, 2011.

ER, K.; SÚMER, Z.; AKPINAR, E.. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of two engine-drive instrumentation techniques. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 12 , p. 871-876, 2005.

ENDAL, U.; SHEN, Y.; KNUT, A.; GAO, Y.; HAAPASALO, M. A High-resolution Computed Tomographic Study of Changes in Root Canal Isthmus Area by Instrumentation and Root Filling. **J. Endod.**, v. 37, n. 2, p. 223–227, 2011.

FISHER, M. A.; BERZINS, D. W.; BAHCALL, J. K. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. **J. Endod.**, v. 33, n. 7, p. 856-8, 2007.

FLORES, D. S.; RACHED-JUNIOR, F. J.; VERSIANI, M. A.; GUEDES, D. F.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORÁ, J. D. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 44, n. 2, p. 126-35, 2011.

GAMBARINI, G.; PLOTINO, G.; GRANDE, N.M.; TESTARELLI, L.; PRENCIPE, M.; MESSINEO, D.; FRATINI, L.; D'AMBROSIO, F. Differential diagnosis of endodontic-related inferior alveolar nerve paraesthesia with cone beam computed tomography: a case report. **Int. Endod. J.**, v. 44, n. 2, p. 176–81, 2011.

GARIB, D. G.; RAYMUNDO JR. R.; RAYMUNDO, M. V.; RAYMUNDO, D. V.; FERREIRA, S. N. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **R. Dental. Press. Ortodon. Ortop. Facial**, v. 12, n. 2, p. 139-56, 2007.

GROSSMAN, L. I. Physical properties of root canal cements. **J. Endod.**, v. 2, n. 6, p. 166-75, 1976.

GESI, A.; RAFFAELLI, O.; GORACCI, C.; PASHLEY, D.; TAY, F. R.; FERRARI, M. Interfacial strength of Resilon and Gutta-Percha to intraradicular dentin. **J. Endod.**, v. 31, n. 11, p. 809-13, 2005.

GOPIKRISHNA, V.; NAGENDRABABU, V.; JOGIKALMAT, K.; DEIVANAYAGAN, K. Evaluation of the effect of MTAD in comparison with EDTA when employed as the final rinse on the shear bond strength of three endodontic sealers to dentine. **Aust. Endod. J.**, v. 37, n. 1, p. 12-7, 2011.

HAMMAD, M.; QUALTROUGH, A.; SILIKAS, N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. **J. Endod.**, v. 35, n. 4, p. 541-4, 2009.

HUYBRECHTS, B.; BUD, M.; BERGMANS, L.; LAMBRECHTS, P.; JACOBS, R. Void detection in root fillings using intraoral analogue, intraoral digital and cone beam CT images. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 8, p. 675-85, 2009.

IBARROLA, J. L.; CHAPMAN, B. L.; HOWARD, J. H.; KNOWLES, K. I.; LUDLOW, M.. Effect of preflaring on Root ZX apex locators. **J. Endod.**, v. 25, n. 9, p. 625-6, 1999.

IBELLI, G. S.; BARROSO, J. M.; CAPELLI, A.; SPANÓ, J. C.; PÉCORÁ, J. D. Influence of cervical preflaring on apical file size determination in maxillary lateral incisors. **Braz. Dent. J.**, v. 18, n. 2, p. 102-6, 2007.

IKRAM, O. H.; PATEL, S.; SAURO, S.; MANNOCCI, F. Micro-computed tomography of tooth tissue volume changes following endodontic procedures and post space preparation. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 12, p. 1071–6, 2009.

IOANNIDIS, K.; LAMBRIANIDIS, T.; BELTES, P.; BESI, E.; MALLIARI, M. Endodontic Management and cone-beam computed tomography evaluation of seven maxillary and mandibular molars with single roots and single canals in a patient. **J. Endod.**, v. 37, n. 1, p. 103-9, 2011.

JAINAEN, A.; PALAMARA, J. E. A.; MESSER, H.H. Push-out bond strengths of the dentine–sealer interface with and without a main cone. **Int. Endod. J.**, n. 40, v. 11, p. 882–90, 2007.

JARRET, I. S.; MARX, D.; COVEY, D.; KARMAZIN, M.; LAVIN, M.; GOUND, T. Percentage of canals filled in apical cross sections –an in vitro study of seven obturation techniques. **Int. Endod. J.**, v. 37, n. 6, p. 392-8, 2004.

KHAN, I. U.; SOBHI, M. B. Detecting the apical constriction in curved mandibular molar roots-preflared versus nonflared canals. **J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad.**, v. 15, n. 3, p. 47-9, 2003.

