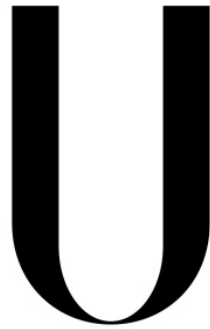


Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

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

Ana Paula Eduardo Tavares

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor António Ginjeira

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2017

Dedicatória

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais “Eduardo Aguiar Tavares e Rosalina Bonomar”. Considerem este trabalho como uma forma de agradecer, por tudo que fizeram e tem feito por mim. Obrigada pelo apoio, dedicação, pelo sacrifício que fizeram para me proporcionarem a formação que hoje possuo. São sem dúvidas uns exemplos, sempre me encorajando para que não desistisse e acreditasse que conseguiria. Aos meus irmãos, muita obrigada pelo apoio, amizade, cumplicidade, encorajamento, e aos que estiveram presente quando mais precisei. Ao meu companheiro, muito obrigada pela força, apoio, amor , e pela felicidade que me proporciona.

ÍNDICE

Agradecimento.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii

PARTE I

Introdução	1
1. Tratamento Endodôntico não cirúrgico.....	1
1.1. Abertura Coronária.....	1
1.2. Preparação quimio-mecânica.....	1
1.3. Obturação endodôntica.....	2
2. Materiais de obturação.....	2
2.1. Gutta-Percha.....	2
2.2. Cimento.....	4
3. Técnicas de Obturação.....	4
3.1. Técnica de Condensação Lateral.....	4
3.2. Técnica Híbrida de Tagger.....	5
3.3. Sistema Termafil.....	5
3.3.1 Forno Termafil.....	7
4. Análise Imagiológica tridimensional com Micro-TC (MTC) Insucesso do tratamento endodôntico.....	8
5. Insucesso do tratamento endodôntico.....	9

PARTE II.....10

6. Objetivos do trabalho de investigação.....	10
6.1 Objetivo Geral.....	10
6.2 Objetivos específicos.....	10

PARTE III.....11

7. Materiais e métodos.....	11
7.1 Preparação da amostra dos dentes.....	11
7.2 Obturação das raízes preparadas	12

7.3 Obtenção das imagens com Micro-TC Scan.....	14
7.4. Tratamento e análise das imagens.....	15
7.5 Análise Estatística	16
Parte IV.....	17
Resultados	17
9.Descrição da amostra.....	18
9.1 Volume do canal dos três grupos.....	18
9.2 Valores do volume da obturação endodôntica e dos espaços vazios no interior do canal.....	18
9.3 Avaliação do volume de espaços vazios remanescente nas três técnicas de obturação.....	19
9.4 Comparação da média e desvio padrão dos espaços vazios entre as três técnicas.....	20
9.5 Avaliação da frequência de extrusão apical de gutta percha.....	20
9.5.1 Frequência de extrusão apical de gutta percha na amostra estudada.....	20
9.5.2 Frequência (%) de extrusão apical de gutta percha entre as três técnicas de obturação em estudo.....	20
9.6 Representação Gráfica da frequência de extrusão apical entre as três técnicas.....	20
Parte V.....	23
Discussão	23
Parte VI.....	25
Conclusões	27
Bibliografia	iv
Anexos	x
Índice de figuras.....	xv
Índice de tabelas.....	xvi

Sigras e abreviaturas.....xvii

Agradecimentos

Cumpro agradecer a todos quantos contribuíram, directa ou indirectamente, para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Em primeiro lugar, ao meu orientador Professor Doutor António Ginjeira,

Por me orientar na elaboração desta monografia. Por toda a paciência, apoio, pelos ensinamentos ao longo destes anos académicos e pela oportunidade oferecida um obrigada especial por ser mais que um orientador, por ser uma referência, um líder.

A Doutora Sónia Tavares,

Pela ajuda neste trabalho, pelo tempo dispensado, pela dedicação, pela perfeição. Por ser amiga e “uma tábua de salvação” nos tempos de desespero ao longo desses todos anos. Muito obrigada por tudo.

As Doutoras Ana Rita Fonseca e Margarida Franco,

Pela ajuda neste trabalho, pelo tempo dispensado, pela dedicação, pela Pontualidade e perfeição.

CDRsp IP Leiria

Pela colaboração neste trabalho complexo, pela oportunidade única.

A minha dupla

A minha dupla Susana Coelho,

Fomos sem dúvidas uma dupla Maravilhosa. Obrigada pela amizade, o apoio e a presença em todos os momentos.

A Doutora Ivana Basso,

Pela disponibilidade dos seus dentes e ajuda.

As assistentes Cédalia Garcia, Víginia, Catarina e Cristina.

Pelo apoio e disponibilidade.

Resumo

Objetivo: Avaliar e comparar a eficácia de três técnicas de obturação endodôntica: Condensação Lateral Convencional, Híbrida de Tagger e Thermafil, em raízes mesio-vestibulares de primeiros molares superiores, através da análise dos espaços vazios remanescentes nos canais obturados e ausência ou presença de extrusão de material obturador.

Metodologia: Prepararam-se 18 raízes mesio-vestibular de molares superiores, tendo sido agrupados aleatoriamente em 3 grupos (n=6), cada grupo foi instrumentado por um tipo de limas diferente (instrumentação manual com limas K, instrumentação mecânica com o sistema ProTaper GoldTM e com o sistema recíprocante WaveOneGoldTM). Posteriormente cada grupo, foi obturado por uma técnica diferente (Grupo1: CLC; Grupo2: HT e Grupo3: Thermafil). As imagens foram captadas antes da preparação, após instrumentação e após a obturação. A avaliação do volume de espaços vazios remanescentes e os valores de extrusão, foi efectuada recorrendo às imagens de micro-tomografia computadorizada. Todos os dados foram analisados estatisticamente com recurso ao teste Kruskal-Wallis com um nível de significância de 0,05.

Resultados: Todas técnicas apresentaram espaços vazios, a média foi de $-7,61E+08$ mm³ para a técnica de CLC, $-1,11E+09$ mm³ para a técnica HT e $-8,69E+09$ mm³ para o sistema Thermafil. A técnica CLC foi a que apresentou material de obturação além, ao nível e aquém do ápex, enquanto que as técnicas HT e Thermafil tiveram material de obturação além e ao nível do ápex.

Conclusão: A técnica que apresentou melhores resultados na obturação canalar relativamente aos espaços vazios foi a técnica Thermafil e a pior a Condensação lateral convencional, no entanto estatisticamente essa diferença não é significativa. A condensação lateral convencional foi a única onde ocorreu extrusão, por estes motivos pode-se concluir que a técnica Thermafil é a melhor.

Palavras-chave: Técnicas de obturação, técnica de condensação lateral, técnica híbrida de tagger, Thermafil, micro-tomografia computadorizada.

Abstract

Objective: The aim of this in vitro study was to evaluate and compare the quality of root canal filling of three different techniques: Lateral Condensation, Hybrid Tagger and Thermafil, in mesiobuccal roots of the upper first molars, through the analysis of voids areas and the absence or presence of extrusion filling material.

Methods: For this study an total amount of 18 mesiobuccal roots of first upper molars were used. They were randomized distributed in three groups (n=6), and after biomechanical preparation with different types of files (manual with K-technique step-back files, mechanical preparation with ProTaperGold™ system and with reciprocating system WaveOneGold™), teeth were filled using one of the three above-mentioned techniques. The images were captured before preparation, after preparation and after filling by microcomputed tomography imaging. The evaluation of volume of root filling voids and extrusion values were performed using computerized micro-tomography images. Statistical analysis were set at a significance level of 0,05 using Kruskal-Wallis test.

Results: All techniques showed filling voids, the mean was $-7.61E + 08 \text{ mm}^3$ for conventional lateral condensation, $-1.11E + 09 \text{ mm}^3$ for Hybrid Tagger technique and $-8.69E + 09 \text{ mm}^3$ for Thermafil. Conventional lateral condensation was the only one responsible for extrusion of filling material.

Conclusion: In this study the technique that showed the best results of root canal filling was Thermafil and the worst filling was the conventional lateral condensation technique, however this difference was not statistically significant. Conventional lateral condensation was the only one that showed extrusion. Based on these results we can conclude that Thermafil was the best technique.

Key-words: Shutter techniques, lateral condensation technique, hybrid tagger technique, Thermafil, computerized micro-tomography.

Introdução

1. Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico

A primeira endodôntia relatada, foi no período Helénico. Onde se foi feito a obturação radicular de um incisivo lateral, com recurso a um arame de bronze, que apenas bloqueava a entrada do canal radicular. (Ingle John *et al.* 2002).

Pierre Fauchard em 1746, executou a primeira remoção de polpa dentária. Considerado o pai da Medicina Dentária moderna, na presença de abcesso propôs que este devia ser drenado através da introdução de uma sonda, possibilitando assim a extrusão do pus e alívio da dor (Ingle John *et al.* 2002). Os objectivos primários do tratamento endodôntico não-cirúrgico são o alívio da dor e manutenção da peça dentária em função, através da eliminação das lesões inflamatórias pulpares e periapicais, utilizando materiais bio compatíveis para o preenchimento dos canais radiculares, que não causem reacções tecidulares nem complicações sistémicas. (Gil *et al.* 2009; Koyess *et al.* 2006).

1.1 Abertura Coronária

Uma boa cavidade de acesso permite uma boa localização da entrada dos canais radiculares. Os objectivos da abertura coronária são:

- Fornecer acesso directo tanto coronalmente e ao sistema de canais radiculares;
- Permite a localização do sistema de canais;
- Facilitar a entrada dos instrumentos durante a instrumentação e obturação dos sistemas de canais;
- Fornecer uma cavidade com quatro paredes para as restaurações;
- Remover completamente todo o tecto da câmara pulpar;
- Eliminar todo o conteúdo que se encontra na câmara pulpar;
- Não afectar o pavimento da câmara pulpar, evitando perfurações.

(Clifford 2007; Castellucci)

1.2 Preparação quimio-mecânica

A preparação biomecânica é uma das fases mais importantes do tratamento endodôntico, consiste na instrumentação e irrigação, proporcionando limpeza e conformação do canal radicular, permitindo uma obturação correcta. A completa

desinfecção do sistema de canais radiculares é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico. (EAA 2016).

A irrigação tem um papel fundamental no tratamento endodôntico durante e após a instrumentação, e tem como vantagens facilitar a remoção de microorganismos, tecidos remanescentes do sistema de canais radiculares e também prevenir a extrusão do conteúdo do canal radicular para tecidos apicais, evitando que haja uma infecção. Algumas soluções irrigadoras dissolvem tecidos orgânicos ou tecido inorgânico no canal. (Haapasalo *et al.* 2009, EAA 2011).

A preparação do canal tem certos princípios que devem ser cumpridos (deve ser consoante o canal radicular, o foramen e o ápice apical devem ser mantidos, a secção transversal deve diminuir corono-apical), onde o objectivo é criar uma modelagem contínua e afunilada facilitando uma obturação bem adaptada com ausência de espaços vazios, assim como a penetração dos irrigantes nas zonas de difícil acesso nos sistemas de canais radiculares. (Darcey *et al.* 2015).

1.3 Obturação endodôntica

Obturação é uma etapa do tratamento endodôntico que têm como objectivo preencher tridimensionalmente todo o sistema de canais radiculares o mais próximo que possível da junção cimento-dentinária sem que haja subobturação ou sobreobturação. (Martins *et al.* 2011; EAA 2009).

2. Materiais de obturação

2.1 Gutta-Percha

Bowman em 1867 introduziu a Gutta-Percha (GP) como material obturador de eleição de canais radiculares (Mayid *et al.* 2009). Apesar de precisar do cimento para melhorar as suas capacidades de selagem. (Abdulrazzaq *et al.* 2017). A GP é o material de obturação mais utilizada em todo o mundo, quimicamente é considerado um poliisopreno (polímero cristalino). Na sua formulação clínica, a GP compreende aproximadamente 20% do seu volume total, e a restante é constituída por óxido de zinco e propriedades aditivas. As GP têm um baixo grau de toxicidade, em comparação com outros componentes que são utilizados na obturação. (EAA 2014).

