

## Investigação

# Comparação da obturação endodôntica pelas técnicas de condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafil: estudo piloto com Micro-tomografia computadorizada

Sofia César Martins<sup>a,\*</sup>, João Mello<sup>b</sup>, Cláudia Cavaco Martins<sup>b</sup>, António Maurício<sup>c</sup>  
e António Ginjeira<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Médica dentista, Aluna de pós-graduação de metodologias de ensino e investigação da disciplina de Endodontia da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

<sup>b</sup>Médico dentista

<sup>c</sup>Professor associado do Centro de Petrologia e Geoquímica e do Laboratório de Mineralogia e Petrologia do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal

<sup>d</sup>Médico, Médico dentista, Professor associado, Regente da disciplina de Endodontia da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

### INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido em 9 de Dezembro de 2010

Aceite em 30 de Dezembro de 2010

Palavras-Chave:

Técnicas de obturação

Condensação lateral

Híbrida Tagger

Thermafil

Micro-tomografia computadorizada

### R E S U M O

**Objectivo:** O objectivo deste estudo piloto *in vitro* foi avaliar a qualidade da obturação endodôntica do sistema de canais radiculares por três técnicas diferentes: condensação lateral convencional, híbrida de Tagger e Thermafil, com base em dois parâmetros – os espaços vazios remanescentes e a ausência ou presença de extrusão de material obturador.

**Materiais e métodos:** Prepararam-se 18 raízes mesiais de molares inferiores humanos com limas de Ni-Ti. Destas, 15 foram divididas aleatoriamente em três grupos e, em cada grupo, obturadas por cada uma das técnicas referidas. 3 raízes foram seleccionadas para testar o equipamento SkyScan<sup>®</sup> e as suas ferramentas de reconstrução e análise de imagem. As imagens foram captadas antes da preparação, após a preparação e após a obturação. O volume de espaços vazios remanescentes (mm<sup>3</sup>) determinado pelas imagens de micro-tomografia computadorizada, e os valores de extrusão, foram analisados estatisticamente para um nível de significância de 0,05, ou seja, para um grau de confiança de 95% (teste de Kruskal-Wallis).

**Resultados:** Todas as técnicas apresentaram espaços vazios remanescentes sendo que a Thermafil foi a responsável pelo maior volume registado (mediana = 0,861 mm<sup>3</sup>). Foi também a que se traduziu numa maior percentagem de extrusão (42,86% de um total de 46,70%).

**Conclusão:** A técnica de condensação lateral convencional apresentou os melhores resultados das três técnicas em estudo. A potencialidade do software de micro-tomografia computadorizada merece ser explorada em estudos futuros.

©2011 Publicado por Elsevier España, S.L. em nome da Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Todos os direitos reservados.

\*Autor para correspondência.

Correio electrónico: [sm\\_fmdul@hotmail.com](mailto:sm_fmdul@hotmail.com) (S.C. Martins).

## Comparison of endodontic obturation by lateral condensation techniques, hybrid Tagger and Thermafil: a pilot study with Micro-CT

A B S T R A C T

### Keywords:

Root canal filling  
Lateral condensation  
Tagger hybrid  
Thermafil  
Micro-computed tomography

**Aim:** The aim of this *in vitro* pilot study was to evaluate the quality of root canal filling of three different techniques: lateral condensation, Tagger hybrid technique and Thermafil based on two parameters – voids (unfilled) areas and the absence or presence of extrusion of filling material.

**Materials and methods:** 18 mesial roots of human mandibular molars were prepared using rotary Ni-Ti files. After a biomechanical preparation, 15 teeth were randomly allocated to three treatment groups and within each group, teeth were filled using one of the three above-mentioned techniques. Three teeth were used to test the equipment SkyScan® and his reconstruction and image analysis tools. The images were captured before preparation, after preparation and after filling. The volume of root filling voids (mm<sup>3</sup>) was determined by microcomputed tomography imaging and the extrusion values were statistically analysed at a significance level of 0,05, or, at a confidence level of 95% (Kruskal-Wallis test).

**Results:** All techniques showed filling voids and the Thermafil was responsible for the highest volume recorded (median = 0,861 mm<sup>3</sup>). It was also the one that resulted in a higher percentage of extrusion (42,86% of a total of 46,70%).

**Conclusions:** Lateral condensation showed the best results of the three studied techniques. The potentiality of the microcomputed tomography software deserves to be explored in future researches.

©2011 Published by Elsevier España, S. L. on behalf of Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. All rights reserved.

## Introdução

### Conceito de obturação endodôntica e sua importância

A obturação do sistema de canais radiculares, uma das etapas mais importantes de um tratamento endodôntico, visa o seu preenchimento tridimensional e compacto, o mais próximo possível da junção cimento-dentinária, eliminando os espaços vazios anteriormente ocupados pelos tecidos pulpare e proporcionando uma maior facilidade no processo de reparação tecidual<sup>1-5</sup>.

A complexidade anatômica do sistema de canais radiculares e as limitações na instrumentação de canais acessórios e laterais tornam o desbridamento completo dos canais impossível. Assim, a obturação após a preparação biomecânica é de capital importância<sup>6-8</sup>.

### Objectivos da obturação endodôntica

Os objectivos da obturação podem alcançar-se através: (1) da eliminação de todas as vias de infiltração possíveis, quer da cavidade oral quer dos tecidos periapicais, para o interior do sistema de canais radiculares e (2) de uma selagem apical hermética que encerre dentro do sistema canalicular qualquer irritante que não possa ser totalmente removido durante a preparação biomecânica do mesmo<sup>1-5</sup>.

O não cumprimento destes objectivos leva ao comprometimento do sucesso do tratamento instituído, sendo

que aproximadamente 60% dos insucessos endodônticos se atribuem à inadequada obturação do sistema de canais radiculares<sup>1,5</sup>.

### Técnicas para a obturação endodôntica

Diversas técnicas que empregam a gutta-percha (GP) têm sido utilizadas numa tentativa de alcançar uma massa homogénea de material obturador, sem espaços vazios. Apesar dos avanços que foram feitos em técnicas de obturação alternativas, a condensação látero-vertical, correntemente designada como técnica de condensação lateral a frio ou convencional, persiste como uma das mais utilizadas<sup>4,9,10</sup>.

A grande maioria das novas técnicas de obturação usa GP plastificada termicamente para melhor preencher todos os espaços dos canais e os istmos<sup>11</sup>. A técnica de obturação com GP aquecida foi promovida por Schilder em 1967. Um dos métodos de obturação que recorre a GP aquecida é o sistema Thermafil<sup>12,13</sup>.

