



Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

**Comparação das técnicas de Obturação Termoplástica usando
um sistema transportador de guta-percha e a técnica de
compactação com onda de calor contínua**

Inês Quadros Gonçalves

Orientadora: Doutora Siri Folques Vicente de Paulo
Co-Orientador: Prof. Doutor Manuel Marques Ferreira

Coimbra, 2016

Comparação das técnicas de Obturação Termoplástica usando um sistema transportador de guta-percha e a técnica de compactação com onda de calor contínua

Quadros Gonçalves, I.¹, Ferreira, MM², Paulo, S.³

- 1) Aluna do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
- 2) Professor Auxiliar com Agregação da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
- 3) Assistente Convidada da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra

Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra, Portugal

Tel.: +351 239 484 183

Fax.: +351 239 402 910

E-mail: inesquadrosg@gmail.com

Agradecimentos

À Doutora Siri Paulo, pela sua pronta disponibilidade para me orientar no Projeto de Investigação. Obrigada pela confiança depositada em mim. A sua integridade, rigor, humildade e energia inesgotáveis são qualidades que muito admiro e que me inspiram a ir mais longe e a fazer melhor por mim e pelos outros.

Ao Professor Doutor Manuel Marques Ferreira, meu Co-orientador, pelos valiosos conselhos e ajuda imprescindível no desenho do Projeto de Investigação, tanto a nível prático como teórico.

À Professora Doutora Filomena Botelho pela possibilidade concedida da realização da infiltração no Instituto de Biofísica da Faculdade de Medicina.

À Professora Doutora Margarida Abrantes pela total disponibilidade e amabilidade, pela ajuda na compreensão dos conceitos relativos à análise estatística e à medicina nuclear.

À Mestre Salomé Pires, pela sua ajuda e acompanhamento do trabalho prático.

Aos alunos de Mestrado do Instituto de Biofísica do IBILI, pelo auxílio no manuseamento dos espécimes.

Em geral a todos os que contribuíram directamente para a realização deste trabalho, por me fazerem sentir acompanhada e num bom ambiente de entreajuda e trabalho de equipa.

À Denstply-Maillefer, na pessoa da Sr. D. Tânia Santos que gentilmente cedeu a maioria do material utilizado neste trabalho.

Aos professores pelos ensinamentos e desafios colocados ao longo do meu percurso académico.

Aos colegas, pela troca de conhecimentos e espírito de entreajuda.

Aos meus amigos, pelas importantes palavras de incentivo.

À minha família pela confiança que sempre tiveram no meu trabalho e nos valores que me transmitiram.

Resumo

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi comparar a selagem da obturação dos canais com i) técnica de compactação vertical com onda de calor contínua utilizando o equipamento de obturação *Calamus Dual*® e com ii) sistema transportador de guta-percha *GuttaCore Pink*®, através da avaliação da micro-infiltração apical.

Materiais e Métodos: Foram preparados 68 dentes, mono-radiculares mandibulares e maxilares humanos, através do sistema de limas rotatórias *WaveOne Gold*® com movimento recíproco. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos: o grupo de controlo negativo - dentes instrumentados, obturados e selados com verniz; o grupo de controlo positivo – dentes instrumentados não obturados; o grupo A - obturado segundo a técnica dos transportadores de guta-percha com o *GuttaCore Pink*® e o grupo B - obturado segundo a técnica de compactação vertical com onda de calor contínua através do equipamento de obturação *Calamus Dual*®. Nos últimos 3 grupos os respetivos dentes foram selados com verniz excepto nos 2mm apicais. Em todos os grupos obturados foram utilizados cones de guta-percha e cimento de obturação *TopSeal*®. A avaliação da microinfiltração foi feita com recurso ao Tecnécio 99 metastável. As imagens cintigráficas foram captadas numa câmara gama com tradução quantitativa. Os valores da infiltração obtidos foram analisados estatisticamente para um nível de significância de 0.05, ou seja, para um grau de confiança de 95%.

Resultados: As contagens totais representam o número de interações detetadas. O controlo negativo apresentou valores significativamente inferiores aos do controlo positivo ($181,5 \pm 69,44$ versus $40183,25 \pm 12127,57$), apresentando-se este método válido para a análise ($p < 0,001$). Os grupos A e B apresentaram valores médios das contagens totais de $18799,29 \pm 3246,95$ e de $17910,8667 \pm 4522,97$, respetivamente. A análise estatística da comparação dos grupos A e B traduziu-se num $p = 0,928$. Verifica-se assim que entre as duas técnicas de obturação não existe diferença estatisticamente significativa, para um grau de confiança de 95%.

Conclusão: Ambas as técnicas de obturação termoplástica apresentaram uma infiltração apical do ^{99m}Tc significativamente inferior à do controlo positivo, o que sugere, segundo este método de avaliação, que ambas as técnicas de obturação são competentes no que concerne a selagem apical. A diferença de valores entre os grupos A e B não revelou ser estatisticamente significativa. Contudo, são necessárias outras metodologias de avaliação mais específicas para testar a selagem.

Palavras-Chave: Obturação Termoplástica, *GuttaCore*, Compactação com Onda de Calor Contínua, Medicina Nuclear, Micro-infiltração.

Abstract

Aim: The aim of the present study is to compare the sealing ability of two different warm gutta-percha obturation techniques: 1) continuous wave of condensation (*Calamus Dual®*) and 2) core-carrier system (*GuttaCore Pink®*) through the evaluation of the apical microleakage.

Materials and Methods: 68 single-rooted mandibular and maxillary extracted human teeth were prepared using rotary *NiTi WaveOne Gold®* files in a reciprocating motion. The specimens were randomly divided into four groups: i) negative control group – obturated specimens completely covered in nail varnish; ii) positive control group – prepared, non-obturated specimens; iii) group A - obturated with *GuttaCore Pink®* carriers and iv) group B - obturated with the continuous wave of condensation technique using *Calamus Dual®*). The last 3 groups were covered with nail varnish except for the 2 apical millimeters. TopSeal® was the sealer used in all obturated groups. To evaluate the apical microleakage the specimens were incubated in ^{99m}Tc. The scintigraphic images were captured by a gamma camera with quantitative results. The values obtained were statistically analyzed at a significance level of 0.05, or with a confidence level of 95%.

Results: The total counts represent the amount of infiltrated radioisotope. The negative control group presented an average of the total counts of $181,5 \pm 69,44$, as for the positive control group the counts were $40183,25 \pm 12127,57$. This result led to validate the evaluation method ($p < 0,001$). Group A and B presented total counts of $18799,29 \pm 3246,95$ and of $17910,8667 \pm 4522,97$, respectively. There was no significant difference between group A and group B in terms of apical leakage for a confidence level of 95%. ($p = 0,928$)

Conclusions: Both obturation techniques showed apical leakage through the infiltration of the ^{99m}Tc significantly inferior when compared to the positive control group. This suggests that both techniques are valuable in terms of preventing apical leakage, within the limitations of this evaluation method. The difference between the counts of groups A and B was not statistically significant. However, further studies with other evaluation methods are needed to clarify which method provides the most adequate, tridimensional and hermetic seal.