A GP é um polímero isopreno natural extraído da seiva das árvores da família *Pallaquium*, que crescem principalmente na Ásia. GP natural é muito semelhante à borracha natural, ambos são polímeros complexos caracterizados por longas cadeias de carbono. A GP existe como uma configuração '1-4 trans', enquanto a natureza borrachoide existe como uma configuração isomérica "1-4 cis" (Cantatore 2006). Em 1942, Bunn descobriu que a GP é um polímero que pode ser encontrado em duas formas cristalinas distintas: alfa e beta (Sant`Anna *et al.* 2009). A fase alfa a sua temperatura de fusão é de 65°C, esta fase é mais frágil à temperatura ambiente e quando aquecida fica pegajosa, aderente e altamente fluida. Por outro lado fase beta sua temperatura de fusão é de 56°C, é mais estável e flexível à temperatura ambiente, quando é aquecida é menos adesiva e fluida em relação à fase alfa. A desvantagem da fase alfa é que sofre contração ao endurecer (EAA 2009). GP quando aquecida sofre transições, passando da fase beta para alfa em torno de 115 ° F (46 ° C). A uma temperatura compreendida entre 130 ° a 140 ° F (54 ° a 60 ° C) a GP expande atingindo uma fase amorfa. Quando arrefecido o material vai contraindo lentamente onde irá recrystalizar para a fase alfa. Quanto a composição dos cones de GP é maioritariamente constituído por óxido de zinco (50-79%), de seguida apenas 19-22% de guta-percha real, e os restantes componentes são sais de metais pesados (1-17%), cêra ou resina (1-4%). As suas variações das composições dos cones de GP são devido a diferentes fabricantes. (EAA 2009). Para facilitar a obturação, o fabricante disponibiliza cones de GP com formas e tamanhos diferentes e padronizados, que correspondem à área atingida na instrumentação do canal. (Piatii *et al.* 2013). Existem dois tipos de cones de GP: os cones Principais e cones Secundários ou Acessórios. Os cones Principais apresentam uma ponta calibrada de acordo com a série ISO dos instrumentos endodônticos, enquanto os cones secundários o seu calibre é variado. (Mayidi *et al.* 2009).

2.2 Cimento

O cimento endodôntico (CE) é utilizado com o objectivo de eliminar as lacunas, espaços vazios existente entre os cones de GP e as paredes do canal radicular, tornando a obturação mais homogênea e diminuindo o risco de infiltração (Casaroto *et al.* 2009). O cimento endodôntico tem como principal função tornar o sistema de canais radiculares impermeáveis, e mantêr a massa obturadora coesa para facilitar a adaptação da mesma à superfície dentinária (Setya G *et al.* 2014). Existe cimentos à base de óxido de zinco-eugenol, resinas epoxi, hidróxido de cálcio, entre outros (Mario Filho *et al.*

2007). Grossan afirmou que um cimento endodôntico ideal deve ter uma boa capacidade de adesão às paredes dos canais radiculares, deve ser radiopaco, não sofrer contracção ao tomar presa, o tempo de presa deve ser razoável, ser insolúvel por fluidos teciduais, ser biocompatível, ser solúvel em solventes comuns caso seja necessário a sua remoção e promover uma selagem hermética. (Cohen et al., 2007).

3. Técnicas de Obturação

3.1.A técnica de condensação lateral

A condensação lateral é uma das técnicas mais utilizadas na Medicina Dentária onde foi idealizada por Callahans em 1914, é fácil exercer, apresenta muitos sucessos e é uma técnica pouco dispendiosa. Foi empregado quando os cones de GP foram desenvolvidos (Martins *et al.* 2011).

Nessa técnica, após a preparação do canal radicular é seleccionado um cone que será designado de cone principal (CP), esta CP terá um diâmetro igual a lima de maior diâmetro utilizada na extensão do comprimento endodôntico previamente determinado. Após a colocação do cone principal, os condensadores laterais escolhidos devem estar dentro do canal radicular 1 a 2 mm do comprimento endodôntico determinado, na zona mais próxima que possível do ápice, sendo posteriormente o cone principal compactado lateralmente contra as paredes do canal, após criar se o espaço o compactador é removido girando-o de um lado para o outro, no espaço vazio deixado pelo condensador lateral coloca se o primeiro cone acessório e é compactado contra as paredes do canal radicular (Caicedo *et al.* 2008).Este procedimento será repetido até que não seja mais possível colocar condensador 2-3mm dentro do Canal (Whitworth 2005).

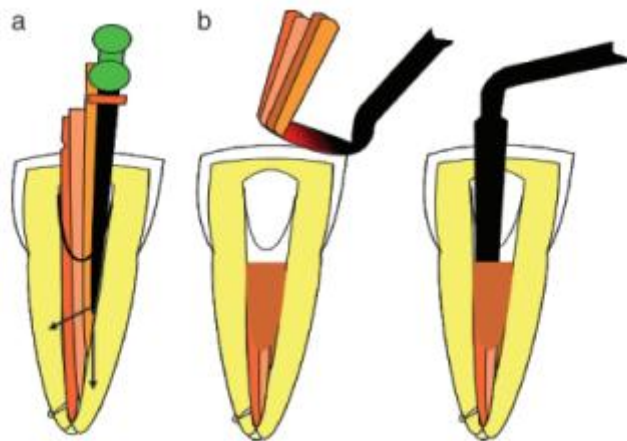


Figura1. Representação esquematizada da técnica da condensação Lateral (Whitworth 2005).

3.2. A técnica Híbrida de Tagger

Em 1979, McSpadden divulgou sua técnica que consistia na termocompactação mecânica da guta-percha no interior do canal radicular por um instrumento especialmente desenhado por ele - o compactador de McSpadden, tinha o desenho semelhante ao de urna lima Hedstroen com a parte activa invertida, adaptado a qualquer contra -ângulo. Para a obturação, utilizava apenas o cone principal. Apresentava algumas desvantagens, tais como: remoção do cone, sobreobturação, dificuldade de uso em canais curvos e/ou atrésicos, além de outras complicações observados durante a execução da técnica. (Moraes *et al.* 2009).

Tagger em 1984 propôs uma técnica híbrida de obturação com o objectivo de melhorar essa técnica e facilitar à sua prática, mantendo a condensação lateral convencional no terço apical e aplicado compactação termomecânica de McSpadden nos terços cervical e médio. Assim a condensação lateral no terço apical irá impedir que ocorra extravasamento da obturação. Em canais curvos e atrésicos em apical pode ser condensada lateralmente, permitindo a utilização do instrumento rotatório na parte reta do canal, facilitando a sua execução (Martins *etal.* 2011).

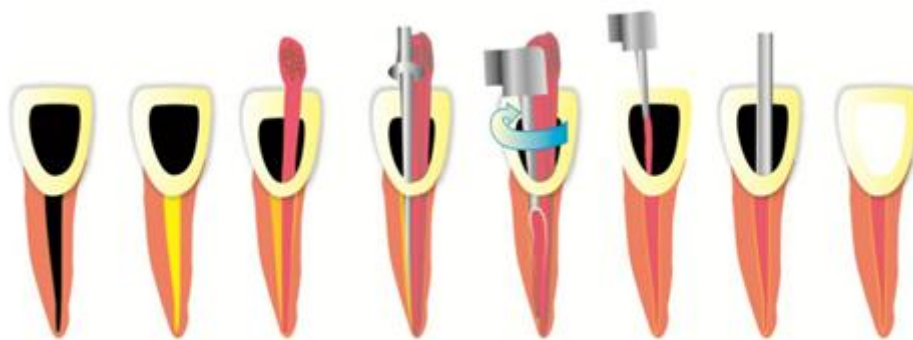


Figura 2: Representação esquematizada da técnica de McSpadden modificada (Caiado e tal. 2008).

3.3. Sistema Thermafil®

A técnica de obturação Thermafil foi desenvolvida pelo Dr. WB Johnson em 1978. A GP pré-aquecida é introduzida e condensada dentro do canal radicular. A principal

característica do sistema Thermafil é portanto, a presença de um transportador dentro do corpo do material de obturação (GP) e esta técnica permite obturar simultaneamente o terço coronal, médio e apical (Cantatore 2006). Consiste em um núcleo ou transportador de plástico parecido a uma lima endodôntica, revestido com GP. (Chu *et al.* 2005). Também apresentou um sistema de obturação composto por limas de aço inoxidável revestidas por GP, onde mais tarde substitui as limas por uma estrutura de titânio e mais recentemente de plástico, o transportador era revestido por GP na fase alfa e iniciando a sua comercialização com a designação de “Thermafil®” (Mayid *et al.* 2009).

Actualmente, os transportadores podem ser em aço inoxidável, em titânio ou plástico. Indicadas para as seguintes situações clínicas: raízes finas, canais mesiais de molares inferiores, canais vestibulares de molares superiores, obstruções intracanales, canais longos, muito curvos ou calcificados, pré-molares com mais de um canal (Martins *et al.* 2011). Esta técnica é de simples execução, rápida e eficiente na obturação canalar (Qureshi *et al.* 2012. Os obturadores Thermafil são compostos por duas porções, o transportador e a GP. Compreende um transportador de plástico flexível coberto por uma camada de GP aproximadamente 16mm do seu comprimento, onde a GP se estende aproximadamente 1mm da ponta do transportador. Obturadores Thermafil apresentam diferentes cores no cabo para diferenciar o seu diâmetro em apical, segundo a classificação ISO correspondendo ao tamanho 20 ao tamanho 140 (Cantatore 2006).

Os obturadores Thermafil estão disponíveis em três tipos diferentes: Os obturadores Thermafil GT que correspondem exactamente às limas rotatórias GT, Os obturadores Thermafil Clássicos (Castellucci2005) e os obturadores Protaper Universal (Dentsply, Tursa Dental Specialties Obturators, 2017).

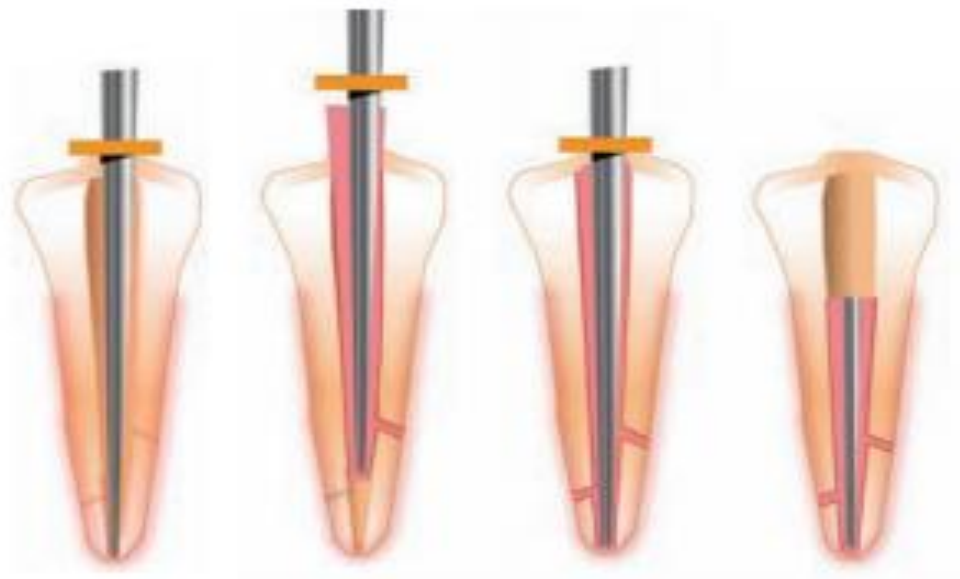


Figura3: Representação esquematizada da técnica Thermanfil (Whitworth2005).

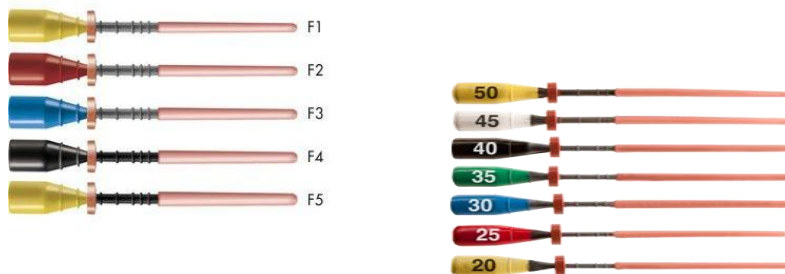


Figura4: Exemplos de obturadores Thermanfil Clássicos e Protaper.(Dentsply.Tursa Dental SpecialtiesObturators, 2017).