### A técnica de condensação lateral convencional (CLC)

A condensação lateral idealizada por Callahans em 1914 é a técnica mais amplamente conhecida, principalmente devido à simplicidade da sua execução, aos bons resultados clínicos<sup>8</sup> e ao baixo custo<sup>4</sup>. Originalmente usada quando os cones de GP foram desenvolvidos, permanece como a principal técnica ensinada aos alunos pré-graduados em 90% das universidades americanas e em 71% das universidades europeias<sup>14,15</sup>. Porém, apresenta

inúmeros inconvenientes: a impossibilidade de alcançar uma obturação tridimensional; a falta de homogeneidade da massa de material obturador; o grande consumo de material; o tempo dispendido; a selagem apical deficiente e a fraca adaptação às irregularidades das paredes dos canais<sup>5,8,9,14,16</sup>. Espaços vazios, trajectos do espaçador, fusão incompleta dos cones de GP e insuficiente adaptação à superfície canalar são outras desvantagens mencionadas<sup>10</sup>. Investigadores, no entanto, constataram que a condensação lateral oferece a vantagem de um excelente controlo do comprimento endodôntico. Em parte devido ao mau prognóstico das sobreobturações por comparação com os dentes obturados até à constricção apical, o uso desta técnica persistiu até aos dias de hoje<sup>14</sup>. Também pelas razões apontadas, é comumente escolhida como técnica controlo em estudos de investigação sobre técnicas de obturação canalar<sup>13,15,17</sup>.

#### *A técnica híbrida de Tagger (HT)*

Em 1980, McSpadden introduziu a técnica de compactação termomecânica, através da qual se preconizava que o calor desenvolvido pela rotação de um instrumento, a média rotação, iria compactar a GP<sup>18-20</sup>. Um compactador com uma aparência semelhante a uma lima Hedstroem invertida era colocado num contra-ângulo e, quando colocado no canal, empurraria a GP para a porção apical. Cada canal era obturado com um único cone de GP<sup>20</sup>.

Em 1984, Tagger e colaboradores propuseram uma modificação ao método anterior, uma técnica híbrida que representava uma associação entre a técnica de condensação lateral e a técnica de compactação termomecânica de McSpadden<sup>8</sup>. Defenderam também que a técnica combinava o melhor das duas anteriores: um cone de GP principal bem adaptado na porção apical que evitava o seu deslocamento durante a condensação subsequente, actuando como uma barreira contra a sobreobturação da GP plástica que, por seu lado, possibilitava o preenchimento completo do interior do canal radicular<sup>21</sup>.

A maior vantagem desta técnica reside na maior facilidade de aprendizagem e de uso relativamente à técnica de McSpadden e na sua possibilidade de aplicação a canais radiculares curvos<sup>21</sup>. No entanto, Tagger faz a ressalva de que a técnica não é universal e não é indicada para canais estreitos.

#### *O sistema Thermafil*

Em 1978, W.B. Johnson descreve uma nova técnica de obturação que utilizava um transportador metálico envolvido por GP que, ao ser aquecida, se plasticava, sendo transportada para o interior do canal radicular<sup>22</sup>.

Segundo Johnson, esta técnica é simples, rápida e eficiente na obturação canalar e consiste no revestimento da última lima usada na instrumentação do canal com GP, aquecendo-a à chama e moldando-a à lima com os dedos. A lima com GP estava pronta a ser inserida no canal com uma ligeira mas firme pressão no sentido apical, assim que a GP apresentasse uma aparência brilhante e começasse a expandir<sup>23</sup>.

Posteriormente, seguindo essa metodologia, foi introduzida no mercado americano a técnica de obturação termoplástica, comercializada com o nome de Sistema Thermafil pela Tulsa Dental Products, Tulsa, OK<sup>8</sup>.

Esta técnica consiste na obturação dos canais radiculares com GP- $\alpha$  aquecida e envolta num transportador. Actualmente, os transportadores podem ser em aço inoxidável, em titânio ou plástico<sup>2,24</sup>. Está indicada para as seguintes situações clínicas: raízes finas; canais mesiais de molares inferiores; canais vestibulares de molares superiores; obstruções intra-canalares; canais longos, muito curvos ou calcificados; pré-molares com mais do que um canal<sup>22</sup>.

#### **Análise imagiológica tridimensional com Micro-TC**

##### *Perspectiva histórica*

Na última década têm sido explorados vários métodos para converter informação bidimensional em tridimensional<sup>25</sup>.

A Micro-tomografia computadorizada (MTC) foi desenvolvida em 1980 para estudos *in vitro* de estruturas ósseas<sup>26</sup>.

A unidade da MTC produzia, na década de 90, secções espaçadas de 127 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) com uma resolução em pixéis de 127  $\mu\text{m}$ . Actualmente, é possível capturar imagens com uma resolução inferior a 10  $\mu\text{m}$ <sup>27</sup>.

Os dentes, formados por tecidos únicos com densidades radiográficas diferentes, prestam-se à avaliação através de técnicas tomográficas<sup>28</sup>.

##### *Componentes básicos*

Todos os aparelhos de MTC apresentam a mesma constituição básica: uma fonte de raio-x, um objecto a irradiar, um detector que capta o sinal electrónico e faz a conversão para imagem e um sistema que promove a rotação do objecto a irradiar ou do scanner<sup>29</sup>.

##### *Funcionamento*

Existem várias tecnologias de fabrico de MTC. Numa delas, a MTC é conseguida por meio de uma unidade de aquisição rotativa (*gantry*), à qual está associada uma fonte geradora de raios-x e um detector. Uma fonte ionizante cónica é direccionada pelo centro da área de interesse para um detector de raios-x no lado oposto. A fonte de raios-x e o detector rodam em torno de um fulcro fixo no centro da área de interesse. Centenas de radiografias com imagens do objecto em estudo são captadas, durante o tempo de exposição, num arco de pelo menos 180°<sup>30</sup>.

A partir da aquisição de imagens radiografadas a duas dimensões (2D) e através do processamento dessa informação, criam-se modelos tridimensionais (3D) do objecto em estudo. A MTC permite desta forma, a visualização e medição de estruturas 3D sem preparação da amostra ou fixação química<sup>26</sup>. Possibilita também o diagnóstico e avaliação da localização e tamanho de lesões perirradiculares<sup>31</sup>. Todavia, esta tecnologia deve ser encarada como um meio complementar às imagens 2D e não como uma substituição<sup>30</sup>.

##### *Vantagens da MTC*

A utilização da MTC apresenta inúmeras vantagens: a rapidez de um método não invasivo<sup>26,27</sup>; a facilidade relativa no manuseamento do equipamento e do software, bem como a existência de ferramentas sofisticadas de visualização de imagem (sombras, imagens seccionadas, filtros) que realçam

as porosidades, os defeitos nos materiais e as falhas nas interfaces. Toda a informação pormenorizada de cada dente, antes e após a instrumentação e obturação, permanece totalmente recuperável para avaliação futura<sup>28</sup>.

Esta tecnologia facultava uma resolução de imagem superior à de outras técnicas digitais de uso corrente em Medicina Dentária sendo que o desvio máximo entre a imagem de MTC e a superfície sólida reconstruída pode ser inferior a 0,6 %<sup>26</sup>.