Keywords: Thermoplastic Obturation, GuttaCore, Continuous Wave of Condensation, Nuclear Medicine, Microleakage.

Índice:

1. Introdução	3
2. Materiais e Métodos	9
2.1. Seleção dos dentes.....	9
2.2. Preparação químico-mecânica dos dentes	9
2.2. Obturação dos dentes preparados	13
2.3. Avaliação da infiltração	15
2.4. Análise Estatística	19
3. Resultados.....	20
4. Discussão.....	22
4.1. Discussão da metodologia	22
4.2. Discussão dos resultados	25
5. Conclusões.....	29
Referências Bibliográficas	31
Anexos.....	36
Anexo I	36
Anexo II	37
a) Imagens radiográficas dos espécimes do Grupo A (GCP)	37
b) Imagens radiográficas dos espécimes do Grupo B (OCC).....	39
Lista de abreviaturas	41

1. Introdução

As lesões periapicais são originadas, frequentemente, por uma infecção primária resultante da invasão bacteriana proveniente de lesões de cárie, infiltração de restaurações prévias, lesões endo-perio que atinjam o sistema de canais ou por uma infecção secundária proveniente de isolamento absoluto inadequado e/ou de uma obturação não hermética e tridimensional.(1)

O estabelecimento e a perpetuação do processo inflamatório periapical devem-se à presença de micro-organismos ou dos seus produtos tóxicos.(2)

O tratamento endodôntico consiste na remoção do conteúdo vital ou necrótico do sistema de canais radiculares através de meios químico-mecânicos seguida da obturação do sistema de canais preparado.(3) Os principais objetivos do tratamento endodôntico são o desbridamento, instrumentação, desinfecção (ou preparação químico-mecânica) e obturação tridimensional do sistema de canais.(4)

O objetivo da obturação é prevenir a reinfeção do canal radicular, através de um preenchimento hermético e tridimensional utilizando materiais e técnicas que promovam uma selagem adequada, que impeça a circulação de fluidos.(5)

A preparação químico-mecânica do sistema de canais permite a desinfecção pela ação de substâncias químicas sendo o hipoclorito de sódio a solução *gold standard*. Esta solução de irrigação, amplamente utilizada tem mostrado ser não só um bactericida eficaz mas também efetiva na remoção de detritos dentinários e remanescentes orgânicos do tecido pulpar, reduzindo assim o número de bactérias e criando um ambiente favorável à cicatrização apical.(2)

Relativamente à preparação mecânica com recurso a sistemas de limas endodônticas, verifica-se que esta confere um desbridamento através da remoção de dentina potencialmente colonizada por bactérias, permitindo a penetração e circulação de um maior volume de solução de irrigação.(6)

Os instrumentos de *NiTi* oferecem maior flexibilidade, elasticidade, capacidade superior de corte e uma preparação canalar mais centrada. Como resultado observa-se uma redução do risco de falsos trajetos e também uma redução no tempo necessário para a preparação do sistema de canais. As limas *NiTi* são mais fieis à forma original dos canais do que as limas de aço inoxidável.(7)

A abordagem do sistema de canais através da utilização de uma lima única de *NiTi* com movimento recíproco foi introduzida em 2008 com o objetivo de reduzir o tempo de trabalho,

custo, risco de infecção cruzada e de aumentar a segurança da instrumentação. O movimento recíproco é uma evolução da técnica das forças balanceadas.(7) Com o uso do movimento recíproco podemos reduzir o risco de fratura do instrumento por fadiga cíclica, uma vez que se presume que a rotação alternada no sentido horário e anti-horário que caracteriza este movimento, diminui o *stress* torcional exercido na lima durante a preparação do sistema de canais.(7)

A favor da utilização de um menor número de limas, existem autores que advogam que a extrusão apical de detritos dentinários pode ser minimizada quando se utiliza um número reduzido de limas, o que pode resultar numa diminuição da prevalência de periodontite apical sintomática.(7)

No final da preparação químico-mecânica do sistema de canais devemos obter uma limpeza e desinfecção adequadas e uma conformação canalar que favoreça a obturação.

Uma das chaves para o sucesso de um tratamento endodôntico consiste em preencher tridimensionalmente o sistema de canais com um material biocompatível e criar uma selagem hermética (5) que impeça a entrada de fluídos e que evite a infecção e proliferação bacteriana(3) e a sua conseqüente migração para os tecidos periapicais.(8)

Muitos estudos já demonstraram várias irregularidades existentes em qualquer sistema de canais, muitas das quais dificultam a obturação.(9)

Um canal completamente obturado, sem espaços vazios está associado a um menor risco de periodontite apical (10) porque favorece as condições para a cicatrização dos tecidos periapicais.(11)

O material de obturação ideal não deve ser irritante nem tóxico, deve ser radiopaco, de fácil manipulação, insolúvel nos fluídos orgânicos e deve ser capaz de se adaptar às paredes do sistema de canais.(9) A guta-percha é o material de obturação mais utilizado na prática clínica sendo amplamente aceite devido à sua biocompatibilidade, estabilidade dimensional, capacidade para ser compactada, plasticidade térmica e pelo facto de poder ser removida facilmente para colocação de um espigão ou em caso de necessidade de retratamento.(4)

A guta-percha é o isómero trans do poliisopreno. A sua utilização foi introduzida no tratamento endodôntico por Bowman em 1867. Os cones de guta-percha contemporâneos são constituídos aproximadamente por 20% de guta-percha sendo a restante composição óxido de zinco, resina e sulfatos metálicos.(12)

Estão reportadas mudanças de fase da guta-percha em função da temperatura. Existem duas mudanças de fase com o aumento da temperatura, a passagem da fase beta para a

fase alfa e posteriormente para a fase amorfa; e a passagem da fase amorfa para a fase beta com a diminuição da temperatura.(13)

Uma das características da guta-percha na fase beta é que esta possui um elevado ponto de fusão, grande viscosidade e não possui características de adesividade. Apresenta também uma elevada quantidade de óxido de zinco, o que conduz a uma maior dureza do cone de guta-percha. A guta-percha na fase alfa apresenta, um baixo ponto de fusão, baixa viscosidade, elevada adesividade e o cone apresenta-se mais flexível uma vez que a concentração de óxido de zinco é menor do que na fase beta.(14)

O uso de um cimento de obturação é necessário para preencher espaços vazios entre o material de núcleo e as paredes de dentina radicular.(13)

Para Grossaman, o cimento endodôntico ideal deveria conter as seguintes propriedades: promover boa adesividade entre ele e as paredes do canal após a presa; estabelecer uma selagem hermética; possuir uma radiopacidade que possa ser visualizada na radiografia; possuir um pó que se possa misturar fácil e homogeneamente com o líquido; não sofrer contração ao tomar presa; não pigmentar as estruturas dentárias; ser bacteriostático ou, pelo menos, não estimular o crescimento bacteriano; exibir tempo de presa razoável; ser insolúvel nos fluidos teciduais; ser biocompatível, ou seja, não irritante para os tecidos perirradiculares; ser solúvel em solventes caso seja necessário a remoção do material obturador.(1)