3.3.1 Forno Thermanfil ® Plus

O forno Thermanfil ® Plus é uma fonte de calor que têm como função aquecer os obturadores para tornar a GP plástica. Possui dois suportes o que permite colocar dois obturadores em simultâneo com períodos de aquecimento diferentes, consoante o tamanho do transportador seleccionado (Capelas 2003).



Figura 5 :: obturador Thermafil adaptado do manual do fabricante Da Dentsply. Tursa Dental Specialties Obturators 2017.

4. Análise Imagiológica tridimensional com tomografia computadorizada (Micro-CT)

A tomografia computadorizada (micro-CT) foi desenvolvida pela primeira vez no início dos anos 80 para estudos *invitro* de estruturas ósseas. (Erik L. Ritman 2011). A unidade da Micro-CT na década 90 produziam uma resolução de $127\mu\text{m}$, onde por um lado originada um voxel cúbico de $127\mu\text{m}$. (Nielsen *et al.* 1995). A resolução espacial hoje em dia é muito melhor. (EAA 2009).

O equipamento MTC é composto por vários componentes principais: tubo de raios - x, filtro de radiação, colimador, suporte do espécimetro, e câmara do dispositivo (detector). A reconstrução de uma imagem 3D é realizada através da rotação da amostra (para sistemas desktop) onde o emissor e detector vão gerar uma série de projecções 2D que serão transformadas em 3D através de um processo digital de retroprojecção. (JoeL *et al.* 2014). Centenas de radiografias com imagens do objecto em estudo são captadas, durante o tempo de exposição determinado, num arco de pelo menos 180° (William *et al.* 2009). A aplicação da Micro-TC em endodôntia foi relatada por Tachibana e Matsumoto em 1990. (Mao *et al.* 2014). Esta tecnologia deve ser utilizada como um meio complementar às imagens bi-dimensionais e não como uma substituição (ScarfeWilliam *et al.* 2009). A MTC apresenta muitas vantagens: permite uma reconstrução 3D dos sistemas de canais radiculares, ajudando o clínico a ver características morfológicas bem como diferentes patologias na perspectiva 3D. (Mao *et al.* 2014).

Micro-CT é um método não invasivo que permite estudar com precisão a morfologia do canal radicular, avaliando as imagens qualitativamente e quantitativamente. (Swain *et al.* 2009).

Os tecidos dentários, ossos e materiais de preenchimento dos canais radiculares apresentam diferentes radiopacidades, e Micro-CT consegue obter esses dados o que proporciona vantagens significativas (Swain *et al.* 2009).

A MTC apresenta certas limitações, para conseguir obter uma imagem fiável depende de inúmeros factores tais como: o tempo de exposição, aumento ou diminuição não regulado da intensidade do feixe (Rodrigues *et al.* 2009).

5. Insucesso do tratamento endodôntico

O sucesso do tratamento endodôntico, está dependente da combinação da desinfecção do canal radicular, através de meios químico-mecânicos, do selamento hermético da obturação apical, do selamento intracoronário e restauração definitiva a nível coronário com materiais que irão prevenir a reinfecção. As falhas no tratamento endodôntico são atribuídas 60% à incompleta obturação do sistema de canais radiculares. (Abarca *etal.* 2001).

Para outros autores, todavia a causa mais frequente dos consequentes fracassos que surgem após a obturação têm a sua origem na inapropriada preparação dos sistemas de canais radiculares (Teles *et al.* 2002). A presença de lesão periapical indica falhas no tratamento endodôntico permitindo a contaminação da região apical, seja por dificuldades do profissional em manter um adequado preparo e obturação do canal, seja pela infiltração na região coronária por demora na realização da respectiva restauração, ou ainda contaminação do remanescente da obturação endodôntica após o alívio do canal na colocação da contenção intra-radicular. (Nair *et al.* 1990 e Linet *et al.* 1992).

Parte II

6. Objectivos do trabalho de investigação

6.1 Objectivo Geral

O presente estudo tem como objectivo fazer uma comparação na qualidade do preenchimento tridimensional do sistema de canais radiculares pelas três técnicas de obturação: técnica de condensação lateral convencional, técnica híbrida de Tagger e a técnica termoplástica com transportador – Thermafil.

6.2 Objectivos específicos

- Avaliar a presença de espaços vazios na obturação pelas três técnicas.
- Comparar a detecção dos espaços vazios entre as três técnicas.
- Avaliar o nível de extrusão nas três técnicas.
- Comparar o nível de extrusão entre as três técnicas.

A avaliação da eficácia de cada técnica foi efectuada com base nos dois seguintes parâmetros, com recurso à análise imagiológicaMTC:

6.3 O volume de espaços vazios remanescentes no interior do sistema de canais radiculares:

HO: O volume de espaços vazios não é influenciado pela técnica de obturação.

H1: O volume de espaços vazios é influenciado pela técnica de obturação.

6.4 Existência ou não, de extrusão de material de obturação através do ápice radicular:

HO: A extrusão não é influenciada pela técnica de obturação.

H1: A extrusão é influenciada pela técnica de obturação.

PARTE III

7. Materiais e métodos

7.1 Preparação da amostra dos dentes

Para o presente estudo foram seleccionados trinta e três (33) dentes naturais, com um código a começar com Δ01 e Δ33, primeiros molares superiores. As razões das extracções foram indicações protéticas ou periodontais. A amostra foi imersa em solução de 0,5% de cloramina até ao início do estudo, foram posteriormente realizadas radiografias para excluir dentes que apresentavam: ápex aberto, impossibilidade de permeabilização, raízes com angulações de 90°, presença dos nódulos no canal, canais calcificados, lesões de cárie radiculares, restaurações na zona de raiz, tratamento endodôntico prévio, fracturas radiculares. Tendo-se obtido uma amostra total de 18 raízes mesiais dos primeiros molares superiores, após essa verificação, efectuou-se desbridamento para remoção dos tecidos duros e moles. De seguida os dentes foram seccionados para, primeiro separar a coroa das raízes e, posteriormente ser efectuada individualização da raiz mesial. As 18 raízes mesiais dos primeiros molares superiores, foram aleatoriamente colocados em micro tubos de Eppendorf ® com 1ml de soro fisiológico. Foram constituídos 3 grupos de 6 raízes, cada grupo foi instrumentado por um tipo de limas diferente:

Grupo 1 – preparação com limas manuais Kerr (K). Com estabelecimento da permeabilidade com a lima #10, técnica de step-back para lima #30 até lima #40, lima apical principal foi #25 com 7% de comicidade.

Grupo 2 – preparação mecânica com sistema reciproco WaveOne Gold™. O canal foi instrumentado com a lima única reciprocante primary 07.25, com recurso a um motor com as definições da velocidade e torque pré-definidos pelo programa “Waveone All”.

Grupo 3 – preparação mecânica com sistema ProTaper Gold™. As limas rotatórias ProTaper Gold™ foram usadas a uma velocidade constante entre 150rpm e 350rpm. As limas (S1, S2 e SX) foram aplicadas com o movimento de limagem e as limas de acabamento (F1-F2) com um movimento de vai-e-vém até atingir o comprimento de trabalho. Em apical a preparação final foi feita com a lima F2.

Durante a preparação, em todos os grupos foi utilizada a lima K #10 para manter a permeabilidade dos canais e irrigação a 2,5% de hipoclorito de sódio para desinfecção e

eliminação de detritos, numa seringa descartável de 5 ml e agulha de irrigação de calibre 26. O hipoclorito de sódio foi o irrigante usado, devido às suas propriedades antibacterianas e sua capacidade de dissolver os tecidos orgânicos (Plotino *et al.* 2016).

A preparação e instrumentação dos canais foram feitas pelo mesmo operador.



Figura 6: Raízes preparadas no micro tubo test Eppendorf®

7.2 Obturação das raízes preparadas

As raízes foram divididas de forma aleatória em 3 grupos (Tabela 1)

- Grupo 1 -Δ1, Δ9, Δ10, Δ14, Δ23, Δ32
- Grupo 2 -Δ2, Δ7, Δ13, Δ19, Δ21, Δ22
- Grupo3 – -Δ3, Δ16, Δ20, Δ25, Δ27, Δ30

Grupo	Número atribuído a raiz	Técnica de instrumentação	Técnica de obturação utilizada	CE dos canais
1	Δ1	K	CLC	13mm
	Δ9	WOG	CLC	12mm
	Δ10	WOG	CLC	10mm
	Δ14	K	CLC	13mm
	Δ23	PT	CLC	12mm
	Δ32	PT	CLC	14mm
2	Δ2	WOG	HT	13mm
	Δ7	WOG	HT	13mm
	Δ13	K	HT	15mm
	Δ19	K	HT	14mm
	Δ21	K	HT	13mm
	Δ22	PT	HT	14mm

3	$\Delta 3$	WOG	Thermafil	14mm
	$\Delta 16$	K	Thermafil	12mm
	$\Delta 20$	WOG	Thermafil	12mm
	$\Delta 25$	PT	Thermafil	13mm
	$\Delta 27$	PT	Thermafil	12mm
	$\Delta 30$	PT	Thermafil	14mm

Tabela 1: Distribuição aleatória das raízes pelas 3 técnicas de obturação: CLC-condensação lateral convencional, HT- Híbrida de Tagger e Thermafil.

Grupo 1: Para este grupo a técnica de obturação utilizada foi utilizada foi a técnica (CLC). O tamanho do cone principal variou entre 25 e 30 de GP (DentsplyMaillefer), foi seleccionado o cone de acordo com o comprimento de trabalho previamente determinado. O cone principal, revestido de cimento AH26® (Dentsply, DeTrey, GmbH, Germany), foi inserido no canal radicular até ao ponto referência coronário previamente determinado, procedeu se à compactação lateral do cone principal usando espaçadores números 20 e 25 (Dentsply-maillefer,bellagues-suiça), entre o cone principal e as paredes do canal radicular a 1mm do comprimento do trabalho, criando espaço para introdução sucessiva de cones acessórios de GP, acessórios 15 e 20 (EndoEasyEfficient®). Foi finalizada a obturação, no momento em que o espaçador não avançava mais apicalmente, atingido apenas o terço coronário da raiz.

Grupo 2: Para este grupo a técnica de obturação utilizada foi utilizada foi a técnica (HT). O tamanho do cone principal variou entre 25 e 30 de GP (DentsplyMaillefer), foi seleccionado o cone de acordo com o comprimento de trabalho previamente determinado. O cone principal, revestido de cimento AH26® (Dentsply, DeTrey, GmbH, Germany), foi inserido no canal radicular até ao ponto referência coronário previamente determinado, procedeu se à compactação lateral do cone principal usando espaçadores números 20 e 25 (Dentsply-maillefer,bellagues-suiça), entre o cone principal e as paredes do canal radicular a 1mm do comprimento do trabalho, criando espaço para introdução sucessiva de cones acessórios de GP, acessórios 15 e 20 (EndoEasyEfficient®). Foi finalizada a obturação, no momento em que o espaçador não avançava mais apicalmente, atingido apenas o terço coronário da raiz.

Posteriormente foi efectuada a compactação termomecânica com um termocompactor McSpadden (Dentsply-maillefer) de tamanho adequado (n°40 com 25mm de comprimento) a uma velocidade de rotação descrita pela literatura (8000 rpm). O

termocompactador foi introduzido com cuidado no canal com o movimento de vai-e-vém com uma ligeira pressão e margem de segurança em relação à CE num período de 10 segundos.

Grupo 3: Para este grupo a técnica de obturação utilizada foi sistema Thermafil. Selecionou-se um cone Protaper obturador® (Dentsply-maillefer) tamanho F2 correspondente à última lima Protaper do comprimento de trabalho (raízes Δ25 e Δ30), e cones clássicos ISO #25 para as restantes raízes, até atingir comprimento de trabalho previamente determinado. Removeu-se a GP que estava em excesso na porção mais coronal do cone, e 1mm em apical. O cimento AH26® (Dentsply, DeTrey, GmbH, Germany) foi introduzido dentro do canal com cone de papel, com o objectivo de remover ao mesmo tempo excesso do cimento, posteriormente o cone Protaper obturador® F2 e ISO #25 foram aquecidos num forno de ThermaprepPlus® (Dentsply-maillefer, bellagues-suiça) durante um tempo de aquecimento regulado de forma automática pelo aparelho, consoante as dimensões do cone. Após o som de finalização do aquecimento o cone foi retirado do forno e imediatamente introduzido no canal com o movimento apical suave e contínuo até que se atingisse o comprimento de trabalho previamente determinado. Foi cortada a haste plástica do cone com uma broca esférica (Komet Dental®) de turbina em alta rotação, até o nível da entrada do canal radicular.