#### Limitações da MTC

A fiabilidade das imagens obtidas depende de vários factores, nomeadamente, artefactos, tempo de exposição e aumento não regulado ou atenuação da intensidade do feixe<sup>26</sup>. Outro problema está correlacionado com a escolha do limiar de valor de segmentação para estruturas distintas, o que pode influenciar a aparência de objectos de interesse<sup>27</sup>.

O objectivo deste estudo piloto focou-se na investigação da qualidade do preenchimento tridimensional do sistema de canais radiculares por três técnicas de obturação distintas: a técnica de condensação lateral convencional; a técnica híbrida de Tagger e a técnica de obturação termoplástica com transportador – Thermafil. Neste sentido, e com recurso à análise imagiológica com MTC, foi avaliada estatisticamente a influência da técnica de obturação na qualidade da obturação através de dois parâmetros: 1) o volume de espaços vazios, e 2) pela existência ou não de extrusão de material obturador, a nível apical.

## Materiais e métodos

### Preparação da amostra dos dentes

Seleccionaram-se 50 dentes multirradiculares, nomeadamente molares inferiores humanos extraídos, que foram armazenados numa solução salina à temperatura de 4°C até à sua utilização.

Os operadores foram 2 alunos finalistas do curso de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

As coroas dos dentes foram seccionadas, pelo seu colo, com um disco de carbide, colocado numa peça de mão. As raízes foram depois seccionadas com uma broca tronco-cónica (Komet Dental®) de turbina a alta rotação e refrigerada com água, tendo o cuidado de preservar 2 milímetros (mm) da câmara pulpar para facilitar a irrigação intracanal.

Os factores de exclusão admitidos para este estudo foram: dentes com ápice aberto; dentes impossíveis de permeabilizar; dentes cujas raízes têm uma angulação de 90° e dentes que perderam permeabilidade durante a preparação. Assim, a amostra do estudo ficou reduzida a 18 raízes mesiais íntegras com um canal radicular único ou canais radiculares múltiplos (dois ou mais), numeradas para possível identificação individual nas várias etapas de obtenção de imagem com MTC.

Para determinar o Comprimento de Trabalho (CT), introduziu-se uma lima K número (n.º) 10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) até a ver sair pelo ápex, recuando-a depois até ao ponto em que deixou de ser vista. Ajustou-se o respectivo stop ao topo da raiz e retirou-se a lima, anotando-se

o respectivo comprimento. O comprimento de trabalho foi estabelecido subtraindo 0,5mm a esta medição.

Os dentes foram instrumentados primeiro com limas manuais K n.º 8, 10, 15 e 20 criando-se a via de permeabilidade. Após esta preparação, os dentes foram instrumentados mecanicamente, utilizando-se um motor ATR® (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) a funcionar a 2N/cm de binário e a 250 rotações por minuto (rpm). Na preparação mecânica utilizaram-se as limas rotativas em Níquel-titânio (Ni-Ti) do sistema ProTaper Universal® (Lote: J003A0409225901001K, Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) segundo a sequência recomendada pelo fabricante (S1,SX,S1,S2,F1,F2,F3). A preparação foi terminada com lima F2 até ao CT e com lima F3, retirando-se 0,5 mm ao CT, em todos os canais radiculares, para padronização da amostra. Entre a passagem das limas irrigou-se com 2 mililitros (ml) de Hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5 %, com seringas de polipropileno de 5ml e agulha de 30G (Gauge) com saída apical, sendo estes tipos de seringa e agulha também utilizadas na eliminação da *smear layer* realizada após a instrumentação. No final da preparação, confirmou-se se a permeabilidade dos canais radiculares foi mantida com uma lima manual K n.º 10.

Para remoção da *smear layer*, procedeu-se à irrigação com 2 ml de NaOCl a 2,5 % com posterior activação com o EndoActivator® com uma ponta (diâmetro 25/04) durante 60 seg e aspirando-se com seringa de polipropileno de 5ml e agulha de 30G com saída apical. Em seguida, efectuou-se a irrigação com 1ml de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) (VistaDental) a 17 %, deixando-se actuar 60 seg. Por último, voltou-se a irrigar com 2ml de NaOCl a 2,5 % seguida de três ciclos de activação de 20seg cada, com o EndoActivator® e uma ponta com as mesmas características da anterior.

Após a remoção da *smear layer*, secaram-se os canais com cones de papel (diâmetro 30), armazenando os dentes expostos ao ar, à temperatura ambiente até à execução do Micro-TC Scan.

### Obturação das raízes preparadas

As raízes foram divididas de forma aleatória em 3 grupos:

**Grupo 1** - 5 raízes foram obturadas pela técnica de CLC: o ajuste (*tug-back*) do cone principal foi obtido com cones de GP n.º 30, 35 ou 40 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) respeitando-se o CT. O cone principal, revestido com cimento AH26® (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), foi inserido lentamente no canal radicular até ao ponto de referência coronário. Como espaçador utilizou-se o n.º 25 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) introduzido no canal radicular, entre o cone principal e as paredes do canal radicular, a 1mm do CT. Deste modo, criou-se espaço para a introdução sucessiva de cones de GP acessórios n.º 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Como finalização da obturação, preconizou-se o momento no qual o espaçador não avançava apicalmente, atingindo apenas o terço coronário da raiz.

**Grupo 2** - 5 raízes foram obturadas pela técnica HT: o ajuste do cone principal foi obtido com cones de GP n.º 30, 35 ou 40 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) respeitando-se o CT. O cone principal, revestido com cimento AH26®, foi inserido



lentamente no canal radicular até ao ponto de referência coronário.

Utilizou-se um espaçador n.º 25 que foi sendo introduzido no canal radicular, entre o cone principal e as paredes do canal radicular, a 1 mm do CT. Deste modo, criou-se espaço para a introdução de 3 cones de GP acessórios n.º15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Seleccionou-se um termocompactor McSpadden (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) de tamanho adequado, montado num contra-ângulo à rotação aconselhada (8000 a 10000rpm). O termocompactor foi introduzido com ligeira pressão e movimentos de vai-vém, a 4 mm do CT do canal, como margem de segurança.

Realizaram-se 2 a 4 compactações, permanecendo o termocompactor não mais do que 10 seg no interior do canal por cada compactação.

**Grupo 3** – 5 raízes foram obturadas segundo a técnica Thermafil. Seleccionou-se um cone Protaper Obturator® (Lote: 064682B 2012/2, Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) tamanho F2 correspondente à última lima Protaper a chegar ao CT. Seguidamente, marcou-se no revestimento de GP do cone o CT e retirou-se a GP excedente, pela porção mais coronal do cone. Posteriormente, o cone Protaper Obturator® F2 foi aquecido no forno ThermaPrep Plus® (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) durante um período regulado de forma automática pelo aparelho, segundo as dimensões do cone. Após o aquecimento, o cone foi imediatamente introduzido no canal (já com cimento AH26®) até ao CT.