O cimento de obturação desempenha várias funções durante a obturação de um sistema de canais. Atua como um agente lubrificante, auxiliando a adaptação do cone mestre e funcionando como um agente de ligação entre a guta-percha e o canal. A guta-percha isoladamente dificilmente selará o espaço canalar, uma vez que não apresenta adesão à dentina radicular.(15–17)

Existem vários tipos de cimentos utilizados atualmente, sendo os mais amplamente usados os cimentos de resina epóxica, seguindo-se os cimentos à base de hidróxido de cálcio, cimentos à base de óxido-zinco-engenol e cimentos à base de ionómero de vidro.(1)

Os cimentos de hidróxido de cálcio foram desenvolvidos para efeito terapêutico. Pensou-se que pudessem exibir uma atividade antimicrobiana e que tivessem potencial cementogénico e osteogénico. Para obter estas vantagens é necessário que ocorra a dissociação do hidróxido de cálcio em iões Ca^{++} e OH^{-} , ou seja, pressupõe que o cimento se dissolva podendo criar espaços no interior do canal obturado, facto que é incompatível com o propósito de um cimento de obturação. Estes cimentos são biocompatíveis, têm ação antimicrobiana inicial e um custo reduzido.(1)

Os cimentos à base de óxido-zinco-eugenol foram durante muito tempo o *gold-standard* nos tratamentos endodônticos. Têm tempo de presa longo, excelente plasticidade, são reabsorvidos caso ocorra extrusão apical e a grande vantagem é a sua ação antimicrobiana conferida pelo eugenol. Como desvantagens aponta-se a contração de polimerização, solubilidade em meio húmido e alguma toxicidade.(1) O eugenol têm ainda uma desvantagem, a inibição da reação de polimerização das resinas, o que pode condicionar o tipo de restauração.

Os cimentos à base de ionómero de vidro têm sido utilizados pela sua adesividade dentinária, libertação e recarga de flúor, biocompatibilidade e radiopacidade. Caso seja necessário o retratamento, a remoção deste tipo de cimento é difícil, o que constitui uma desvantagem. (1)

Embora atualmente não exista um cimento que satisfaça todos os critérios estabelecidos por Grossman, estudos demonstram que os cimentos à base de resina epóxica como o *AH Plus* (Dentsply-Maillefer, Baillaigues, Suíça) e o *TopSeal®* (Dentsply-Maillefer, Baillaigues, Suíça) são biocompatíveis, têm um tempo de trabalho longo, apresentam boa tolerância por parte dos tecidos, uma estabilidade dimensional elevada e uma boa capacidade de selagem.(18) Estudos indicam que este tipo de cimentos são superiores no que concerne à adesão das interfaces guta-percha/cimento e cimento/dentina radicular.

As técnicas de obturação tradicionais (obturação a frio) não permitem obturar canais laterais ou deltas apicais. Dessa forma houve necessidade de tentar realizar este procedimento com técnicas que utilizassem a guta-percha aquecida.

As técnicas termoplásticas favorecem obturação tridimensional dos sistemas de canais radiculares. São de grande importância em casos de reabsorções internas, lesões perirradiculares associadas a canais laterais e em casos de acidentes ocorridos durante a instrumentação que não foram corrigidos como degraus ou falsos trajetos.(19)

Os métodos de obturação termoplástica mais utilizados atualmente são a Compactação Vertical Aquecida, a Compactação com Onda de Calor Contínua, a Injecção de guta-percha Aquecida e os sistemas Transportadores de guta-percha.

A Compactação Vertical Aquecida (Schilder 1960) consiste em selecionar um cone não calibrado de guta-percha que, na presença de *tug back* não alcance o comprimento de trabalho no interior do canal, pelo contrário, deve ficar 1 a 2 milímetros aquém do comprimento de trabalho que só é atingido após o aquecimento da guta-percha utilizando um transportador de calor como o *Touch'n Heat* (SybronEndo, Londres, Reino Unido) ou o *System B* (SybronEndo, Londres) e compactação vertical com condensadores manuais a frio (1). Uma das desvantagem desta técnica é o facto não haver controlo do material

existente dentro do canal radicular o que pode levar a um extravasamento de material para a zona periapical. (20)

A Compactação com Onda de Calor Contínua (Buchanan 1987) consiste na utilização de uma fonte de calor eléctrica com capacidade de regular a temperatura (ex.: Calamus® (Dentsply-Maillefer); System B (SybronEndo, Londres, Reino Unido)) e condensadores de aço inoxidável com diferentes conicidades (nº 0.06, nº 0.08, nº 0.10 e nº 0.12), cada um com 0,5 mm de diâmetro na ponta. O procedimento de obturação consiste em posicionar o cone mestre com prévia colocação de uma pequena quantidade de cimento de obturação. De seguida introduz-se o condensador selecionado no canal radicular e, ao mesmo tempo, pressiona-se o interruptor localizado na peça de mão, o que eleva a temperatura do condensador até aproximadamente 200°C e promove o refluxo da guta-percha contra as paredes dentinárias. Conseguído o comprimento desejado, normalmente o terço apical, o interruptor é desligado e o condensador arrefecerá imediatamente. Com o condensador frio, sustenta-se a pressão nesse ponto durante 10 segundos. Seguidamente, aciona-se novamente o interruptor, e o condensador aquecido separa-se da guta-percha e é então removido do canal. Desta forma, alcançar-se-á a obturação tridimensional da porção apical do canal radicular, ficando os terços médio e coronário desprovidos de obturação. Em continuidade, os terços médio e cervical poderão ser obturados novamente com este sistema com outros cones de guta-percha ou com técnicas de guta-percha termoplastificada injetável.

O aquecimento da guta-percha fora do dente e a sua conseqüente injeção dentro do canal radicular é uma variação das técnicas termoplásticas. A unidade de controlo permite ao operador ajustar a temperatura e conseqüentemente a viscosidade da guta-percha que vai ser injetada no sistema de canais. A Injeção de guta-percha aquecida apresenta como dificuldades a falta de controlo da extensão da obturação, tanto a sobre-obturação como a sub-obturação são achados comuns. Assim sendo é comum a utilização desta técnica para preencher os dois terços coronários dos canais após a obturação do terço apical com outro método que garanta um melhor controlo da extensão da obturação.