Antes de obturação os canais foram desinfectados com 2,5% de hipoclorito de sódio e secos com cones de papel (EndoEasyEfficient®).

O excesso de GP formado pela etapa de ramalhete, nos grupos 1 e 2 foram cortados com um calcador manual (Dentsply-maillefer, bellagues-suiça) previamente aquecido, depois com o mesmo, fez-se uma condensação vertical da GP. Para todos os grupos, a preparação do cimento AH26 (Dentsply, DeTrey, GmbH, Germany) foi realizada segundo instruções do fabricante na proporção de pó e líquido 2:1, à temperatura ambiente.

A obturação dos canais foi feita por um operador, diferente da preparação e instrumentação dos canais.

7.3 Obtenção das imagens com Micro-TC Scan

Todas as imagens deste estudo foram obtidas no "Centro de desenvolvimento de produtos rápidos e sustentáveis "Instituto Politécnico de Leiria ", por um micro-CT

SKYSCAN modelo 1174 v.2 versão de software 1.1 (SkyScan, Kontich, Bélgica). Este scanner usa um raio X com uma fonte de tensão ajustável de acordo as diferentes densidades do objeto e usa um conjunto de filtros. A câmera de raio-x de 1,3 megapixel permite escanear a amostra inteira em alguns minutos. Permite ampliação variável (tamanho de pixel de 6-30 μm) que pode ser combinada com diferentes objectos e facilitar a posição que será digitalizado. O scanner pode ser executado a partir de qualquer computador desktop ou portátil, exigindo apenas uma porta USB (ou serial) e uma entrada FireWire (IEEE1394). A gama completa do software SkyScan é fornecida, incluindo a reconstrução volumétrica rápida. O presente software serve para análise quantitativa 2D / 3D e para análise de visualização realista em 3D (Brukermicro-CT, 2015).

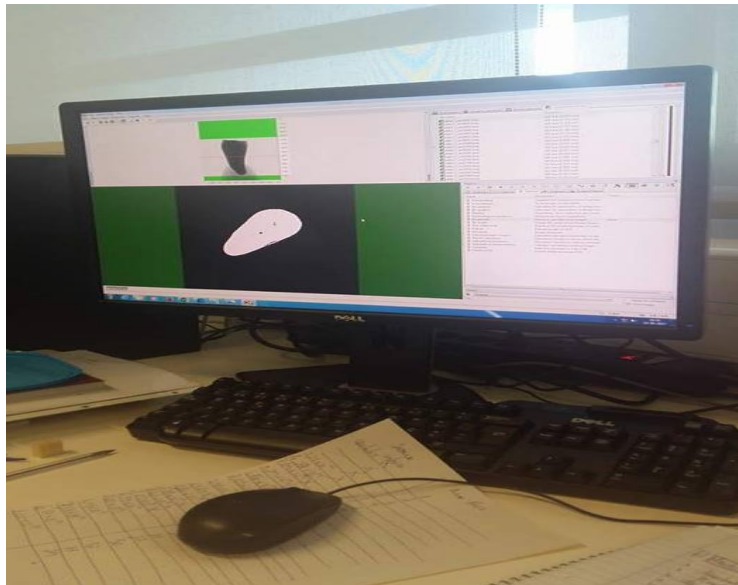


Figura 7: computador com programa Nrecon, versão 1.6.8.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica).

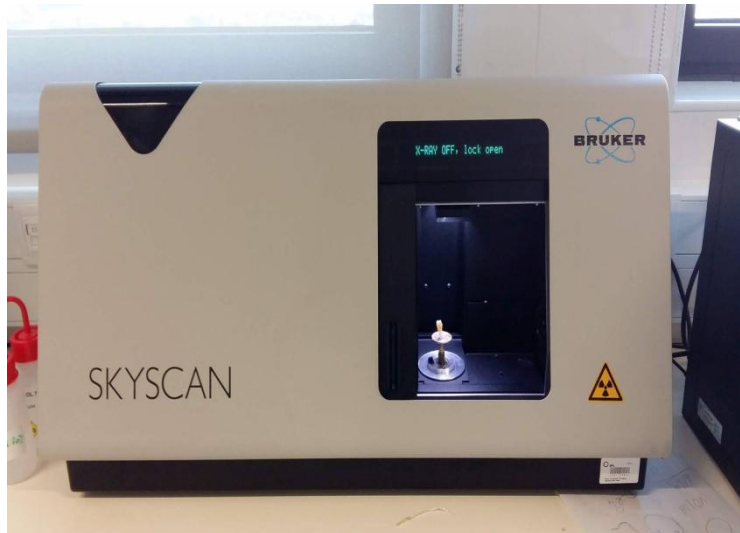


Figura 8: Micro-CT SKYSCAN modelo 1174 v.2; Versão de software 1.1 (SkyScan, Kontich, Bélgica).



Figura 9: Raiz fixada com cera ortodôntica, no Micro-CT SKYSCAN modelo 1174 v.2; Versão de software 1.1 (SkyScan, Kontich, Bélgica).

7.4. Tratamento e análise das imagens

O Micro-CT foi configurado com os parâmetros apropriados para a varredura de cada raiz, antes e depois da obturação, cada tamanho de pixel da imagem é de 22,70 μm ; rotação da imagem é 0,2000; Fonte Tensão 50kV; fonte Corrente 800 μA ; Exposição 8500ms; Afiação 40%; velocidade de rotação 1.500° graus; Ângulo rotacional de 187,50°; Tempo médio de exposição foi 55 minutos. A reconstrução da imagem foi feita com o programa de reconstrução padrão NRecon, versão 1.6.8.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica). Cada imagem tinha 752 x 752 pixels; Alisamento 1 (escala 0-10); Correção de artefato do anel 2 (escala 0-20); Correção do feixe de endurecimento 9% (escala 0-100); Limite

de cinza inferior entre 58 e 70; E cinza superior limiar à 255. A técnica de digitalização e reconstrução de imagem 3-D era uma Profissional de ciência e da computação, sem conhecimento de endodôntia.

Para proceder a análise imagiológica de espaços vazios expressos em milímetros cúbicos (mm³) foram necessárias duas medições volumétricas distintas: (anexo I)

1. Dados morfométricos total do canal radicular após instrumentação;
2. Material obturador total no espaço correspondente ao canal radicular;

Após estas medições fez se a subtracção entre o volume total do canal radicular e o volume total do material obturador.

Com ajuda de escalas de cinzentos foi possível avaliar à frequência de extrusão do material obturador, onde permitiu analisar e visualizar mais adequadamente as imagens, e estabeleceu se a seguinte escala ordinal. (anexo II)

0. Material obturador aquém do foramen apical
 1. Material obturador ao nível do foramen apical
 2. Material obturador além do foramen apical

7.5 Análise Estatística

A análise descritiva foi realizada pela primeira vez para cada grupo de obturação. A variável dependente volume de espaços vazios foram calculadas as médias, desvio padrão, máximos, mínimos. Para variável dependente – extrusão – foi calculada a mediana, frequência e respectiva percentagem. A avaliação da 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 de amostras independentes que considerou o nível de significância ($p > 0,05$).

Parte IV

RESULTADOS

9. Descrição da amostra

9.1 Volume do canal dos três grupos

Volume do canal (mm ³)						
Amostra	Condensação Lateral		Híbrida de Tagger		Thermafil	
	n	mm ³	n	mm ³	n	mm ³
1	Δ1	6,99E+09	Δ2	2,96E+09	Δ3	5,82E+09
2	Δ9	7,69E+09	Δ7	4,28E+09	Δ16	5,91E+09
3	Δ10	3,29E+09	Δ13	4,86E+09	Δ20	2,86E+09
4	Δ14	2,03E+09	Δ19	2,52E+09	Δ25	6,33E+09
5	Δ23	2,85E+09	Δ21	2,78E+09	Δ30	7,13E+09
6	Δ30	7,13E+09	Δ22	8,62E+09	Δ27	2,50E+09

Tabela 2 – Volume do canal após instrumentação canalar.

9.2 Valores do volume da obturação endodôntica e dos espaços vazios no interior do canal

Técnica de Condensação Lateral			
Amostra (n=6)	Volume do canal(mm ³)	Obturação do canal(mm ³)	Espaços vazios(mm ³)
Δ1	6,99E+09	5,51E+09	1,48E+09
Δ9	7,69E+09	6,73E+09	9,57E+08
Δ10	3,29E+09	3,67E+09	-3,84E+08
Δ14	2,03E+09	3,87E+09	-1,84E+09
Δ23	2,85E+09	4,25E+09	-1,40E+09
Δ32	7,13E+09	1,05E+10	-3,38E+09

Tabela 3– volume da obturação e dos espaços vazios da técnica de Condensação Lateral.

Amostra (n=6)	Volume do canal(mm ³)	Obturação do canal(mm ³)	Espaços vazios(mm ³)
Δ2	2,96E+09	5,06E+09	-2,10E+09

$\Delta 7$	4,28E+09	5,71E+09	-1,43E+09
$\Delta 13$	4,86E+09	6,28E+09	-1,42E+09
$\Delta 19$	2,52E+09	2,98E+09	-4,56E+08
$\Delta 21$	2,78E+09	3,34E+09	-5,56E+08
$\Delta 22$	8,62E+09	9,32E+09	-7,01E+08

Tabela 4 – volume da obturação e dos espaços vazios da técnica Híbrida de Tagger.

Amostra (n=6)	Volume do canal(mm ³)	Obturação do canal(mm ³)	Espaços vazios(mm ³)
$\Delta 3$	5,82E+09	9,27E+09	-3,45E+09
$\Delta 16$	5,91E+09	4,51E+09	1,40E+09
$\Delta 20$	2,86E+09	5,73E+09	-2,87E+09
$\Delta 25$	6,33E+09	6,72E+09	-3,88E+08
$\Delta 30$	7,13E+09	2,74E+09	3,33E+08
$\Delta 27$	2,50E+09	6,80E+09	-2,41E+08

Tabela 5 – volume da obturação e dos espaços vazios da técnica Thermafil.

9.3 Avaliação do volume de espaços vazios remanescente nas três técnicas de obturação

Volume de espaços vazios	Técnicas de obturação	N	Média	Desvio Padrão	Valor máximo	Valor mínimo
	Condensação lateral	6	-7,61E+08	1,82E+09	1,48E+09	-3,38E+09
	Híbrida de Tagger	6	-1,11E+09	6,44E+08	-4,56E+08	-2,10E+09
	Thermafil	6	-8,69E+09	1,89E+09	1,40E+09	-3,45E+09

Tabela 6 -Análise descritiva do volume de espaços vazios remanescente por técnica de obturação.

9.4 Comparação da média e desvio padrão dos espaços vazios entre as três técnicas.

	Condensação Lateral	Híbrida de Tagger	Thermafil
Média	-7,61E+08	-1,11E+09	-8,69E+09
Desvio padrão	1,82E+09	6,44E+08	1,89E+09

Tabela 7 – valores médios de espaços vazios observados nas três técnicas de obturação: condensação lateral convencional, híbrida de Tagger e Thermafil.