Com uma broca esférica (Komet Dental®) de turbina a alta rotação, seccionou-se a haste plástica do cone Protaper Obturator® ao nível da entrada do canal radicular. O excesso de GP foi retirado com calcador manual aquecido n.º 2-3 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Para todos os grupos, a preparação do cimento foi realizada segundo as instruções do fabricante na proporção pó-líquido de 2:1, à temperatura ambiente. Pesou-se a quantidade de cimento utilizado numa balança (Mettler, Toledo), estabelecendo-se que seriam utilizadas 25 miligramas (mg) de cimento para a obturação de cada canal radicular.

O excesso de GP formado pelo ramalhete, nos grupos 1 e 2, foi cortado com um calcador manual aquecido n.º 2-3 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), efectuando-se depois, com o mesmo, uma condensação vertical da GP.

#### **Obtenção das imagens com Micro-TC Scan**

As raízes foram montadas em blocos de cera ortodôntica, o que possibilitou uma colocação precisa das mesmas no porta-amostras sem interferência com os movimentos do aparelho.

As imagens das raízes foram captadas com SkyScan1172 MTC (SkyScan, Aartselaar, Bélgica) antes e após a preparação, e após a obturação. Com este intuito, as raízes foram acondicionadas numa caixa para possível transporte das mesmas para o Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, a fim de capturar as imagens de cada etapa.

A fonte de raio-x é um tubo microfocal selado com ar refrigerado com um tamanho de ponto focal inferior

a 5 µm. O tubo de raio-x funcionou a 100 quilovolts (kV) e 100 microamperes (µA) com potência máxima de 10 Watts. O detector de raio-x é formado por uma câmara com uma resolução de 1024 × 1024 com fibras ópticas acopladas a um cintilador de raio-x (sensor CCD com 1,3 megapixéis).

O sistema é controlado por um computador a utilizar o Microsoft Windows XP Professional e o software de aquisição de imagem é o SkyScan 1172 (SkyScan, Aartselaar, Bélgica).

3 raízes seleccionadas aleatoriamente: uma não preparada; uma instrumentada e irrigada e outra preparada e obturada foram utilizadas, no início do estudo, para testar o equipamento SkyScan e as suas ferramentas de reconstrução e análise de imagem.

Captaram-se 210 imagens radiográficas por etapa de preparação, a partir destas reconstruíram-se secções transversais de cada raiz, o que totaliza 630 imagens por raiz, num total de 9450 imagens correspondentes às 15 raízes utilizadas neste estudo. Para esta investigação são consideradas 45 reconstruções criadas a partir das imagens radiográficas de micro-tomografia.

#### **Tratamento e análise das imagens**

Utilizaram-se os seguintes programas para reconstrução das imagens obtidas: NRecon® e ANT®. Os programas Dataviewer® e CTVOL® foram usados para visualização das mesmas e recorreu-se ao software CTAnalyser® para efectuar as análises (figs. 1-3).

O volume de espaços vazios, expresso em milímetros cúbicos (mm<sup>3</sup>), foi estudado com base na segmentação das imagens, em níveis de cinzento, das secções reconstruídas usando o software SkyScan 1172. Para proceder à análise imagiológica do volume de espaços vazios foram necessárias três medições volumétricas distintas (fig. 4):

- 1) estrutura dentária total;
- 2) estrutura dentária total com obliteração do espaço vazio correspondente aos canais radiculares por intermédio do software CTAnalyser®;
- 3) material obturador.

Após estas medições efectuou-se a subtração entre o volume total de espaços vazios e o volume total de material obturador.

Foi definido o nível de cinzentos que permitiu a segmentação das imagens mais adequada para cada um dos volumes pretendidos, e a melhor redução do ruído possível, nas secções reconstruídas. A escala de cor correspondente à escala de cinzentos foi específica para cada reconstrução.

Para a avaliação da frequência de extrusão de material obturador estabeleceu-se a seguinte escala ordinal, de acordo com a análise das imagens:

- 0 - Material obturador (cimento ou GP) aquém do foramen apical
- 1 - Material obturador (cimento ou GP) ao nível do foramen apical
- 2 - Material obturador (cimento ou GP) além do foramen apical

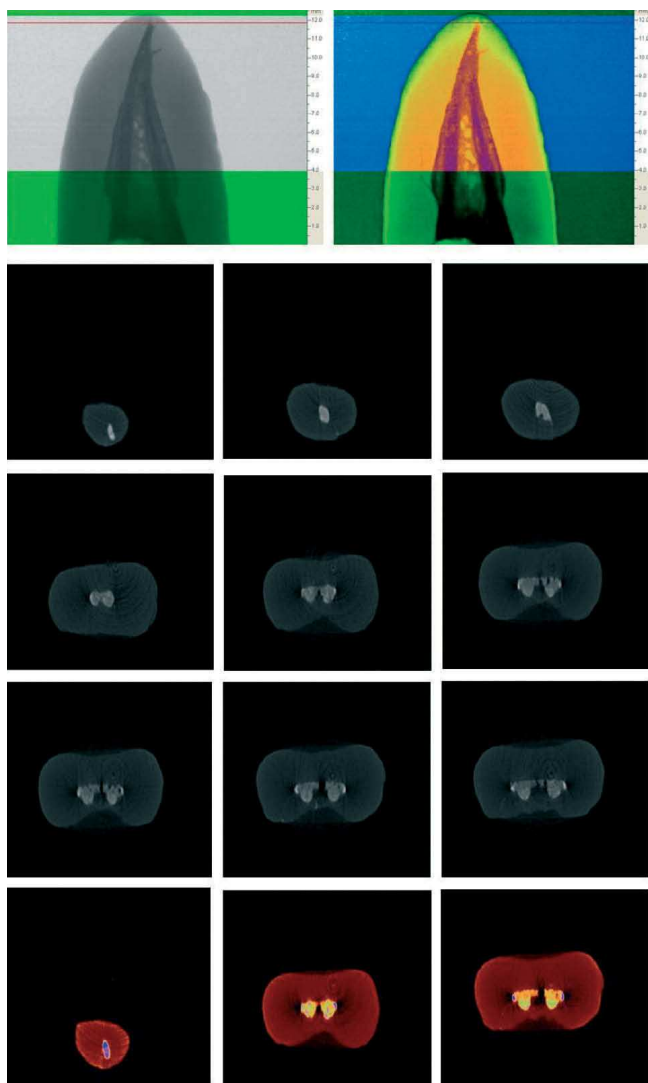


Figura 1 - Conjunto de algumas das imagens obtidas para uma raiz obturada pela técnica CLC. As imagens coloridas foram tratadas com o software CTanalyser®.