KIM, Y. K.; GRANDINI, S.; AMES, J. M.; GU, L.S.; KIM, S. K.; PASHLEY, D. H.; GUTMANN, J. L.; TAY, F. R. Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. **J. Endod.**, v. 36, n. 3, p. 383-99, 2010.

KOPPER, P.M.P.; TARTAROTTI, E.; PEREIRA, C.C.; FIGUEIREDO, J.A.P. Estudo da padronização de cones de guta-percha de três marcas comerciais. **RGO**, v. 55, n. 2, p. 123-6, 2007.

LAZZARETTI, D. N.; CAMARGO, B. A.; DELLA BONA, A.; FORNARI, L. J.; VANNI, J. R.; BARATTO-FILHO, F.. Influence of different methods of cervical flaring on establishment of working length. **J. Appli. Oral Sci.**, v. 14, n. 5, p. 351-4, 2006.

LEE, B.; LAI, E.; LIAO, K.; PIN-CHUN, L. A novel polyurethane-based root canal-obturation material and urethane-acrylate-based root canal sealer-Part 2: Evaluation of push-out bond strengths. **J. Endod.**, v. 35, n. 5, p. 594-8, 2002.

MARIN-BAUZA, G. A.; RACHED-JUNIOR, F. J.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SOUSA-NETO, M. D.; MIRANDA, C. E.; SILVA-SOUSA, Y. T. Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. **J. Endod.**, v. 36, n. 9, p. 1531-6, 2010.

MEDER-COWHERD, L.; WILLIAMSON, A. E.; JOHNSON, W. T.; VASILESCU, D.; WALTON, R.; QIAN, F. Apical morphology of the palatal roots of maxillary molars by using micro-computed tomography. **J. Endod.**, v. 37, n. 8, p. 1162-5, 2011.

MOORE, J.; FITZ-WALTER, P.; PARASHOS, P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 12, p. 1057-64, 2009.

MOURA, M. S.; GUEDES, O. A.; ALENCAR, A. H. G.; AZEVEDO, B. C.; ESTRELA, C. Influence of Length of Root Canal Obturation on Apical Periodontitis Detected by

Periapical Radiography and Cone Beam Computed Tomography. **J. Endod.**, v. 35, n. 6, p. 805-9, 2009.

NAGASAWA, S.; YOSHIDA, T.; TAMURA, K.; YAMAZOE, M.; HAYANO, K.; ARAI, Y.; YAMADA, H.; KASAHARA, E.; ITO, M. Construction of database for three-dimensional human tooth models and its ability for education and research - Carious tooth models. **Dent. Mat. J.**, v. 29, n. 2, p. 132-7, 2010.

NEELAKANTAN, P.; SUBBARAO, C.; SUBBARAO, C. V.; DE-DEUS, G.; ZEHNDER, M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. **Int. Endod. J.**, v. 44, n. 6, p. 491-8, 2011.

OKŞAN, T.; AKTENER, B. O.; SEN, B. H.; TEZEL, H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 26, n. 1, p. 301-5, 1993.

ÖZER, S. Y. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. **J. Endod.**, v. 37, n. 1, p. 75-9, 2011.

PAQUÉ, F.; ZEHNDER, M.; MARENDING, M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography. **Int. Endod. J.**, v. 4, n. 43, p. 328-35, 2010.

PAQUÉ, F.; ZEHNDER, M.; DE DEUS, G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. **J. Endod.**, v. 37, n. 10, p. 1394-7, 2011.

PATEL, S.; HORNER, K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 9, p. 755-6, 2009.

PATEL, S.; DAWOOD, A.; MANNOCCI, F.; WILSON, R.; PITT FORD, T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 6, p. 507-15, 2009a.

PATEL, S.; DAWOOD, A.; WILSON, R.; HORNER, K.; MANNOCCI, F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 9, p. 831-38, 2009b.

PÉCORÁ, J. D.; CAPELLI, A.; GUERISOLI, D. M. Z.; SPANÓ, J. C. E.; ESTRELA, C. Influence of cervical preflaring on apical file determination. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 7, p. 430-5, 2005.

PETERS, O. A.; BOESSLER, C.; PAQUE, F. Root Canal Preparation with a Novel Nickel-Titanium Instrument Evaluated with Micro-computed Tomography: Canal Surface Preparation over Time. **J. Endod.**, v. 36, n. 6, p. 1068-72, 2010.

PETERS, O. A.; PAQUÉ, F. Root Canal Preparation of Maxillary Molars With the Self-adjusting File: A Micro-computed Tomography Study. **J. Endod.**, v. 37, n. 1, p. 53-7, 2011.