9.5 Avaliação da frequência de extrusão apical de gutta percha

9.5.1 Frequência de extrusão apical de gutta percha na amostra estudada.

Escala	Frequência	Porcentagem (%)
0	7	39
1	10	55,5
2	1	5,5
Total	18	100

0 – Aquém do ápex
1 – Ao nível do apex
2 – Além do apex

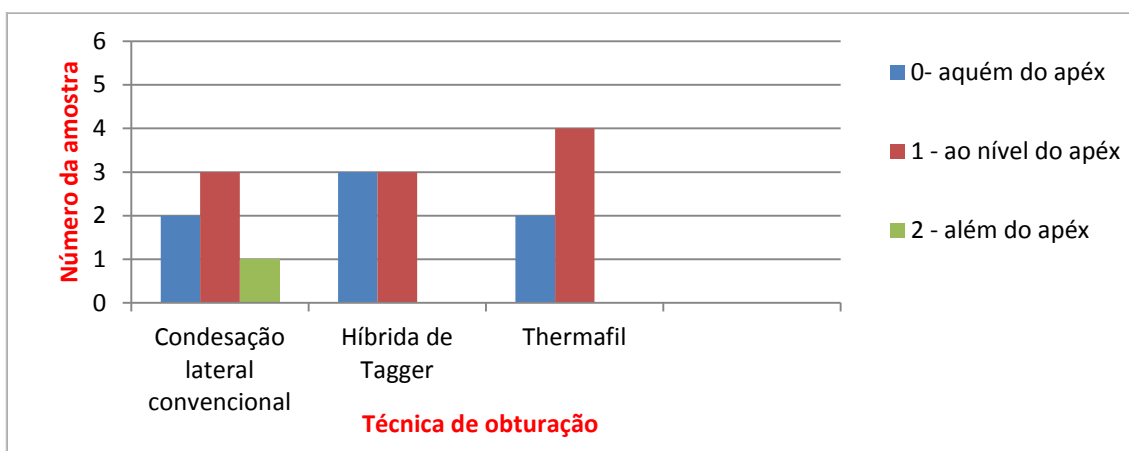
Tabela 8: Comparação da frequência de extrusão apical na amostra estudada

9.5.2 Frequência (%) de extrusão apical de gutta percha entre as três técnicas de obturação em estudo

Amostra	Técnica de obturação					
	Condensação Lateral		Híbrida Tagger		Thermafil	
	n	%	n	%	n	%
0	2	33,3	3	50	2	33,3
1	3	50	3	50	4	66,7
2	1	16,7	0	0	0	0
Total	6	100	6	100	6	100

Tabela 9: Comparação da frequência de extrusão apical entre as três técnicas.

9.6 Representação Gráfica da frequência de extrusão apical entre as três técnicas.



Os resultados obtidos para volume de espaços vazios remanescente nos canais radiculares estão descritos na tabela 6 e 7, sendo que na tabela 6 é possível observar os valores da média, desvio padrão, valor máximo e valor mínimo, e na tabela 7 a comparação da média e desvio padrão entre as três técnicas, sendo que a média foi de $7,61E+08$ mm³ para a técnica de CLC, $-1,11E+09$ mm³ para a técnica HT e $-8,69E+09$ mm³ para técnica Thermafil. O Desvio padrão para técnica CLC foi $1,82E+09$ mm³, $6,44E+08$ mm³ para técnica HT e $1,89E+09$ mm³ para técnica Thermafil.

Os resultados obtidos para a avaliação da extrusão apical estão descritos na tabela 8 e 9, sendo que a tabela 8 refere se aos valores para a totalidade da amostra e tabela 9 refere se aos valores de extrusão relativos a cada técnica particular da obturação. A tabela 8 registra um valor de 5,5% de material obturador além do foramen apical, sendo que a técnica de condensação lateral corresponde os 100%. 55,5% Das raízes apresentaram material de obturação ao nível do foramen apical, sendo a técnica de Condensação lateral e Híbrida de Tagger foram responsável por 30% cada uma e a técnica thermafil 40%. Finalmente, 39 % as raízes apresentaram material obturador aquém do foramen apical, sendo que as técnicas de condensação lateral e themafil foram responsável 28,6% cada uma, e 42,8% técnica híbrida de Tagger.

Para os grupos da Condensação Lateral convencional e Thermafil a mediana foi de 1, e para o grupo Híbrida de Tagger a mediana foi 0,5.

Não existe diferença estatística entre as variáveis dependentes para as técnicas utilizadas ($P > 0,05$).

Parte V

Discussão

Este trabalho experimental foi elaborado em dentes naturais numa tentativa de similar ao máximo as condições biológicas. No entanto, a variabilidade morfológica do sistema canalar no mesmo grupo de dentes tornam a padronização muito complexa (Hülsmann et al. 2008). E dada a complexidade anatômica dos canais, o uso de dentes extraídos pode comprometer de certa forma a padronização dos resultados (Williamson et al. 2005).

O objectivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a qualidade da obturação endodôntica do sistema de canais radiculares através de 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, recorrendo a Micro-CT para fazer medições. O estudo foi elaborado com a consciência de que os resultados obtidos *in vitro* poderão produzir parcialmente a condições clínicas *in vivo* (Nagy et al. 2008).

Nesta investigação, o volume de espaços vazios remanescentes após a obturação e a extrusão de material obturador, obtidos através da análise com MTC, são considerados parâmetros de qualidade para técnicas de obturação.

A radiografia intra-oral, por exemplo, produz imagens com estruturas sobreposta, e permite uma visualização a duas dimensões, o que constitui uma limitação na avaliação de uma obturação tridimensional. (Hammad et al. 2009, Robinson et al. 2002). Justifica-se assim, a escolha da Micro-CT para este estudo como técnica de avaliação que supera as limitações apontadas aos sistemas radiográficos convencionais. A Micro-CT é uma poderosa ferramenta de pesquisa e educação pré-clínica, em procedimentos fundamentais de tratamentos endodônticos, bem como para clínicos e pesquisadores que desejam estudar a anatomia dentária em maior detalhe (Plotino et al. 2006). Uma das vantagens deste método é que o dentista pode observar a anatomia interna dos dentes com diferentes ângulos o que pode facilitar a instrumentação e obturação. Além disso, com esta técnica é possível inclinar, girar a imagem e ampliar áreas de interesse (Grande et al. 2012). O potencial da Micro-CT, a aquisição de imagens é demorado (aproximadamente uma hora para cada digitalização dentária), o equipamento é caro e a reconstrução 3-D requer um alto grau de experiência em informática, tornando a técnica ainda não adequada para uso clínico.

Optou-se por utilizar a técnica de condensação lateral convencional dado que continua a ser a técnica mais ensinada nas faculdades de medicina dentária, assim como no pré-clínico e Clínica da FMDUL e constitui a técnica *gold-standard* (Buchanan, L. Stephen 2015), com a qual serão comparadas as outras técnicas.

A forma como foi estabelecido o comprimento endodôntico foi a mesma utilizada por Williamson no seu estudo, em que subtraiu 1mm ao comprimento total dos canais. (Williamson et al. 2009).

A utilização do cimento justifica-se pela necessidade de obter uma selagem hermética entre a parede dentinária e o material de obturação propriamente dito (Martins *et al.* 2011). De-Deus *et al.* 2006, Ribeiro *et al.* 2009 e Pereira *et al.* 2010, concluíram que a utilização do cimento é crucial para obter uma selagem adequada entre o material de núcleo e as paredes centenárias, uma vez que a gutta-percha apresenta baixos valores de adesão à dentina. O cimento é capaz de preencher as imperfeições e aumentar a adaptação da gutta-percha (De-Deus *et al.* 2006). O AH26[®] é um cimento com base em resina epóxi, sendo que estes cimentos têm um vasto historial de serem capazes de promover adesão (Yilmaz *e tal.* 2009). Os cimentos à base de resina epóxi são eficazes, apresentam biocompatibilidade aceitável, insolubilidade e estabilidade dimensional (Clinton *et al.* 2001). Kontakiotiset al. 1997 Compararam a capacidade de selagem apical de 5 cimentos em que o cimento de resina AH26[®] revelou uma menor infiltração quando utilizado numa camada espessa. Por todas estas razões optou-se por utilizar este cimento.

O material de obturação ideal não deve ser irritante, não tóxico, ser radiopaco, facilmente manipulável, ser insolúvel em fluídos de tecidos e ser capaz de adaptar-se às paredes dos canais. Gutta-percha é actualmente o material de obturação de escolha devido às suas propriedades biológicas e mecânicas (Clinton *et al.* 2001). A gutta-percha com a camada de cimento é a combinação mais utilizada para obturações de canais radiculares. (Gambarini *et al.* 2016).

Neste presente estudo através da Micro-CT, foi possível comparar a média do volume de espaços vazios remanescentes entre as três técnicas. A média foi de 7,61E+08 mm³ para a técnica de CLC, -1,11E+09 mm³ para a técnica HT e -8,69E+09 mm³ para técnica Thermafil. Na comparação das três técnicas, a média do volume de espaços vazios foi menor para a técnica Thermafil (-8,69E+09 mm³) e maior para a técnica CLC (-7,61E+08 mm³).

Relativamente à selagem apical, a percentagem (%) de extrusão ocorreu apenas na técnica de CLC. A técnica HT apresentou um valor de 42,8 % de material obturador que ficou aquém do foramen enquanto a técnica de CLC e Thermafil ficou apenas nos 28,6 % cada. Relativamente às raízes com material ao nível do foramen apical, a técnica de CLC e HT foram responsáveis por apenas 30% cada uma e a técnica thermafil 40%. Na comparação de percentagem de extrusão de material de obturação CLC foi a única onde se verificou (5,5% = 100%).

Após a instrumentação, na obtenção das imagens a câmara de raio-X em alguns ângulos não conseguiu escanear o canal devido a presença de ar, deste modo não conseguindo obter o volume mm³ total do canal, diferente na obtenção das imagens após a obturação, onde a câmara de raio-X conseguiu escanear na totalidade o material de obturação. Deste modo algumas raízes Δ apresentaram o volume total do canal mm³ menor que o

volume total mm^3 , explicando a razão de existir valores negativos e positivos para o volume mm^3 de espaços vazios em algumas raízes Δ .

De forma a poder verificar e comparar os nossos resultados com outros estudos foi possível encontrar na literatura estudos que continham as três técnicas avaliadas e outros estudos onde se estudava a qualidade de duas das três técnicas, Condensação Lateral Convencional e Thermafil.

Segundo o estudo de Martins SC *et al.* 2011, onde avaliaram e compararam a qualidade da obturação endodôntica tendo por base o volume de espaços vazios remanescentes e a extrusão apical, para as mesmas três técnicas abordadas no nosso estudo. Os resultados obtidos através da análise com Micro-CT, permitiram verificar que todas técnicas apresentaram espaços vazios remanescentes (CLC a média foi $0,523 \text{ mm}^3$, TH $0,818 \text{ mm}^3$, Thermafil $0,803 \text{ mm}^3$), relativamente à percentagem de extrusão de material obturador, ocorreu em todas as técnicas tendo sido superior na Thermafil (42,86%) e as restantes duas técnicas CLC e HT 28,5% cada. Verificou-se que a condensação lateral foi a que apresentou um selamento mais adequado, e Thermafil maior extrusão. Resultado que difere do nosso estudo, assim como, Gencoglu *et al.* 2008, onde observou a quantidade de gutta-percha e espaços vazios em seis técnicas, a Thermafil apresentou mais espaços vazios e menor área preenchida por materiais de obturação em comparação com técnicas de compactação lateral e HT.

Carvalho *et al.* 2006 também obtiveram resultados diferentes do nosso. Ao avaliar a selagem apical através do grau de infiltração, os resultados encontrados foram favoráveis a técnica de CLC em relação as técnicas Thermafil e HT, e HT foi a que registou os maiores valores de infiltração para além de que foi a única a mostrar extravazamento de material obturador.

Wong *et al.* concluíram que a técnica híbrida de Tagger apresenta reprodutibilidade significativamente superior às técnicas de condensação lateral e vertical aquecida, tornando-se uma boa alternativa para a obturação do canal radicular.

Os seguintes estudos obtiveram resultados semelhantes aos nossos:

De-Deus *et al.* 2006 comparou técnicas de obturação entre elas Thermafil e CLC em que o sistema Thermafil apresentou melhor resultado em relação CLC.

De-Deus *et al.* 2008, novo estudo com 4 técnicas comparou as mesmas duas mantendo-se o mesmo resultado. Concluíram que a técnica termoplástica Thermafil alcançou um melhor preenchimento em relação a técnica de condensação lateral. Constataram também que os dentes obturados com a técnica de condensação lateral mostravam grandes áreas com espaços vazios, comprovando o resultado do presente estudo.

Samson *et al.* 2013 compararam a qualidade da obturação entre três técnicas, observaram uma infiltração apical era mínima no sistema transportador de gutta-percha Thermafil em comparação com o grupo de compactação lateral.

Gençoglu *et al.* 2002 e Abarca *et al.* 2001 compararam o preenchimento canal, selamento apical e extrusão pelas técnicas de Condensação Lateral e o sistema Thermafil®. Concluíram que o sistema Thermafil® tanto a nível de selamento como de extrusão é adequado e não difere muito da condensação lateral.