Os sistemas transportadores de guta-percha (Johnson 1978) consistem em cones com uma estrutura nuclear sólida revestida por guta-percha na fase alfa. Estas estruturas do núcleo começaram por ser limas de aço inoxidável, posteriormente substituídas por uma estrutura de titânio e mais tarde por núcleos de plástico (*Thermafil*®, Dentsply-Maillefer Baillagues, Suíça). Muito recentemente, e devido a algumas limitações do *Thermafil*®, nomeadamente na dificuldade que este acarreta aquando da necessidade de retratamento, foi introduzido no mercado pela Dentsply-Maillefer o *GuttaCore*®. Este novo sistema de

transportador de guta-percha distingue-se dos que o precederam na medida em que também o núcleo do cone é constituído por guta-percha. Vários métodos experimentais têm sido utilizados para avaliar a qualidade da obturação em endodontia tais como a avaliação da infiltração de radioisótopos, corantes, bactérias, proteínas, endotoxinas e glicose, análise microscópica e micro-tomografia computadorizada (micro-CT).(21)

O Tecnécio 99 metastável [^{99m}Tc] é o radionuclídeo mais utilizado na medicina nuclear. Quando ligado quimicamente a um fármaco acumula-se temporariamente num órgão ou numa área de tecido particular. Assim é possível a sua detecção extracorporal utilizando uma câmara gama. A imagem obtida, denominada de cintigrafia, permite caracterizar a distribuição exata da radioatividade.(22)

Assim constitui objetivo deste trabalho a comparação entre dois métodos de obturação distintos: técnica de compactação com onda de calor contínua (*Calamus Dual*®) e a utilização de um transportador de guta-percha (*GuttaCore Pink*®), utilizando para isso a avaliação da infiltração com ^{99m}Tc . Tendo por base o objetivo deste trabalho, foram assumidas como hipóteses de estudo: H0 - Não existem diferenças na infiltração entre os dois métodos de obturação e H1 - Existem diferenças na infiltração entre os dois métodos de obturação.

2. Materiais e Métodos

2.1. Seleção dos dentes

Para este estudo foram utilizados 68 dentes humanos extraídos por motivos periodontais, ortodônticos ou por lesão de cárie. Foram selecionados dentes monoradiculares maxilares e mandibulares, com um único canal. Estabeleceram-se como critérios de exclusão: dentes com a raiz curva, dentes com tratamento endodôntico prévio, dentes com formação radicular incompleta e dentes com reabsorções apicais.



Figura 1 - Espécimes numerados.

2.2. Preparação químico-mecânica dos dentes

Os dentes que cumpriram os critérios de inclusão foram numerados com uma caneta de acetato e seccionados aproximadamente a nível da junção amelo-cementária, a dezassete milímetros do ápex, com um disco de carboneto de silício montado numa peça de mão. Nos dentes cuja câmara não ficou exposta após a secção ao referido nível foi feita uma cavidade de acesso com uma broca esférica montada em turbina de modo a obter um acesso rectilíneo ao canal.

Os dentes foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% com recurso a uma seringa de irrigação com sistema de fecho “*Luer Lock*” e uma agulha 30G com saída lateral. Foi utilizada uma lima K de tamanho 0.10 para permeabilização apical dos espécimes. Envolveram-se as raízes em *Teflon* até ao terço coronário para selar o ápex e os canalículos dentinários.



Figura 2 – Espécimes envolvidos em *Teflon* até ao terço coronário.

Os espécimes foram então incluídos em alginato.



Figura 3 – Espécimes incluídos em alginato.

Depois de tomar presa, o alginato foi cortado em blocos de formato quadrangular de modo a individualizar cada dente. Estes blocos serviram para estabilizar os dentes durante o trabalho experimental e para evitar que o sobreaquecimento resultante da fase de obturação fosse lesivo para o operador.

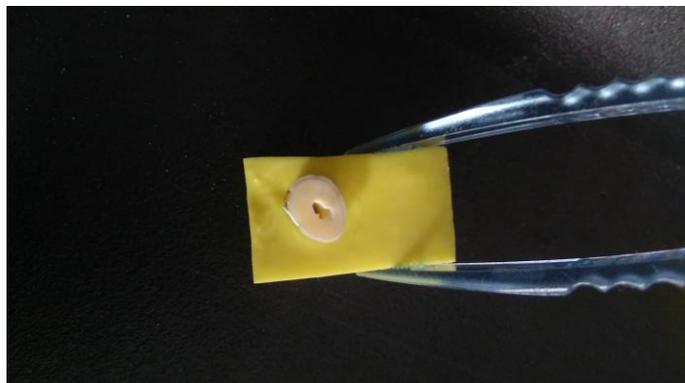


Figura 4 – Alginato cortado em bloco quadrangular.

Associado ao NaOCl, foi utilizado um lubrificante de canais à base de EDTA (Glyde, Dentsply-Maillefer Ballaigues, Suíça) e fez-se a instrumentação manual dos dentes com uma sequência de limas k10, k15 e k20, segundo a técnica das forças balanceadas, com o intuito de criar a via de permeabilidade (*glide path*) e de fazer o alargamento do terço apical. A instrumentação foi alternada com a irrigação do canal com hipoclorito de sódio.

Após a instrumentação manual os dentes foram submetidos à preparação mecanizada com uma lima única rotatória em Níquel-titânio (*NiTi*) do sistema *WaveOne Gold®* (Dentsply-Maillefer), segundo as instruções do fabricante. Estas limas foram acionadas através do motor *X-Smart iQ* (Dentsply-Maillefer Ballaigues, Suíça) com movimento recíprocante, um torque de 2Ncm e 250 rpm.

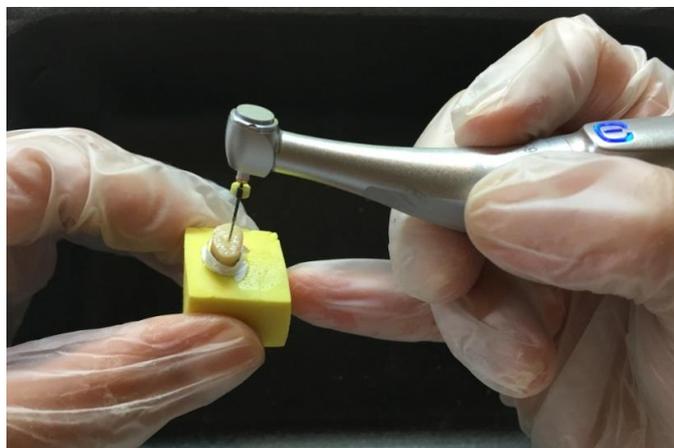


Figura 5 – Instrumentação com as limas *Primary WaveOne Gold #25 .07* e o motor *Xsmart iQ*.

A lima utilizada foi a lima '*Primary WaveOne Gold® #25 .07* calibrada a 16 milímetros com recurso a um stop de borracha.



Figura 6 - Lima *Primary WaveOne Gold #25 .07*.