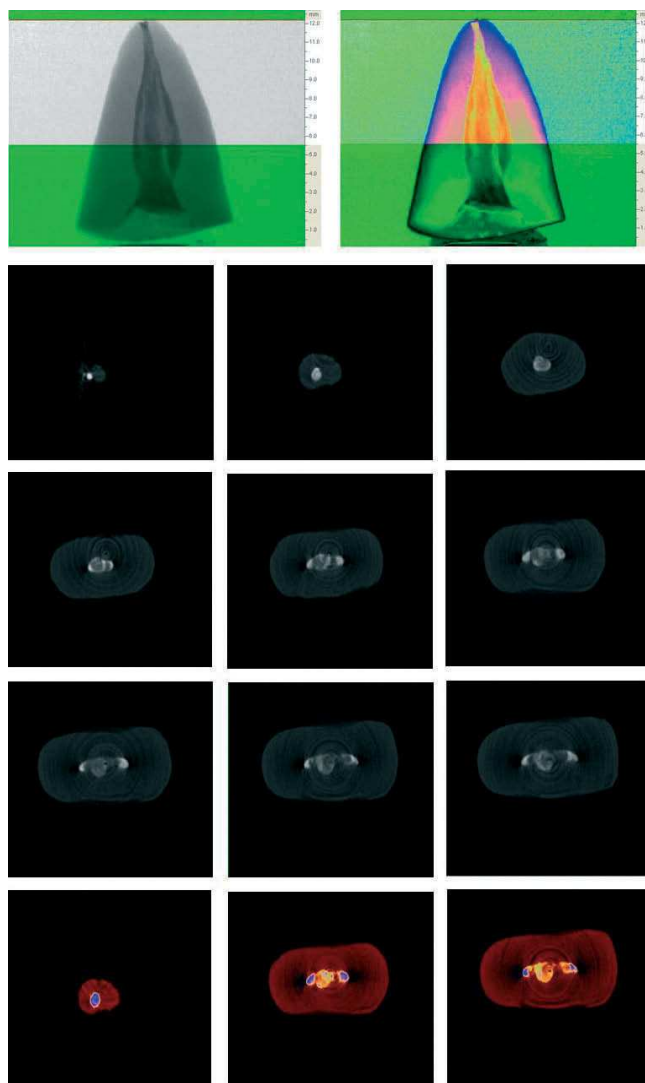


Figura 2 - Conjunto de algumas das imagens obtidas para uma raiz obturada pela técnica HT. As imagens coloridas foram tratadas com o software CTanalyser®.

### Análise estatística

Para a variável dependente – volume de espaços vazios – foi calculada a média, a mediana (me), o desvio padrão e os valores máximo e mínimo e apresentados em tabelas.

Para a variável dependente – extrusão – foi calculada a mediana, a frequência e respectiva percentagem.

De maneira a avaliar a relação entre as variáveis independentes (3 técnicas de obturação) e as dependentes (volume de espaços vazios e extrusão apical) recorreu-se ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

O nível de significância estatística foi fixado em 5 % ( $p < 0,05$ ).

Estes dados foram inseridos numa base de dados e analisados estatisticamente com uma aplicação informática Statistical Package for the Social Sciences – SPSS for Windows versão 17.0 (SPSS Inc. Chicago, EUA).

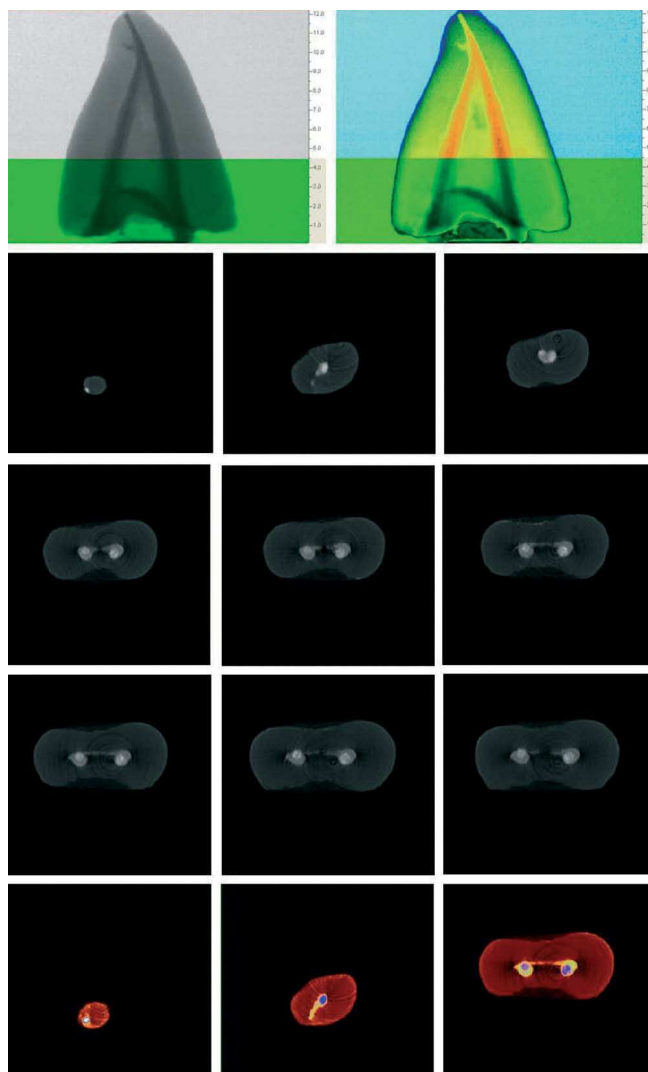
### Resultados

Não houve significância estatística entre as variáveis dependentes para as três técnicas estudadas ( $p > 0,05$ ) (tabelas 1, 2 e 3).