Sos eguintes estudos obtiveram resultados diferentes aos nossos: Gutman *et al.* e Clark e ElDeeb, Robinson *et al.* 2004 mostraram que a técnica Thermafil produziu uma incidência significativamente maior de extrusão apical de guta-percha em comparação com a técnica de condensação lateral

Neste estudo não houve significância estatística entre as variáveis dependentes para as três técnicas estudadas ($p > 0,05$).

Parte VI

Conclusões

Os resultados obtidos pela análise imagiológica feita com Micro- TC permitiram concluir que:

- Nenhuma das técnicas de obturação estudadas atingiu completamente uma selagem hermética e tridimensional, todas técnicas apresentaram espaços vazios;
- O volume de espaços vazios remanescente no interior dos canais não é influenciado pela técnica de obturação utilizada. A técnica que apresentou melhores resultados na obturação canalar relativamente aos espaços vazios foi a técnica Thermafil e a pior a Condensação lateral convencional.
- O grau de extrusão não é influenciado pela técnica de obturação. Sendo que a única técnica que apresentou extrusão do material obturador foi a técnica de condensação lateral, e as técnicas Thermafil e híbrida de Tagger não apresentaram nenhuma extrusão.
- Pode-se concluir que a técnica Thermafil foi a melhor.

Devem ser considerados estudos futuros com maior número de amostras que comparem as três técnicas estudadas, recorrendo a Micro-tomografia computadorizada de forma a aumentar a fiabilidade dos resultados. São também necessários mais estudos que se baseiem na análise de espaços vazios.

Falta de experiência do operador, pode ter influenciado de certa forma os resultados obtidos.

Bibliografia

1. Abarca Ana, Bustos Antonieta e Navia Marcelo. A Comparison of Apical Sealing and Extrusion between Thermafil and Lateral Condensation Techniques. *Journal of Endodontics*. 2001. 27(11), pp. 670-672.
2. Abbott James, Hartwell Gary, Johnson William e Wolcott James. Cone beam-computer tomography in endodontics. *American Association of Endodontists*. 2011.
3. AbdulrazzaqRaghad, Ihashimia, Mannocci Francesco, Mannocci e Sauro Salvatore. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. Elsevier. 2017. 69 355–361.
4. Boerckell, D. Joel, Mason, D.E, McDermott, A.M. e Alsberg E. Microcomputed tomography: approaches and applications in bioengineering. *Stem Cell Research &Therapy*.2014 5:144.
5. Buchanan Stephen. Endodontic Obturation Techniques: TheState of the Artin. *Dentistry today*. 2015. Volume 34 No. 3 Page 90.
6. Caicedo Ricardo, Odon e Clark Stephen M. Modern Perspectives in Root Canal Obturation. *the Academy of Dental Therapeutics and Stomatology*.2008.
7. Cantatore Giuseppe. Root canal obturation and root integrity. *Clinical.l*. 2006.
8. Castellucci Arnaldo. Access Cavity and Endodontic Anatomy. *Endodontics*.11.44.
9. Capelas José, Paulo Durval, e Rodrigues Cláudia. Obturação de canais radiculares com guta-percha Termoplástica Thermafil. *Revista Portuguesa de Estomatologia, medicina Dentária e cirurgia maxilo-maxial*. 2003. vol.44.n1.
10. Carrotte P. Endodontics: Part 8 filling the root canal system.*British Dental Jounal*. 2004. 197: 667–672.
11. Casaroto Priscilla, Boer M.C, Interliche R, e Cortez, D.G.N. Estudo comparativo in vitro da capacidade de selamento marginal apical promovido pelos cimentos Seal apex e Endofill. *Original.abr./jun*.2009.
12. Cohen S. e Hargreaves K. *Caminhos da polpa*. Mobby Elsevier, Rio de Janeiro. 2007. 9º ed.

13. Chu C. H, Lo E. C. M. e Cheung G. S. P. Outcome of root canal treatment using Thermafil and cold lateral condensation filling techniques. *International Endodontic Journal*.2005. 38, 179–185.
14. Clifford J. Ruddle. *Endodontic Access Preparation The Tools For Success*.Dental Products Report.October 2007.
15. Clinton Kenan e Himel Van. comparison of a Warm Gutta-Percha Obturation.
16. Technique and Lateral Condensation. *Journal of Endodontics*. 2001 november. Vol. 27, NO11.
17. Darcey James, Taylor Carly, Vahid Roudsari Reza, Jawad Sarra e Hunter Mark. *Modern Endodontic Principles Part 3: Preparation*. Dental update · 2015. Nov.ember
18. De-Deus G, Gurgel-Filho E, Magalhães K. e Magalhães M. A laboratory analysis of gutta-percha- filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *International Endodontic Journal*. 2006, 39 , pp.378-383.
19. De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis C, e Coutinho-Filho. The effect of the canal-filled area on the bacterial Leakage of oval-shaped canals. *International Endodontic Journal*. 2008. 41, pp.183-190.
20. Dentsply, Tursa Dental Specialties Obturators. 2017.
21. Endodontists American Association. *Obturation of Root Canal Systems*.C olleagues for Excellence. 2009.
22. Endodontists, American Association.*The Standard of Practice in Contemporary Endodontics*. Colleagues for Excellence.2014.
23. Gambarini Gianluca, Piasecki L, Schianchi G, Nardo D,Miccoli G, Sudani D, Giorgio R e Testarelli Luca. In vitro evaluation of carrier based obturation technique: a CBCT study. *Annali di Stomatologia* 2016;VII (1-2): 11-15.
24. Gençoglu N, Garip, M.Baş&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 RadiolEndod* 93.2002. pp. 333–360.

25. Gencoglu N, Yildirim T, Garip Y, Karagenc B, Yilmaz H. Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *IntEndod J.* 2008;41(10):836–42.
26. Gil Anderson, Nakamura Vítor, Lopes Rafael, Lemos Érico, Calil Eduardo & Amaral Kali. Revisão Contemporânea da Obturação Termoplastificada, Valendo-se da Técnica de Compactação Termomecânica. *RevistaSaúde.* 2009. 3(3), pp. 20-29.
27. Goodman Alvin, Schlder Herbert, Aldrich Widhrop. The thermo mechanical properties of gutta-percha-II.The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral Surg* 1974;37:954-61.
28. Grande N, Plotino G, Gambarini G, Testarelli L, DÁmbrosio F, Pecci R e Bedini R. Present and Future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. *AnnaliDell’ IstitutoSuperiore di Sanita.*2012 .48(1):26-34.
29. HaapasaloMarkus, YaShen, QianWei, Gao&Yuan. Irrigation in Endodontics. *Dentalthe clinics.* 2009. doi:10.1016.
30. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. EvaluationofRoot Canal Obturation: A Three dimensional In Vitro Study. *J Endod. Elsevier Ltd;* 2009;35(4):541–4.
31. Ingle John. eBakland Leif. *EndodonticsFifthEdition.* London, BC DeckerInc. 2002.
32. Jones Rusty. Inc. *Root Canal Irrigants and Disinfectants. Colleagues for Excellence.Dental Professional Community .American Association of Endodontists Winter .*2011.
33. Koyess E e Fares M. A Confusing Case Of Differential Diagnosis BetweenTwoTeeth Presenting With Endo-perioProblems. *InternationalEndodonticJournal.*2006. , 39(9), pp. 724-729.
34. Lin LM, Skribner JE e Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment ailures. *J Endod.* 1992 December; 18(12): 625-627.
35. Mao Teresa eNeelakantan P. Three-dimensional imaging modalities in endodontics. *Imaging Science in Dentistry,* 2014. 44: 177-83.
36. Moraes Ivaldo Gomes., VitiBettim L, Kotsubo A. e Yoshlzawa, M.T. Técnica Híbrida de Tagger. 2009. jul/ago/set.RGO, 48 (3).

37. Martin Sofia, Mello João, Martins Cláudia, Maurício António e Ginjeira António. Comparação da obturação endodôntica pelas técnicas de condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafil: estudo piloto com Micro-tomografia computadorizada: a piloto estudo com Micro-CT. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*. 2011. April-June; 2011. 52(2): 59-69.

38. Martim Georje e Azevedo Rogério Albuquerque. Análise do preparo de canais radiculares utilizando-se a diafanização. *Revista Odontol UNESP*. 2014. Mar-Apr; 43(2): 111-118.

39. Mayid Barzuna U e Doky Cuan M. Obturación conguta per chatermoplastificada. Reporte dos casos clínicos. 2009.

40. Piatil Dilson. C. Klom, Perreira K. F. Souza, Ramos C. R, Vargas, Ferreira Leandro, Arashiro Fabio e Zafalon J. Edilson. Avaliação de Técnicas de Obturação para Canais Instrumentados pelo Sistema Reciproc. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. 2013. 10.4034/PBOCI.

41. Plotino G, Grande N, Pecci R, Bedini R, Pameijer C, e Somma F. Three - dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. *Journal of American Dental Association*. November 2006. 137(11):1555-61.

42. Plotino G, Cortese T, Grande N.M., Leonardi D.P, Di Giorgio, G., Testarelli, L. e Gambarini G. New technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian Dental Journal*. 2016. 27(1):3-8.

43. Qureshi Beenish, Munir Bader e Akbar Iftikhar. A Comparasion of Thermafil and lateral condensation Thechniques in obturation of root canal systems. *Pakistan Oral & Dental Journal*. 2012. Vol 32, No. 3.

44. Robinson S, Czerny C, Gahleitner A, Bernhart T, Kainberger FM. Dental CT evaluation of mandibular first premolar root configurations and canal variations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(3):328–32.

45. Robinson Mark, McDonald N., e Mullally Patrick. Apical Extrusion of Thermoplastic ized Obturating. Material in Canals Instrumented with Profile 0.06 or Profile GT. *Journal of Endodontics*. 2004. 30(6), pp. 418-421.

46. Rodrigues Flávia, Li Jianying, Silikas Nick, Ballester Rafael e Watts David. Sequential software processing of micro-XCT dental-images for 3D-FE analysis. *dental materials*. 2009. 25. E 47–e55.
47. Ribeiro M, Queiroz A, Silva P, Yoshinari G, Guerisoli D, Pereira K. Estudo comparativo da área apical preenchida pela gutta-percha nas técnicas de obturação TC, Thermafil e Condensação Lateral. *Rev Odontol UNESP*. 2009 .38:65-71.
48. Ritman Erik. Current Status of Developments and Applications of Micro-CT. *Annu.Rev. Biomed.Eng*. 2011. 13:531-552
49. Rusty Jones, MediVisuals, Inc. Root Canal Irrigants and Disinfectants. *Colleagues for Excellence. Dental Professional Community .American Association of Endodontists Winter 2011*.
50. Samson Emmanuel, Kulkarni Shantaram, Kumar Sushi, Likhitkar Manoj. An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil. *J Int oral Heal JIOH*. 2013. 5(2):35–43.
51. Sant`Anna Junior, Tanomaru-Filho M, Duarte M, Reis J e Guerreiro Tanomaru J. Temperature changes in gutta-percha and resilion cones induced by a thermomechanicalcomparaction technique, *J Endod*. 2009. 35:879-882.
52. SetyaGaurav, Nagpal Ajay, Kumar Sunil e IngleNavin. Comparison of root canal sealer distribution in obturated root canal: An in-vitro study. *J IntSocPrevCommunityDent*. 2014;4(3):193–7.
53. Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier, Ørstavik D, e Haapasalo M. A Comparative study of lateral condensation, heat-softened gutta-percha, and a modified master cone heat-softnedback fillingte chnique. *International Endodontic Journal*. 2002. 35, pp. 1005-1011.
54. Scarfe William C, Levin Martin D, Gane D, e Farman, Allan G. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *International Journal of Dentistry*. 2009. doi:10.1155.
55. Schafer Edgar, Drmeddent Priv-Doz, e Olth off Gudrun. Effect of Three Different Sealerson the Sealing Ability of Both Thermafil Obturators and Cold

- Laterally Compacted Gutta-Percha. *Journal of Endodontics*. 2002. 28(9), pp. 638-642.
56. Schein Henry. Root canal obturation and root integrity. 'Obturation canalaire et preservation radiculaire' in *Réalités Cliniques*. 2004. 15(1): 33-53.
57. Souza AM, Wu M, Sluis LW, Leonardo RT, Bonetti-Filho I e Wesselink PR. Effect of filling technique and root canal area on the percentage of gutta-percha in laterally compacted root fillings, *Int Endod J*. 2009.42: 719-726.
58. Swain Michael V. e Xue Jing. State of the Art of Micro-CT Applications in Dental Research. *International Journal of Oral Science*. 2009 1(4): 177–188.
59. Whitworth John. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics*. 2005. 12, 2–24.
60. William son AE, SandorAj, Justman BC. A Comparison of three Nickel Titanium Rotatory Systems, Endosequence, ProtaterUniversal, and Profile GT, for canal – cleaning Ability. *J Endod* 2009. 1:107-9.
61. Yilmaz Zeliha, Tuncel Behram, Ozdemir Ozgur e Serper Ahmet. Microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009.108:124-8.