PINEDA, A. R. P.; RIBEIRO, A. G. C. S.; ALBERGARIA, S. J. Avaliação da infiltração apical nas obturações de canais radiculares preparados com uma técnica manual e outra rotatória. **Rev. ciênc. méd. biol.**, v. 4, n. 3, p. 208-13, 2005.

RAYMUNDO, A.; PORTELA, C. P.; LEONARDI, D. P.; BARATTO FILHO, F. Análise radiográfica do preenchimento de canais laterais por quatro diferentes técnicas de obturação. **RSBO**, v. 2, n. 2, p. 22-27, 2005.

RESENDE, L. M.; RACHED-JUNIOR, F. J. A.; VERSIANI, M. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MIRANDA, C. E. S.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; SOUSA-NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 9, p. 785-793, 2009.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; HAAPASALO, M. P.; ORSTAVIK, D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. **J. Endod.**, v. 29, n. 9, p. 595-601, 2003.

SANFELICE, C. M.; DA COSTA, F. B.; REIS, M. V.; VIER-PELISSER, F.; BIER, C. A. S.; GRECCA, F. S. Effects of Four Instruments on Coronal Pre-enlargement by Using Cone Beam Computed Tomography. **J. Endod.**, v. 36, n. 5, p. 858-61, 2010.

SBERNA, M. T; RIZZO, G.; ZACCHI, E.; CAPPARE, P.; RUBINACCI, A. A Preliminary Study of the Use of Peripheral Quantitative Computed Tomography for Investigating Root Canal Anatomy. **Int. Endod. J.**, v. 42, n. 1, p. 66-75, 2009.

SCHAMBACH, S.J.; BAG, S.; SCHILLING, L.; GRODEN, C.; BROCKMANN, M.A. Application of micro-CT in small animal imaging. **Methods**, v. 50, n.1, p. 2-13, 2010.

SCHMITZ, M.S.; SANTOS, R.; CAPELLI, A.; JACOBOVITZ, M.; SPANÓ, J. C. E.; PÉCORÁ, J. D. Influence of Cervical Preflaring on Determination of Apical File Size in Mandibular Molars: SEM Analysis. **Braz. Dent. J.**, v. 19, n. 3, p. 245-51, 2008.

SILVA FILHO, J. M. **Estudo *ex vivo* da adaptação do cone principal de guta percha e da presença da guta percha na massa obturadora do canal radicular, por meio de microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT).** Ribeirão Preto, 2011, 64 p., Tese (Doutorado) – Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP.

SILVEIRA, L. F. M.; MARTOS, J.; PINTADO, L. S.; TEIXEIRA, L. A.; CÉSAR-NETO J. B.; Early flaring and crown-down shaping influences the first file bind to the canal apical third. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 106, n. 2, p. 99-101, 2008.

SILVEIRA, L. F. M.; SILVEIRA, C. F.; CASTRO, L. A. S.; CÉSAR NETO, J. B.; MARTOS, J. Crown-down preflaring in the determination of the first apical file. **Braz. Oral Res.**, v. 24, n. 2, p. 153-7, 2010.

SKIDMORE, L. J.; BERZINS, D. W.; BAHCALL, J. K. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. **J. Endod.**, v. 32, n. 10, p. 693-6, 2006.

SOMMA, F.; CRETELLA, G.; CAROTENUTO, M.; PECCI, R.; BEDINI, R.; DE BIASI, M.; ANGERAME, D. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. **Int. Endod. J.**, v. 43, n. 2, p. 1122-31, 2011.

SOUSA-NETO, M. D.; COELHO, F. I. S.; MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er : YAG and Nd : YAG lasers. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 12, p. 866-70, 2005.

SOUSA-NETO, M. D.; RACHED-JUNIOR, F. A.; SIVA, R. G.; PÉCORÁ, J. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Avaliação da adesividade à dentina do cimento AH Plus e Epiphany associados aos cones de resilon e gutta-percha. **Robrac.**, n. 17, v. 43, p. 22-31, 2008.

SOUZA, S. F. C.; BOMBANA, A. C.; FRANCCI, C.; GONÇALVES, F.; CASTELLAN, C.; BRAGA, R.R. Polymerization stress, flow and dentine bond strength of two resin-based root canal sealers. **Int. Endod. J.**, n. 42, v. 10, p. 867-73, 2009.

STOLL, R.; THULL, P.; HOBECK, C.; YUKSEL, S.; JABLONSKI-MOMENI, A.; ROGGENDORF, M. J.; FRANKENBERGER, R. Adhesion of self-adhesive root canal sealers on gutta-percha and Resilon. **J. Endod.**, v. 36, n. 5, p. 890-3, 2010.