### Discussão

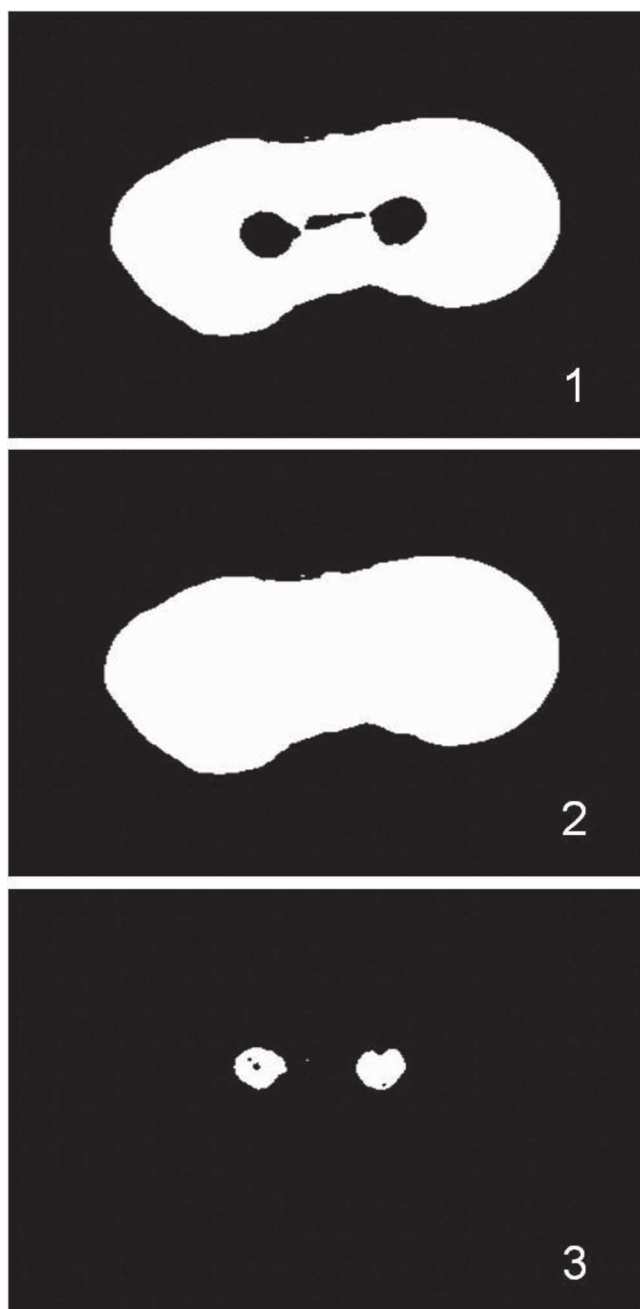
#### Discussão da metodologia

Os resultados dos estudos *in vitro* poderão não ser extrapoláveis clinicamente<sup>1</sup>. Na sequência desta ideia, optou-se por elaborar o trabalho experimental em dentes naturais e não em blocos de acrílico que simulassem os canais radiculares, dado que se uniformizássemos artificialmente o tamanho e



**Figura 3 - Conjunto de algumas das imagens obtidas para uma raiz obturada pela técnica Thermafil. As imagens coloridas foram tratadas com o software CTanalyser®.**

a forma dos mesmos não estaríamos a simular as condições biológicas. Na verdade, poucos são já os estudos que recorrem a modelos padronizados de dentes artificiais<sup>5</sup>. Embora a relativa standardização da anatomia dentária interna seja útil para os objectivos laboratoriais, a anatomia irregular é mais frequentemente encontrada na prática clínica, limitando a extrapolação clínica dos resultados laboratoriais. Por estas razões, o recurso a uma anatomia do sistema de canais radiculares mais complexa parece prudente para a avaliação *in vitro* das técnicas de obturação<sup>32</sup>. Por este motivo, escolheram-se para este trabalho de investigação, raízes mesiais de molares inferiores, uma vez que estes dentes caracterizam-se por um achatamento no sentido mesiodistal que determina uma forma elíptica no sentido vestibulolingual. Esta característica oferece uma melhor possibilidade de testar o preenchimento dos seus canais irregulares, quando comparadas com raízes que apresentam canais redondos ou canais artificiais padronizados<sup>33</sup>.



**Figura 4 - Manipulação das imagens de uma raiz com o software CTanalyser® para obtenção do volume dos espaços vazios remanescentes.**

Vários estudos que confrontaram diferentes sistemas rotatórios mecanizados, de entre os quais o sistema Protaper, concluíram que não haviam diferenças estatisticamente significativas na limpeza e modelagem dos canais<sup>34,35</sup>. Ruddle afirma que o sistema Protaper pode ser usado com segurança e eficácia por estudantes de Medicina Dentária, com ou sem experiência no manuseamento de sistemas rotatórios de Ni-Ti<sup>36</sup>. Por estes motivos, o sistema Protaper foi o seleccionado para a preparação da amostra<sup>32,37</sup>.

De-Deus et al (2006) e Ribeiro et al (2009) não utilizaram cimento nos seus estudos *in vitro* apontando como provável

**Tabela 1 - Análise descritiva do volume de espaços vazios, por técnica de obturação**

	Técnica de obturação	n	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Volume de espaços vazios (mm <sup>3</sup> )	Técnica de condensação lateral	5	0,523	0,226	0,612163	0,090	1,576
	Técnica híbrida de Tagger	5	0,818	0,607	0,511019	0,485	1,714
	Thermafil	5	0,803	0,861	0,523064	0,176	1,572

n: número da amostra.

fragilidade dos mesmos a impossibilidade de padronização do volume de cimento utilizado. Contudo, a par da GP, o uso de cimento é essencial para conseguir uma selagem estreita entre a parede dentinária e o material obturador<sup>37</sup>. Por estas razões, optou-se por efectuar pesagens iguais de cimento AH26® como forma de suplantar as dificuldades na padronização, sendo que, para cada raiz obturada 25 mg por canal radicular se traduziu numa camada espessa de cimento, considerada adequada.

A avaliação radiográfica de espaços vazios é limitada, acumulando a dificuldade em diferenciar a GP do cimento, mesmo com sistemas de radiografia digital<sup>38</sup>. A radiografia intra-oral, por exemplo, produz imagens com estruturas sobrepostas obrigando o observador a tomar decisões com implicações 3D baseadas numa película a 2D<sup>39</sup>. Justifica-se, assim, a escolha da MTC para este estudo como técnica de avaliação que suplante as limitações apontadas aos sistemas radiográficos convencionais.

#### Discussão dos resultados

Na literatura não existem estudos que avaliem e comparem a qualidade da obturação endodôntica tendo por base o volume de espaços vazios remanescentes e a extrusão apical, para as três técnicas abordadas. No que diz respeito à técnica HT, Tagger comparou apenas o grau de infiltração apical dos canais radiculares com a técnica de CLC. A primeira obteve melhores resultados embora a profundidade de infiltração registada fosse superior à técnica de CLC<sup>21</sup>. Um outro estudo infere que a técnica HT é mais rápida, implica menor risco de fractura das raízes de diâmetro reduzido e é relativamente fácil de aprender. Defende ainda que a GP do terço apical da raiz, por não sofrer alterações térmicas, tem menor probabilidade de se estender para além do foramen apical<sup>20</sup>.

A única referência na literatura transversal às três técnicas de obturação escolhidas para este estudo remonta a 2006,

**Tabela 2 - Frequência de extrusão apical na amostra estudada**

Escala	Frequência	Percentagem (%)
0	4	26,7
1	4	26,7
2	7	46,7
Total	15	100,0

onde se pretendeu avaliar a selagem apical através do grau de infiltração. Os resultados encontrados foram favoráveis à técnica de CLC em detrimento das técnicas Thermafil e HT sendo que esta última registou os maiores valores de infiltração para além de que foi a única a mostrar extravasamento de material obturador<sup>8</sup>.