Anexo I

Número atribuído a raiz	Volume do canal (mm ³)	Obturação do canal (mm ³)	Espaços vazios (mm ³)
Δ1	6,99E+09	5,51E+09	1,48E+09
Δ2	2,96E+09	5,06E+09	-2,10E+09
Δ3	5,82E+09	9,27E+09	-3,45E+09
Δ7	4,28E+09	5,71E+09	-1,43E+09
Δ9	7,69E+09	6,73E+09	9,57E+08
Δ10	3,29E+09	3,67E+09	-3,84E+08
Δ13	4,86E+09	6,28E+09	-1,42E+09
Δ14	2,03E+09	3,87E+09	-1,84E+09
Δ16	5,91E+09	4,51E+09	1,40E+09
Δ19	2,52E+09	2,98E+09	-4,56E+08
Δ20	2,86E+09	5,73E+09	-2,87E+09
Δ21	2,78E+09	3,34E+09	-5,56E+08
Δ22	8,62E+09	9,32E+09	-7,01E+08
Δ23	2,85E+09	4,25E+09	-1,40E+09
Δ25	6,33E+09	6,72E+09	-3,88E+08
Δ27	2,50E+09	2,74E+09	-2,41E+08
Δ30	7,13E+09	6,80E+09	3,33E+08
Δ32	7,13E+09	1,05E+10	-3,38E+09

Tabela 10 – Volume mm³ do canal, volume mm³ da obturação e volume mm³ dos espaços vazios observados nas três técnicas de obturação: Condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafil.

Anexo II

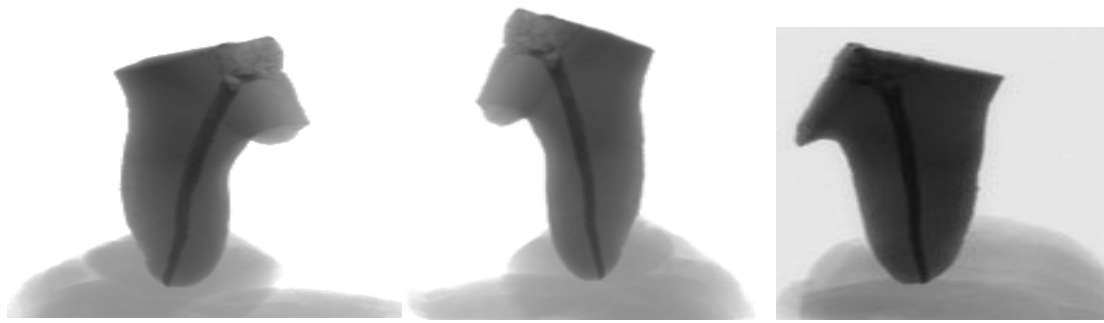


Fig.7 - Raiz obturada com técnica CLC, com material de obturação além do forâmen apical. Manipulação das imagens através do programa padrão NRecon, versão 1.6.8.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica).

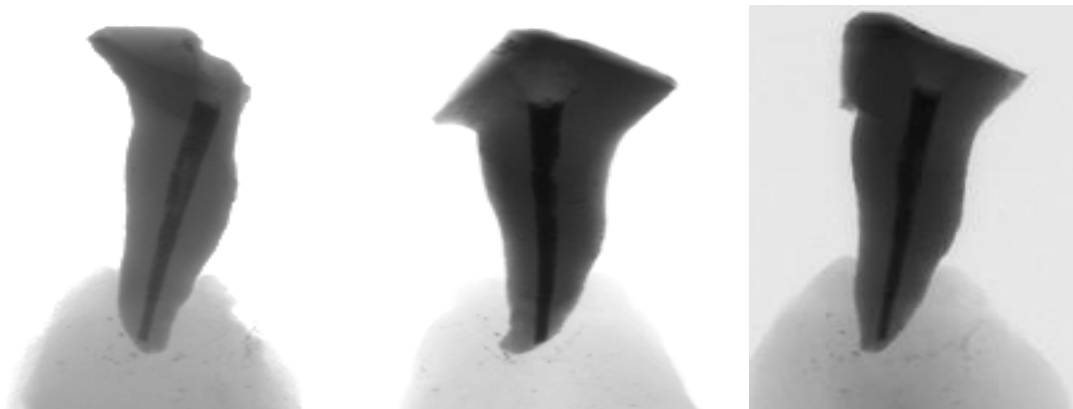


Fig.8 - Raiz obturada com técnica HT, com material de obturação aquém do forâmen apical. Manipulação das imagens através do programa padrão NRecon, versão 1.6.8.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica).

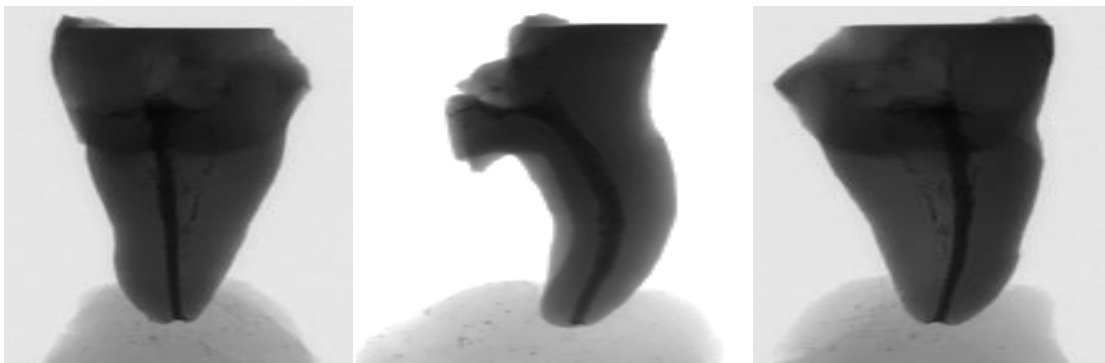


Fig.9 - Raiz obturada com técnica Thermafil, com material de obturação a nível do forâmen apical. Manipulação das imagens através do programa padrão NRecon, versão 1.6.8.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica).

Anexo III

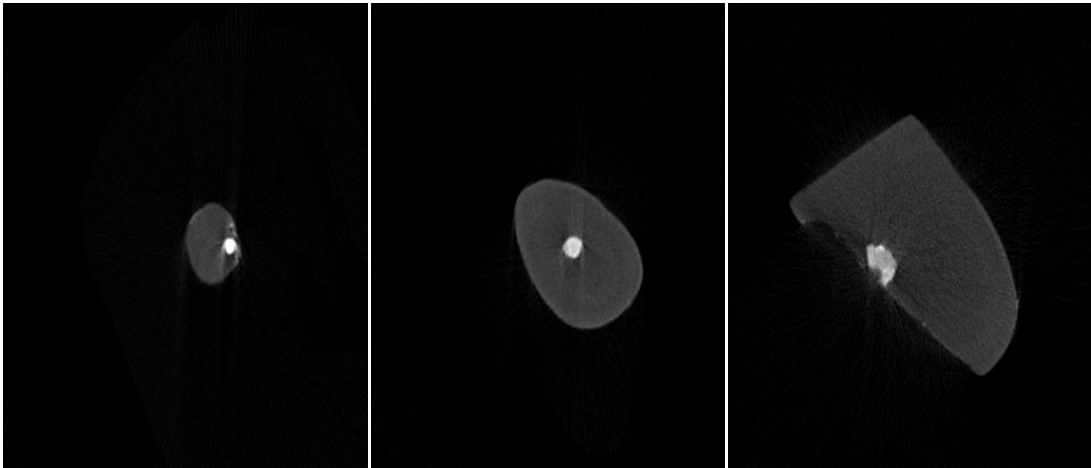


Fig.10 - Cortes tomográfico de uma raiz obturada com a técnica de Condensação lateral Convencional.

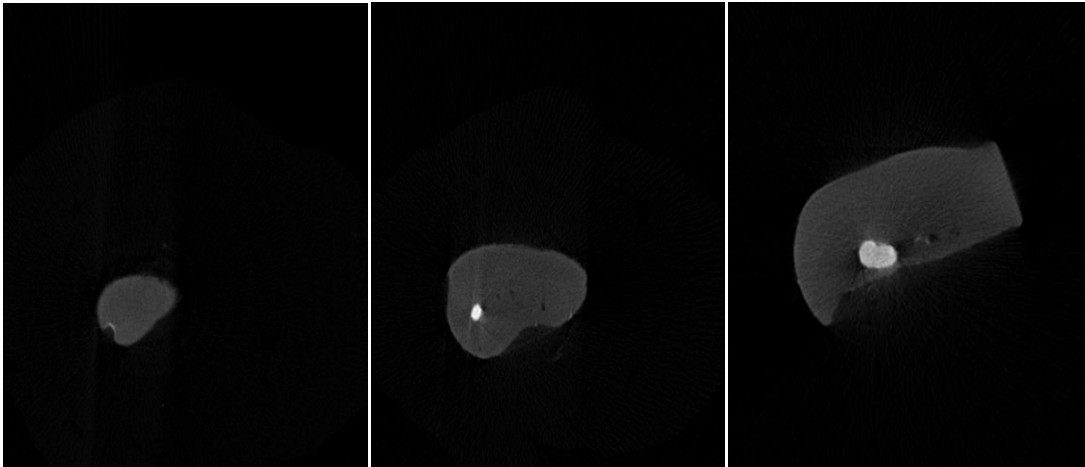


Fig.11 - Cortes tomográfico de uma raiz obturada com a técnica Híbrida de Tagger.

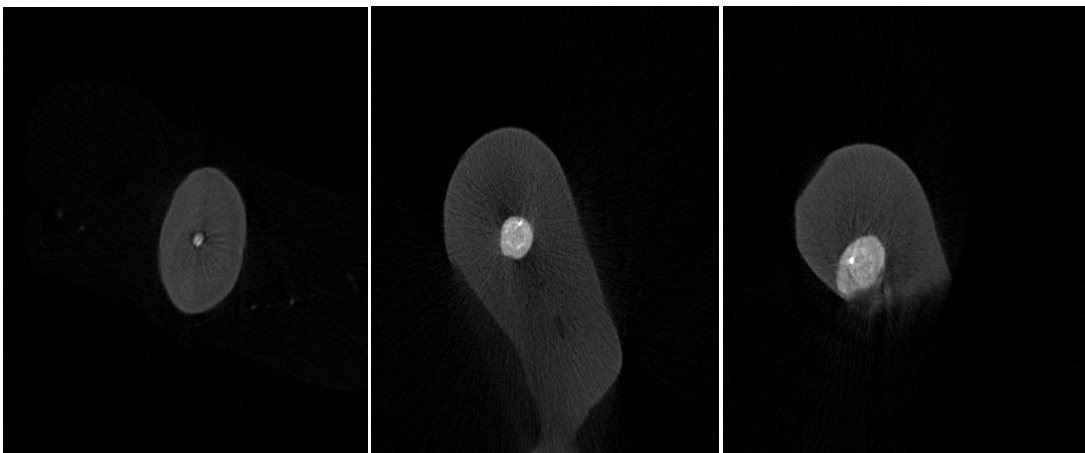


Fig.12 - Cortes tomográfico de uma raiz obturada com a técnica T.hermafil.