Para cada dente foi utilizado o seguinte protocolo: após irrigação com hipoclorito de sódio efetuou-se um movimento de pressão ligeira, em direção apical, com amplitudes curtas de 2-3 milímetros, para fazer avançar passivamente a lima 'Primary WaveOne® Gold #25 .07' ao longo de uma via de permeabilidade suave e reproduzível. Depois de progredir 2-3 milímetros no canal retirou-se a lima, limpavam-se as espiras com uma compressa, irrigou-se o canal com hipoclorito de sódio e verificou-se a permeabilidade do canal com uma lima k manual de tamanho 010. Efetuou-se nova irrigação do canal e, para pré-alargar os dois terços coronários do canal, a tração da lima foi efectuada com "brushing motion" para eliminar as interferências coronárias e para melhorar os resultados da conformação em canais que apresentavam secções transversais irregulares. Foi efectuada nova irrigação com hipoclorito de sódio entre cada passagem da lima e continuou-se a progressão ao longo do terço apical segundo o mesmo tipo de cinemática descrita.

Ao atingir o comprimento de trabalho (16 milímetros) com a lima 'Primary WaveOne Gold® #25 .07', cessou-se a instrumentação para normalizar as amostras e deu-se por concluída a fase de instrumentação canalar.

Ao longo da preparação a permeabilidade apical dos canais foi confirmada com uma lima manual k (Dentsply- Maillefer Ballaigues, Suíça) de tamanho 010.

Para a remoção da *smear layer* procedeu-se à irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% seguida pela irrigação com EDTA a 17% (Canal Pro™, Coltène/Whaledent Inc. Langeneu/Germany) deixando-se atuar durante 60 segundos. Voltou-se a irrigar com hipoclorito de sódio a 2,5%. Por último foi feita uma irrigação com álcool a 70% de modo a diminuir a tensão superficial das paredes do sistema de canais.

Depois de concluído o protocolo de irrigação os canais foram secos com cones de papel (tamanho 030 e 025) até a ponta se encontrar completamente seca.



Figura 7 - Secagem do canal com cone de papel.

2.2. Obturação dos dentes preparados

Os dentes foram distribuídos de forma aleatória por 4 grupos

Controlo Positivo - 11 dentes não obturados após preparação químico-mecânica de forma a adquirirem o máximo de ^{99m}Tc possível.

Controlo Negativo - 6 dentes obturados e completamente selados com verniz, de modo a impedir/ minimizar a aquisição do ^{99m}Tc .

Grupo A - 25 dentes (GC) foram obturados com o sistema transportador de guta-percha *GuttaCore®* (Dentsply-Maillefer) utilizando para isso cones calibrados *GuttaCore Pink®* 0.25.

Foi colocado um stop ao comprimento de trabalho (16 milímetros) nos cones do sistema transportador de guta-percha.



Figura 8 - Cone *GuttaCore Pink®* 0.25 calibrado a 16mm.

O cone foi colocado no forno *Thermaprep®* (Dentsply-Maillefer Ballaigues, Suíça) durante o tempo adequado para o tamanho dos cones utilizados (20 a 25).



Figura 9 - Forno *Thermaprep®*

O cimento de obturação foi introduzido no canal com recurso a uma lima k de tamanho 010. Após o tempo específico de aquecimento o cone foi retirado do forno e foi colocado no canal segundo um movimento apical suave e contínuo até que se atingisse o comprimento de trabalho estabelecido.

Grupo B (OCC) - 24 dentes foram obturados segundo a técnica de compactação com onda de calor contínua.

Utilizaram-se cones únicos de guta-percha calibrados 0.25 com conicidade de 0.07 que se adaptassem ao canal, verificando se existia “*tug back*” ao comprimento de trabalho. O terço apical do cone foi envolvido no cimento de obturação *TopSeal®* (Dentsply-Maillefer Baillaigues, Suíça) e o cone foi colocado no canal.

Seccionou-se a porção de cone que se encontrava fora do canal a nível coronário. De seguida condensou-se verticalmente a frio o cone de guta-percha com um condensador vertical de guta-percha, nº1-3 (Dentsply-Maillefer Baillaigues, Suíça), sem contactar com as paredes do canal, para evitar a fragilização da raiz por excesso de pressão/fraturas verticais. Escolheu-se um cone que apresentasse *tug back* até ao incremento apical de guta-percha. O terço apical do cone selecionado foi envolvido no cimento de obturação e o cone foi colocado no canal.

Fez-se o “*downpacking*” com a ponta do *Calamus Dual®* a 150°C em duas progressões até 3/4 milímetros do incremento apical de guta-percha.



Figura 10 - *Calamus Dual®*

Deixou-se arrefecer a ponta durante 10 segundos e aqueceu-se de seguida para se retirar do canal. Seguiu-se a compactação vertical a frio com um condensador vertical de guta-percha nº1-3 (Dentsply-Maillefer Baillaigues, Suíça). Procedeu-se ao “*backfilling*” com guta-percha injetável a 170°C até à entrada do canal. A obturação foi terminada com uma compactação vertical a frio.

Terminada a obturação todos os espécimes foram radiografados no sentido vestibulo-lingual com recurso a um suporte em silicone *putty* (Aquasil Soft Putty, Denstply) para a estandardização das imagens radiográficas.

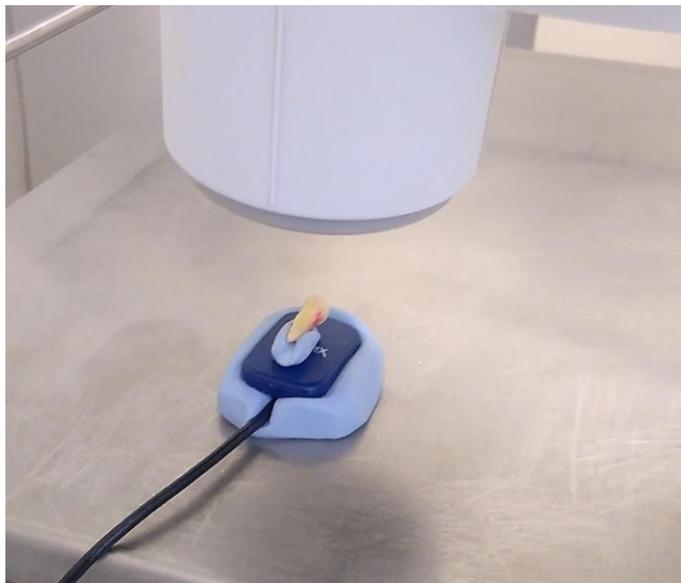


Figura 11 - Suporte para radiografia dos espécimes.

As imagens radiográficas encontram-se no Anexo II.

2.3. Avaliação da infiltração

Os espécimes do Grupo Controlo Negativo foram totalmente recobertos com verniz. Os espécimes dos grupos Controlo Positivo, Grupo A (GCP) e Grupo B (OCC) foram cobertos com duas camadas de verniz das unhas, exceptuando os 2 milímetros apicais. Para obter esta padronização os espécimes da amostra em questão foram posicionados numa placa de cera rosa com 2 milímetros de altura, de forma a recobrir os 2 milímetros apicais. Os espécimes foram então pintados por grupo com cores diferentes para facilitar a sua identificação.