Neste estudo com MTC, dado que se tratam de dados não paramétricos, foi possível comparar a me do volume de espaços vazios remanescentes entre as três técnicas. A me foi de 0,226 mm<sup>3</sup> para a técnica de CLC e de 0,607 mm<sup>3</sup> para a técnica HT. Relativamente à selagem apical, a percentagem (%) de extrusão apurada foi igual para as duas apesar de se ter registado um valor superior de selagem adequada para a técnica de CLC. Denota-se também que a técnica HT apresentou um valor de 40% de material obturador que ficou aquém do foramen enquanto a técnica de CLC ficou apenas nos 20%.

Na comparação das técnicas HT e Thermafil, a me do volume de espaços vazios para a segunda foi superior. A técnica Thermafil apresentou 60% de extrusão face aos 40% da HT, igual percentagem de selagem apical adequada e menos 20% de material obturador que ficou aquém do foramen apical.

Poder-se-á, deste modo, inferir que a técnica de obturação que resultou num menor volume de espaços vazios foi a CLC seguindo-se a HT e, por último, a Thermafil. Estes resultados estão de acordo com um estudo de Gençoğlu et al<sup>38</sup> de 2008,

**Tabela 3 - Frequência de extrusão apical entre as três técnicas de obturação em estudo**

Escala	Técnica de obturação						Total	
	1		2		3		N	%
	n	%	n	%	n	%		
0	1	20	2	40	1	20	4	26,7
1	2	40	1	20	1	20	4	26,7
2	2	40	2	40	3	60	7	46,7
Total	5	100	5	100	5	100	15	100,0



o qual concluiu que as técnicas com núcleo transportador originavam maior n.º de espaços vazios comparativamente a outras, nomeadamente, a de CLC. No entanto, contrapõem-se aos estudos de De-Deus et al<sup>40,41</sup> (2006 e 2007) que revelaram a técnica Thermafil como sendo superior à CLC, uma vez que resultou numa maior área de GP preenchida e, como tal, num menor volume de espaços vazios. A discrepância no estudo de De-Deus et al<sup>41</sup> (2006) poderá dever-se ao tipo de amostra seleccionada, dado que utilizou raízes de incisivos centrais superiores cuja anatomia é bastante mais simples quando comparada com o sistema anatómico complexo das raízes mesiais de molares inferiores. Um estudo de Vertucci & Gainesville<sup>42</sup> (1984) reforça esta afirmação, apresentando uma % de canais laterais nas raízes mesiais de molares inferiores entre 45-49%, e 6-10% de deltas apicais sendo que para as raízes dos incisivos centrais a % de canais laterais é de 24% e de deltas apicais é de 1%. Relativamente ao estudo de De-Deus et al<sup>41</sup> (2007), a diferença nos valores encontrados residirá no n.º de cortes analisados, uma vez que este estudo avaliou a área de espaços vazios aos 4 e 6 mm a partir do foramen apical para cada raiz, enquanto o Micro-TC Scan analisou, em média, cerca de 200 cortes por raiz.

As me das técnicas HT e CLC situa-las no valor 1, como selagens adequadas enquanto a Thermafil com me igual a 2 fica associada à extrusão de material obturador. Estes valores são sustentados pela % de extrusão de material obturador pois num total de 46,7% de extrusão, a Thermafil registou o maior valor (42,86%) e as restantes duas técnicas 28,57% cada. Estes resultados são concordantes com os de variados estudos<sup>9,12,13,43</sup> que apontam uma predisposição da técnica Thermafil para a extrusão. Clinton & Himel referem duas razões para esta ocorrência. A primeira, é o facto das técnicas termoplásticas melhorarem as propriedades de escoamento da GP e, daí advir um aumento da incidência da extrusão de material obturador pelos canais principais e laterais. Contudo, o significado clínico deste achado permanece pouco claro. A segunda, corresponde à fraca resistência das raízes num ambiente *in vitro* que se expressa pelo aumento da extrusão. Estes autores explicam ainda que a extrusão *in vivo* normalmente apresenta menor volume e adquire formas diferentes das apresentadas em laboratório. Este facto dever-se-á à presença do ligamento periodontal e fluido vascular, nas condições *in vivo*, que aumentam a resistência das raízes ao fenómeno de extrusão<sup>19</sup>.

Vários estudos comprovaram que a GP termoplástica apresenta maior capacidade de replicar a complexidade anatómica do sistema de canais radiculares<sup>12,19</sup>. Assim, a obtenção de piores resultados com a técnica Thermafil justificar-se-á com a necessidade, à semelhança de qualquer método de obturação, de um período de treino prévio à sua correcta execução, a fim de rentabilizar ao máximo os efeitos da sua aplicação clínica. Poderá, então, proporcionar uma selagem tridimensional das irregularidades do sistema de canais radiculares, um tempo de execução curto, um pequeno desperdício de GP, bem como menor tempo de trabalho<sup>5</sup>.

Finalmente, importa ressaltar que neste estudo não houve significância estatística entre as variáveis dependentes para as três técnicas estudadas ( $p > 0,05$ ), o que é fundamentalmente explicado pelo n.º reduzido de amostras para cada uma. Este

n.º assenta na dificuldade em reunir uma amostra com as características pretendidas, pelo que se sugere que Portugal, à semelhança do Brasil, construa um banco de dentes humanos que promova e facilite a investigação no campo da Medicina Dentária no nosso País.

## Conclusões

O volume de espaços vazios remanescentes após a obturação bem como a extrusão de material obturador são critérios de qualidade do preenchimento tridimensional do sistema de canais radiculares permitindo a avaliação das inúmeras técnicas de obturação existentes.

A análise com MTC supera as limitações dos métodos radiográficos convencionais, apresentando-se como alternativa vantajosa para trabalhos de investigação no âmbito da Endodontia.

Os resultados obtidos através da análise com MTC permitem verificar:

- i) nenhuma das técnicas testadas possibilitou uma obturação livre de espaços vazios;
- ii) o volume de espaços vazios remanescente é influenciado pela técnica de obturação utilizada, rejeitando-se a hipótese nula.
- iii) a extrusão de material obturador é influenciada pela técnica de obturação usada, rejeitando-se a hipótese nula.
- iv) a técnica de CLC foi a que obteve melhores resultados no que respeita a uma selagem apical adequada (material obturador até ao foramen) justificando porque se defende o seu uso como técnica controlo.

Importa salvaguardar que o sucesso de qualquer técnica endodôntica depende do conhecimento do clínico sobre a mesma, das suas aptidões e da capacidade para seguir as instruções do fabricante. Nenhuma técnica deverá ser considerada a razão do fracasso de um caso clínico no qual as instruções do fabricante não foram seguidas e/ou os objectivos da técnica não foram atingidos.

As potencialidades da MTC na aplicação em Medicina Dentária merecem um prosseguimento dos estudos de forma a aumentar o conhecimento na manipulação dos *softwares* de análise imagiológica, a fim de eliminar a subjectividade inter e intra-observador, aumentando assim a fiabilidade dos resultados.

São necessários mais estudos no futuro que comparem as três técnicas estudadas, baseados numa maior unidade amostral que, deste modo, faculte o tratamento estatístico de dados paramétricos.