Anexo IV

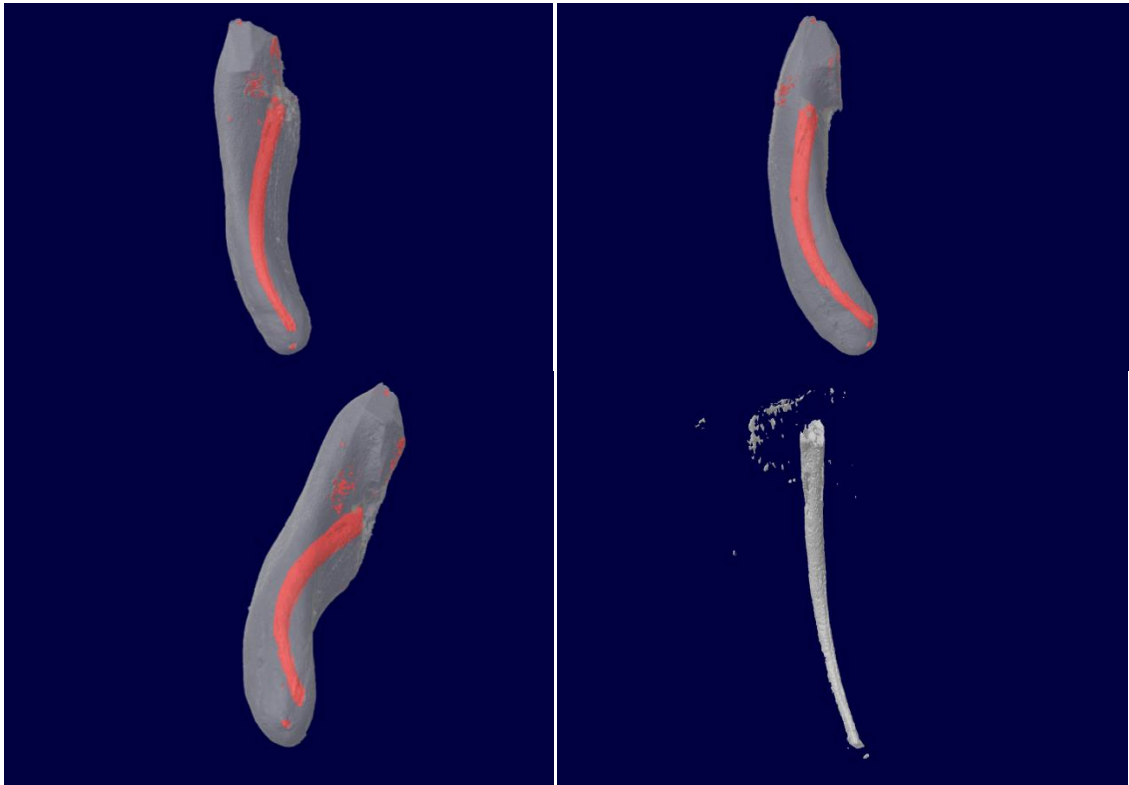


Fig.13 - Conjunto de algumas imagens obtidas para a raiz obturada pela técnica de CLC, as imagens coloridas foram tratadas no programa NRecon.

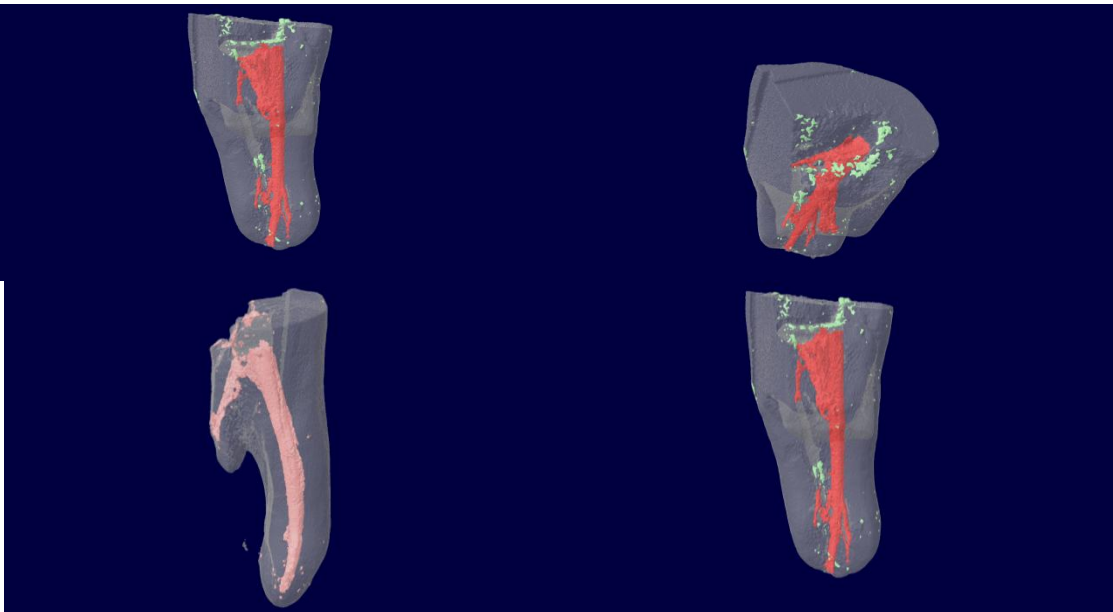


Fig.14 - Conjunto de algumas imagens obtidas para a raiz obturada pela técnica de HT, as imagens coloridas foram tratadas no programa NRecon.

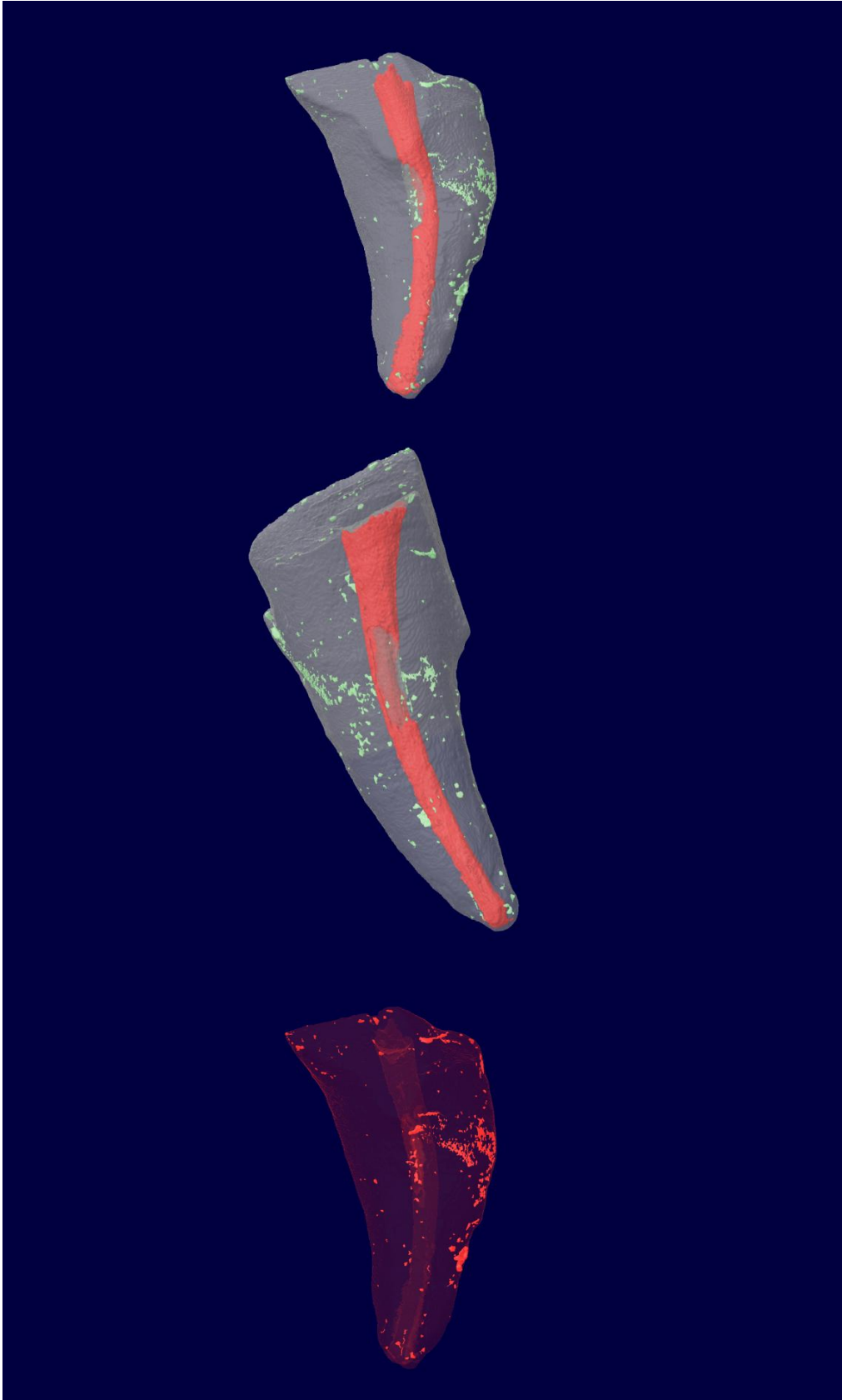


Fig.15- Conjunto de algumas imagens obtidas para a raiz obturada pela técnica Thermafil, as imagens coloridas foram tratadas no programa NRecon.

Índice figuras

Figura 1- Representação esquematizada da técnica da condensação Lateral.....	5
Figura 2- Representação esquematizada da técnica de McSpadden modificada.....	5
Figura 3 -Representação esquematizada da técnicaThermafil	7
Figura 4- Exemplos de obturadores ThermafilClássicos e Protaper	7
Figura 5 -obturador Thermafil adaptado do manual do fabricante Da Dentsply.Tursa Dental SpecialtiesObturators 2017.....	8
Figura 6 -Raízes preparadas no micro tubo test Eppendorf.....	12
Figura 7 - Raiz obturada com técnica CLC, com material de obturação além do forâmen apical. Manipulação das imagens através do programa padrão NRecon,	15
Figura8 - Raiz obturada com técnica HT, com material de obturação aquém do forâmen apical. Manipulação das imagens através do programa padrão NRecon,.....	16
Figura 9 - Raiz obturada com técnica Thermafil, com material de obturação a nível do forâmen apical. Manipulação das imagens através do programa padrão NRecon,	16
Figura 10 - Cortes tomográfico de uma raiz obturada com a técnica de Condensação lateral Convencional.....	xii
Figura 11 - Cortes tomográfico de uma raiz obturada com a técnica Híbrida de Tagger.....	xii
Figura 12 - Cortes tomográfico de uma raiz obturada com a técnica T.hermafil.....	xii
Figura13 - Conjunto de algumas imagens obtidas para a raiz obturada pela técnica de CLC, as imagens coloridas foram tratadas no programa NRecon.....	xiii
Figura 14 - Conjunto de algumas imagens obtidas para a raiz obturada pela técnica de HT, as imagens coloridas foram tratadas no programa NRecon.....	xiii
Figura 15 - Conjunto de algumas imagens obtidas para a raiz obturada pela técnica Thermafil, as imagens coloridas foram tratadas no programa NRecon.....	xiv

Índice Tabelas

Tabela 1: Distribuição aleatória das raízes pelas 3 técnicas de obturação: CLC- condensação lateral convencional, HT- Híbrida de Tagger e Thermafil.....	13
Tabela 2 – Volume do canal após instrumentação canal ar	18
Tabela 3– volume da obturação e dos espaços vazios da técnica de Condensação latera.....	18
Tabela 4 – volume da obturação e dos espaços vazios da técnica Híbrida de Tagge....	19
Tabela 5 – volume da obturação e dos espaços vazios da técnica Thermafi.....	19
Tabela 6 -Análise descritiva do volume de espaços vazios remanescente por técnica de obturação.....	19
Tabela 7 – valores médios de espaços vazios observados nas três técnicas de obturação condensação lateral convencional, híbrida de Tagger e Thermafil	20
Tabela 8 - Comparação da frequência de extrusão apical na amostra estudada.....	20
Tabela 9 - Comparação da frequência de extrusão apical entre as três técnicas.....	21
Tabela 10: Com Tabela 10 – Volume mm ³ do canal, volume mm ³ da obturação e volume mm ³ dos espaços vazios observados nas três técnicas de obturação: Condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafil. comparação da frequência de extrusão apical entre as três técnicas.....	X

Siglas e abreviaturas

2D - a duas dimensões

3D – tridimensionais

CE –cimento endodôntico

CLC – condensação lateral convencional

HT – híbrida de Tagger

GP – gutta-percha

Micro-CT -

mm³ - milímetros cúbicos

mm -milímetros

NaOCL – hipoclorito de sódio

Ni-Ti – Níquel-Titânio

rps – rotações por minuto

kV- quilovolt

seg – segundos

µm – microamperes

Kerr – K

Número - n^o

Fig - Figura