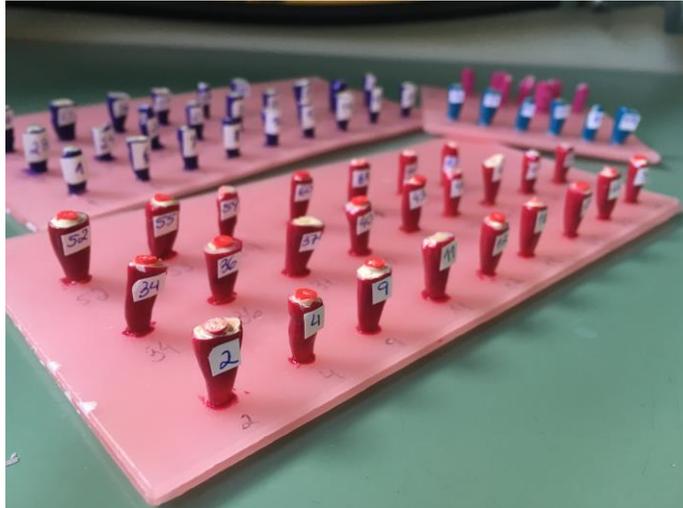


Figura 10 – Espécimes numerados e cobertos com verniz de cores diferentes

Após secagem do verniz, os espécimes foram retirados da placa de cera rosa e foram colocados numa esponja com água para se manterem hidratados até ao dia da análise.

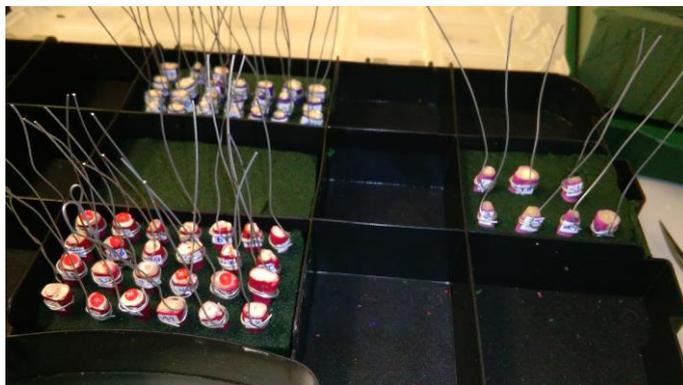


Figura 12 – Espécimes colocados numa esponja saturada com água para se manteres hidratados.

Cada espécime foi colocado num tubo de ensaio com 60 μL de uma solução de Tecnécio 99 metastável (8 mCi/ml) permanecendo o terço apical do dente em contacto com a solução durante 3 horas.

Decorrido este período de tempo, cada espécime foi lavado durante 30 segundos debaixo de água corrente para eliminar o Tecnécio 99 metastável ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) da superfície externa da raiz.

Secaram-se os espécimes com papel absorvente e o verniz foi removido com recurso a um bisturi.

As imagens cintigráficas foram obtidas para cada espécime numa câmara gama *Millenium* (GE Healthcare, Little Chalfont, Reino Unido), durante 3 minutos, com uma matriz de 512x512 pixels, zoom 1.



Figura 13 – Câmara Gama



Figura 14 – Imagem cintigráfica.

Posteriormente as imagens adquiridas foram processadas na estação de processamento *Xeleris* (GE Healthcare, Little Chalfont, Reino Unido). Para cada espécime foi desenhada uma região de interesse (ROI) de 4200 pixels. Para cada imagem foram obtidas as contagens totais, médias e máximas para cada espécime.

Todos os procedimentos do âmbito da Medicina Nuclear foram realizados de modo cego por uma especialista experiente.

2.4. Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao software IBM® SPSS® v. 22 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). A avaliação da normalidade de distribuição das variáveis quantitativas foi feita de acordo com o teste de *Shapiro-Wilk*. As comparações entre os quatro grupos foram realizadas segundo o teste *Kruskal-Wallis*. Seguidamente foram realizadas comparações múltiplas entre os pares de grupos experimentais recorrendo à correção de *Games-Howell*. Considerou-se uma significância de 0,05 para todas as comparações, isto é, para um grau de confiança de 95 %.

3. Resultados

Os dentes nº 5 e 54 foram inutilizados durante a fase de preparação devido a um erro na secção coronária, tendo sido removidos do estudo. A amostra ficou reduzida a 66 dentes.

Na figura 15 encontram-se representados os valores das contagens totais obtidas após incubação com ^{99m}Tc para os diferentes grupos: Grupo Controlo Positivo (CP), grupo Controlo Negativo (CN), Grupo A (GC) e Grupo B (OCC).

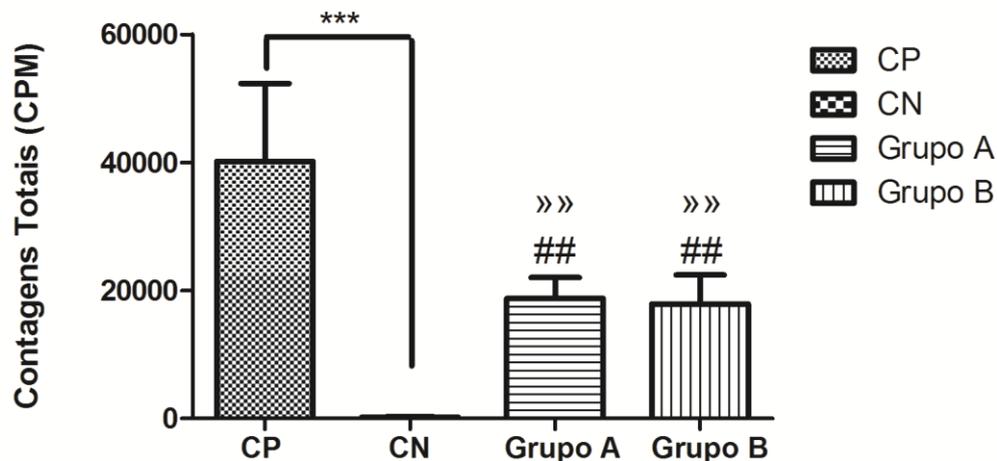


Figura 15 – Valores das contagens totais obtidos após incubação com ^{99m}Tc . Os resultados representam a média e o desvio padrão de pelo menos 6 espécimes. As diferenças significativas estão representadas com * quando comparados os grupos controlo positivo e controlo negativo em que *** significa $p < 0,001$; # quando comparados os grupos A e B com o controlo positivo em que ## significa $p < 0,05$; e » quando comparados os grupos A e B com o controlo negativo em que >>> significa $p < 0,05$.

. O controlo negativo apresentou valores significativamente inferiores aos do controlo positivo ($181,5 \pm 69,44$ versus $40183,25 \pm 12127,57$), apresentando-se este método válido para a análise ($p < 0,001$).

Os grupos A e B apresentaram valores médios das contagens totais de $18799,29 \pm 3246,95$ e de $17910,8667 \pm 4522,97$, respetivamente.