## B I B L I O G R A F I A

1. Ferreira MM, Sanches F, Rodrigues B, Gonçalves D, Dias JPM. Estudo comparativo da infiltração apical de canais radiculares obturados por duas técnicas diferentes. Rev Port Estomatol Cir Maxilofac. 2006;47:133-8.

2. Gençoğlu N, Garip Y, Bas M, Samani S. Comparison of different gutta-percha root filling techniques: Thermafil, Quick-fill, System B, and lateral condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93:333-6.
3. Gutmann J, Witherspoon D. Obturação do Sistema de Canais radiculares limpo e modelado. Em: Cohen S, Burns R, editores. *Caminhos da Polpa – sétima edição.* Guanabara Koogan. Rio de Janeiro; 2000. p. 243-340.
4. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod.* 2007;33:106-9.
5. Teles A, Paulo M, Capelas J, Melo P, Cunha L. Estudo comparativo da capacidade de selamento de três técnicas de obturação de canais radiculares. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac.* 2005;46:203-10.
6. Goldberg F, Artaza L, De Silvio A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *J Endod.* 2001;27:362-4.
7. Royzenblat A, Goodell G. Comparison of removal times of Thermafil plastic obturators using profile rotary instruments at different rotational speeds in moderately curved canals. *J Endod.* 2007;33:256-8.
8. Carvalho E, Andrade Júnior J, Malvar M, Albergaria S. Avaliação do selamento apical em dentes obturados pela técnica da condensação lateral híbrida, de Tagger e Thermafil. *R Ci Med Biol Setembro/Dezembro de.* 2006;5:239-44.
9. Clinton K, Himel V. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endod.* 2001; 27:692-5.
10. Weller R, Kimbrough F, Anderson R. A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation to the canal walls. *J Endod* Novembro. 1997;23:703-6.
11. Özer S, Aktener O. Outcome of root canal treatment using Soft-core™ and cold lateral compaction filling techniques: a randomized clinical trial. *J Contemp Dental Practice.* 2009; 10:1-7.
12. Gutmann J, Saunders W, Saunders E, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique part 1: radiographic evaluation of adaptation and placement. *Int Endod J.* 1993;26:173-8.
13. Schäfer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both Thermafil obturators and cold laterally compacted gutta-percha. *J Endodon.* 2002; 28:638-42.
14. Gound T, Sather J, Kong T, Makkawy H, Marx D. Graduating dental student's ability to produce quality root canal fillings using single- or multiple-cone obturation techniques. *J Dental Education* June. 2009; 73:696-705.
15. Huang YH, Roan RT, Chen JH, Chuang FH, Lu PC, Hsu PJ. A comparison of sealing ability between two obturation techniques with different canal tapers. *Taiwan J Oral Med Sci.* 2008;24:239-48.
16. Cavatoni M, Britto M, Rapoport A. Avaliação *in vitro* da qualidade das obturações termoplastificadas: Thermafil e Obtura II, quanto ao extravasamento do material obturador. *Electronic Journal of Endodontics Rosario [online].* Abr. 2009;1:204-14. Disponível em: [www.endojournal.com.ar](http://www.endojournal.com.ar).
17. Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic topics.* 2005;12:2-24.
18. Beatty RG, Vertucci FJ, Hojjatie B. Thermomechanical compaction of gutta-percha: effect of speed and duration. *Int Endod J.* 1988;21:367-75.
19. Gilhooly R, Hayes S, Bryant S, Dummer P. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm  $\alpha$ -phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91:89-94.
20. Saunders EM. The effect of variation in thermomechanical compaction techniques upon the quality of the apical seal. *Int Endod J.* 1989; 22:163-8.
21. Tagger M, Tamse A, Katz A, Korzen BH. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J Endod.* 1984;10:299-303.
22. Cantatore G. Root canal obturation and root integrity. *Endodontic practice* February. 2006;9:9-20.
23. Johnson WB. A new gutta-percha technique. *J Endod.* 1978;4: 184-8.
24. Baumgartner KR, Taylor J, Walton R. Canal adaptation and coronal leakage: lateral condensation compared to Thermafil. *J Am Dent Assoc.* 1995;126:351-6.
25. Kim I, Paik KS, Lee SP. Quantitative evaluation of the accuracy of micro-computed tomography in tooth measurement. *Clin Anat.* 2007;20:27-34.
26. Rodrigues F, Jianying L, Silikas N, Ballester R, Watts D. Sequential software processing of micro-XCT dental-images for 3D-FE analysis. *Dent Mater.* 2009;25:e47-e55.
27. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-ct. *Int Endod J.* 2005;38:617-26.
28. Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod.* 1995;21:561-8.
29. Ritman EL. Micro-computed tomography – current status and developments. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2004;6:185-208.
30. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int J Dent.* 2009. p. 1-20.
31. Fan B, Cheung GSP, Fan M, Gutmann JL, Fan W. C-Shaped canal system in mandibular second molars: part II – radiographic features. *J Endod.* 2004; 30:904-8.
32. Ordinola-Zapata R, Bramante C, Bernardineli N, Graeff M, Garcia R, de Moraes IG, Debelian G. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and Realseal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:961-8.
33. Ribeiro M, Queiroz A, Silva P, Yoshinari G, Guerisoli D, Pereira K. Estudo comparativo da área apical preenchida pela guta-percha nas técnicas de obturação TC, Thermafil e Condensação Lateral. *Rev Odontol UNESP.* 2009;38:65-71.
34. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Buruk K, Celik D, Cora S, Tahan E, Tuncel B, Serper A. Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:e129-34.
35. Williamson AE, Sandor AJ, Justman BC. A comparison of three nickel titanium rotary system, endosequence, protaper universal, and profile GT, for canal-cleaning ability. *J Endod.* 2009;35:107-9.
36. Ruddle C. The protaper technique. *Endodontic topics.* 2005;10: 187-90.
37. Yilmaz Z., Tuncel B, Ozdemir O, Serper A. Microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:124-8.
38. Gençoğlu N, Yildirim T, Garip Y, Karagenc B, Yilmaz H. Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *Int Endod J* January. 2008;41:836-42.

- 
39. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007;33:1121-32.
  40. De-Deus G, Gurgel-Filho E, Magalhães K, Coutinho-Filho T. A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *Int Endod J.* 2006;39:378-83.
  41. De-Deus G, Maniglia-Ferreira C, Gurgel-Filho E, Paciornik S, Machado A, Coutinho-Filho T. Comparison of the percentage of gutta-percha-filled area obtained by Thermafil and System B. *Aust Endod J.* 2007;33:55-61.
  42. Vertucci FJ, Gainesville F. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1984;58:589-99.
  43. Abarca A, Bustos A, Navia M. A comparison of apical sealing and extrusion between Thermafil and lateral condensation techniques. *J Endod.* 2001; 27:670-2.