TAN, B. T.; MESSER, H. H. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 9, p. 752-8, 2002.

TEIXEIRA, C. S.; ALFREDO, E.; THOMÉ, L. H. C.; SILVA, R. G.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; SOUSA-NETO, M. D. Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear

and push-out bond strength measurements and SEM analysis. **J. Appl. Oral Sci.**, n. 17, v. 2, p. 129-53, 2009.

TENNERT, C.; HERBERT, J.; ALTENBURGER, M. J.; WRBAS, K. T. The Effect of Cervical Preflaring Using Different Rotary Nickel-Titanium Systems on the Accuracy of Apical File Size Determination. **J.Endod.**, n. 10, v. 36, p. 1669-72, 2010.

TORABINEJAD, M. Passive step-back technique. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 77, n. 4, p. 398-401, 1994.

UNGOR, M.; ONAY, E. O.; ORUCOGLU, H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 8, p. 643-7, 2006.

VANNI, R. J.; SANTOS, R.; LIMONGI, O.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A.; PÉCORA, J. D. Influence of Cervical Preflaring on Determination of Apical File Size in Maxillary Molars: SEM Analysis. **Braz. Dent. J.**, v.16, n. 3, p. 181-6, 2005.

VERSIANI, M. A.; PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Flat-Oval Root Canal Preparation with Self-Adjusting File Instrument: A Micro-Computed Tomography Study. **J. Endod.**, v. 37, n. 7, p. 1002-7, 2011.

VIER-PELISSER, F. V.; DUMMER, P. M.; BRYANT, S.; MARCA, C.; SÓ, M. V.; FIGUEIREDO, J. A. The anatomy of the root canal system of three-rooted maxillary premolars analysed using high-resolution computed tomography. **Int Endod J.** ; v. 43, n. 12, p. 1122-31, 2010.

WAECHTER, F.; ANTUNES, R. O.; IRAIA, L. E. D.; LIMONGI, O. Avaliação comparativa entre o diâmetro de cones estandardizados e cones secundários B8 calibrados por régua calibradora, distando 1 mm das suas pontas (D1). **RSBO**, v. 6, n. 1, p. 34-43, 2009.

WU, M.K.; DUMMER, P.M.H.; WESSELINK, P.R. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 35, p. 343–56, 2006.

WU, M. K.; KAST'AKOVÁ, A.; WESSELINK, P. R. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 6, p. 485–91, 2001.

WU, M. K.; SLUIS, L. W. VAN DER; WESSELINK, P. R. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 6, p. 527-35, 2002.

YIN, X.; CHEUNG, G. S. P.; ZHANG, C.; MASUDA, Y. M.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Micro-computed Tomographic Comparison of Nickel-Titanium Rotary versus Traditional Instruments in C-Shaped Root Canal System. **J. Endod.**, v. 36, n. 4, p. 708-12, 2010.

ZASLANSKY, P.; FRATZL, P.; RACK, A.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R.; SHEMESH, H. Identification of root filling interfaces by microscopy and tomography methods. **Int. Endod. J.**, v. 44, n. 5, p. 395-401, 2011.

ZHANG, R.; YANG, H.; YU, X.; WANG, H.; HU, T.; DUMMER, P.M.H. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a chinese subpopulation.

**Int. Endod. J.**, v. 44, n. 2, p. 162–9, 2011.



***ANEXO***



Ribeirão Preto, 20 de dezembro de 2011.

Prezado(a) Pesquisador (a) Dr(a) Ricardo Gariba Silva

Vimos por meio desta informar que o Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos da UNAERP – Universidade de Ribeirão Preto analisou e aprovou sem restrições o projeto intitulado “ **Análise do volume da obturação de dentes unirradiculares com diferentes preparos cervicais por meio de microtomografia computadorizada micropushout e MEV**”, tendo como pesquisador(a) Ricardo Gariba Silva, em reunião ocorrida em 07 de Dezembro de 2011, registrado sobre o **ComÉt: 73/2011**.

Temos ciência que o estudo em questão será conduzido na Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP.

Solicitamos que o Senhor(a) encaminhe os relatórios parciais e finais, bem como envie-nos possíveis emendas e novos termos de consentimento livre e esclarecido, notifique qualquer evento adverso sério ocorrido e novas informações sobre a segurança/toxicidade para que possamos fazer o devido acompanhamento deste estudo.

Atenciosamente,



**Profª Drª Luciana Rezende Alves de Oliveira**

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos  
Universidade de Ribeirão Preto

Av. Costábile Romano, 2201 - Bairro Ribeirânia - Ribeirão Preto - SP - CEP. 14096-900

Fone: (16) 3603-6779 – e-mail: cetica@unaerp.br