Considerou-se um nível de significância de 0.05, ou seja, rejeita-se a hipótese nula, de igualdade dos valores, em todas as situações em que a probabilidade associada à estatística de teste (p) seja inferior a esse valor.

Nesta sequência, verificou-se uma diminuição significativa da infiltração no grupo A (GC) ($p = 0,006$) e no grupo B (OCC) ($p = 0,004$) comparativamente com o controlo positivo (CP).

Comparativamente com o controlo negativo (CN) verificou-se um aumento da infiltração estatisticamente significativa para o grupo A (GC) ($p < 0.001$) e para o grupo B (OCC) ($p < 0.001$).

Entre os grupos A e B não se verificaram diferenças da infiltração estatisticamente significativas ($p = 0.928$). Foi aceite assim a hipótese nula de igualdade dos valores dos dois grupos estudados.

4. Discussão

4.1. Discussão da metodologia

O preenchimento hermético do sistema de canais com materiais biocompatíveis, com boas capacidades físico-químicas e que sejam resistentes à infiltração bacteriana é de grande importância no tratamento endodôntico porque garante um ambiente favorável à cicatrização dos tecidos periapicais.(23)

A obturação segundo a técnica de compactação lateral tem vindo a ser ultrapassada pelas técnicas de obturação termoplástica uma vez que apenas com a guta-percha aquecida se consegue alcançar e preencher os canais laterais.

Dentro dos métodos de obturação termoplástica, os mais referenciados e os mais utilizados na prática clínica são a obturação com onda de calor contínua e os sistemas transportadores de guta-percha, existindo estudos que afirmam recorrentemente a superioridade destes dois métodos de obturação, principalmente em comparação com a técnica convencional de compactação lateral.(4,10,20,21,24–27)

A ampla utilização destas técnicas de obturação foi o que suscitou e incentivou o desenvolvimento deste trabalho.

O presente estudo teve como objetivo mimetizar os passos de um tratamento endodôntico com o intuito de aferir qual a metodologia que se aproxima mais de uma obturação adequada.

Existem alguns estudos que testam a qualidade da obturação com recurso a modelos padronizados de dentes artificiais.(7,10,28,29) Esta standardização, embora útil para os objetivos laboratoriais, não é a encontrada na prática clínica, estando assim a sua extrapolação clínica muito limitada.(30) Atualmente, poucos são os estudos que recorrem a este tipo de modelos padronizados artificialmente.(20,31)

A realização do trabalho experimental em dentes naturais teve como intuito a aproximação do estudo às condições biológicas.(30)

Numa tentativa de standardizar as dimensões dos canais radiculares, o comprimento dos espécimes foi ajustado a 17 milímetros pela secção coronária dos mesmos.

Pretendeu-se testar técnicas termoplásticas de obturação, para as quais é aconselhável proceder à preparação dos canais radiculares, recorrendo a um método que resulte em canais com uma conicidade mais acentuada.(20,32)

Para tal foi usado um único sistema de instrumentação mecanizada para todos os grupos, o *WaveOne Gold*® (Dentsply Maillefer). A lima utilizada foi a '*Primary WaveOne*® *Gold #25 .07*. Este sistema de lima única foi utilizado com movimento recíproco que consiste em rotações alternadas no sentido horário e anti-horário. Devido ao seu desenho em hélice reversa a lima *WaveOne Gold*® tem uma rotação anti-horária de 150° e uma rotação horária de 30°. Após 3 rotações alternadas em ambos os sentidos a lima completa uma volta. Este método tem demonstrado ser 4 vezes mais seguro e quase 3 vezes mais rápido do que o uso de uma sequência de limas rotativas para uma mesma conformação final. (33)

Segundo estudos dos fabricantes, incluindo Cliff Ruddle, uma lima única *Primary* é eficaz na conformação adequada de um canal em mais de 80% das vezes. (33)

A diferença dos sentidos de rotação horária e anti-horária com ângulos diferentes permite uma maior rapidez na progressão da lima até ao comprimento de trabalho em comparação com ângulos de rotação horária e anti-horária iguais, sem que seja necessário aplicar pressão excessiva e potencialmente perigosa no instrumento.(33) Este sistema também tem mostrado maior eficácia na remoção dos detritos dentinários do canal. (33)

A qualidade da obturação que se tem vindo a alcançar deve-se, em parte, às mais recentes técnicas de instrumentação canalar que favorecem a homogeneidade da preparação.(34)

Muitos clínicos têm vindo a adotar sistemas de obturação combinados, particularmente aqueles que associam a compactação vertical com onda de calor contínua da guta-percha para obter uma adequada selagem apical e a injeção de guta-percha aquecida para preenchimento dos dois terços coronários dos canais. São exemplos o *BeeFill 2in1*, *Calamus Dual*®, *Elements*®, *Sistem B/Obtura II*®. Este método permite a obtenção das vantagens de uma obturação com onda de calor contínua, salvaguardando as suas limitações.(35)

Este método de obturação tem sido considerado recorrentemente como o mais utilizado e o melhor cotado em relação aos outros métodos de obturação.

Pela mesma ordem de avaliação segue-se a obturação com sistemas transportadores de guta-percha dos quais se destacam o *Thermafil*® e o *GuttaCore*®.

O *GuttaCore Pink*®, sendo um sistema transportador de guta-percha lançado recentemente no mercado, pressupõe acrescentar vantagens em relação aos sistemas anteriores, nomeadamente, no que concerne à modificação do núcleo transportador.

A substituição de um núcleo de plástico, no caso do *Thermafil*®, por um núcleo "crosslinked" guta-percha no sistema *GuttaCore Pink*® constitui uma melhoria na medida em

que facilita a remoção do material de obturação no caso da colocação de um espigão ou quando há necessidade de retratamento.

A utilização de um cone único pode facilitar a obturação e ainda minimiza a pressão aplicada às paredes dos canais radiculares.(36)

Ainda que o cone esteja bem calibrado e tenha uma boa adaptação às paredes do canal, a guta-percha não adere eficazmente à dentina radicular, mesmo quando aquecida. Assim torna-se essencial a utilização de um cimento de obturação para que se consiga atingir uma selagem hermética do canal.

A maior parte dos cimentos sofre contração de polimerização enquanto que a guta-percha é conhecida por ser dimensionalmente estável.(32,37,38) Assim sendo, para obter uma obturação adequada, não devemos compensar a falta de extensão do material de núcleo, neste caso, a guta-percha, através da quantidade de cimento utilizado. (24,32,37)

De-Deus e colaboradores (2006), Ribeiro e colaboradores (2009) e Pereira e colaboradores (2010), pretendendo estudar a percentagem preenchida por guta-percha, não utilizaram cimento de obturação nos seus estudos *in vitro*, apontando que isso constituiria uma fragilidade dos mesmos devido à impossibilidade de padronizar a quantidade de cimento utilizado em cada espécime. (16,30) Concluíram que a utilização do cimento é crucial para obter uma selagem adequada entre o material de núcleo e as paredes dentinárias, uma vez que a guta-percha apresenta baixos valores de adesão à dentina.

Ainda que os cimentos de resina epóxica sofram contração de polimerização, o tempo de presa destes cimentos é suficientemente lento para permitir um alívio do stress da contração através do fluxo do cimento. A subsequente absorção de água dos túbulos dentinários que não foram totalmente secos também contribui para uma diminuição da contração através da expansão higroscópica.(12,39)

A capacidade de obter uma selagem hermética é o critério mais importante na avaliação das técnicas de obturação sendo frequentemente objeto de estudo através de diferentes métodos de análise.(40) Contudo, os métodos utilizados para avaliar a obturação podem apresentar algumas limitações, nomeadamente na secção das raízes para avaliação microscópica em que pode existir alguma perda de material de obturação (8), o que é passível de ser confundido com espaços vazios não obturados. A avaliação radiográfica apenas permite uma visualização a duas dimensões, o que constitui uma limitação na avaliação de uma obturação tridimensional.(8,41) Os estudos de infiltração bacteriana requerem longos períodos de observação e não permitem uma avaliação quantitativa do número de bactérias presentes.(42)

Os métodos infiltrativos constituem uma técnica comum e consistem habitualmente na imersão do terço apical dos dentes numa solução que contenha um corante ou um radioisótopo, protegendo os terços médio e apical com silicone ou verniz.(34)

No presente estudo, recorreu-se à infiltração passiva à pressão atmosférica de ^{99m}Tc por ser um método simples, não destrutivo e que permite uma avaliação quantitativa dos resultados.

Embora o método de análise com recurso à medicina nuclear seja válido e de elevada sensibilidade, é um método com pouca especificidade porque, neste caso, o radiofármaco não estabelece uma ligação química específica com o tecido, a infiltração passiva do ^{99m}Tc dá-se por capilaridade. Ainda assim foi o método de avaliação eleito por questões logísticas e de disponibilidade de recursos.

Existem atualmente métodos de análise superiores como por exemplo o micro-CT que deve ser utilizado no futuro para corroborar ou contrariar os resultados obtidos.

Apesar do prognóstico não poder ser definido pelos resultados de modelos *in vitro* de microinfiltração, estes acrescentam valiosas informações que, corroboradas por estudos *in vivo*, constituem uma mais valia para o avanço tecnológico e o desenvolvimento de novos materiais que possam ser mais favoráveis do que os atuais.

4.2. Discussão dos resultados

Após a submissão dos resultados a um teste de normalidade, esta não foi verificada. Deste modo, foram aplicados testes não-paramétricos em que se confirmou a hipótese alternativa de que pelo menos dois dos grupos possuem funções de distribuição diferentes.

A diferença significativa verificada entre os grupos de teste e os grupos de controlo constituem um argumento a favor do método de análise utilizado.

Ambos os grupos de teste (GC e OCC) mostraram infiltração apical mas sem diferença estatisticamente significativa entre si. Este resultado foi corroborado pelos estudos de Li (43) e de Marciano (44) que reportam uma diminuição dos espaços vazios e uma qualidade de obturação semelhante entre métodos de obturação com transportadores de guta-percha, de que é exemplo o *GuttaCore Pink*®, e métodos de compactação com onda de calor contínua, de que é exemplo o sistema *Calamus Dual*®. Por outro lado, os resultados obtidos foram contrariados pelos estudos de Gupta (45) e Gencoglu (46) que reportam resultados inferiores para as técnicas de transportadores de guta-percha comparativamente às técnicas de compactação por onda de calor contínua.

No referido estudo de Gencoglu e colaboradores, os sistemas transportadores de guta-percha apresentaram mais espaços vazios e menor área preenchida por materiais de obturação em comparação com técnicas de compactação lateral e vertical com onda de calor contínua, técnicas de compactação termomecânica e compactação lateral a frio. (46)

Também no estudo de Gupta e colaboradores, os resultados da obturação tridimensional com a utilização do sistema transportador de guta-percha (*Thermafil®*) foram inferiores em relação à técnica de compactação com onda de calor contínua (*Calamus®*). Tal resultado foi justificado pressupondo a extrusão apical de guta-percha aquando da utilização do *Thermafil®*.(45)

Apesar dos resultados dos estudos acima referidos, também pode ser encontrado na literatura um vasto número de artigos que advogam a capacidade de obter uma obturação adequada com a utilização de sistemas transportadores de guta-percha.(5,20,24,26,27,47)

O estudo de Zogheib e colaboradores demonstrou a eficiência dos sistemas transportadores de guta-percha (*Thermafil®*) na capacidade de obter uma obturação com uma selagem hermética adequado comparativamente com o *Resilon*.(25)

Emmanuel e colaboradores observaram uma infiltração apical mínima do Sistema transportador de Guta-percha (*Thermafil®*) em comparação com o grupo de injeção de guta-percha aquecida (*Obtura II®*) e com o grupo de compactação lateral e frio.(26)

Teles e colaboradores concluíram que o *Thermafil®* conduziu a melhores resultados que as técnicas da Compactação Lateral a frio e *Soft-Core*.(20)

Qureshi e colaboradores afirmam clara superioridade do *Thermafil®* em relação à técnica de compactação lateral a frio uma vez que o *Thermafil®* mostrou ser uma técnica mais rápida, com preenchimento de canais acessórios, maior homogeneidade, menor número de espaços vazios e melhor adaptação à superfície radicular.(27)

Schäfer e colaboradores referiram uma percentagem de espaços vazios significativamente inferior em canais obturados com o transportador de guta-percha (*GuttaCore®*) que em canais obturados com a técnica de compactação lateral a frio.(24)

Samadi e colaboradores verificaram um preenchimento mais denso e homogêneo e uma menor percentagem de espaços vazios no terço apical dos canais obturados com o Sistema *Thermafil®*.(5)

Embora no presente estudo não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A (GCP) e B (OCC) nos resultados da infiltração de ^{99m}Tc, através da observação das imagens radiográficas podem ser extrapoladas algumas conclusões qualitativas no que concerne ao preenchimento dos canais radiculares.

Tendo em consideração as limitações da avaliação radiográfica anteriormente descritas observou-se o seguinte:

Relativamente ao grupo A (GCP) a obturação pareceu ser mais homogénea, indo ao encontro dos resultados observados por Qureshi (27), Schäfer (24) e Samadi (5).

Não obstante, foram observados alguns espaços vazios, principalmente no terço apical.

Esta observação é corroborada pelos estudos de Gupta (45) e Gencoglu (46) já referidos e contrariada pelo estudo de Emmanuel e colaboradores (26) que verificou uma infiltração apical mínima aquando da obturação com um sistema transportador de guta-percha.

A existência relativa de mais espaços vazios no terço apical observados radiograficamente nos espécimes do grupo A (GCP), coloca o método de obturação com transportador de guta-percha numa posição inferior, dado que o terço apical constitui a zona mais crítica do sistema de canais (48), especialmente em casos de periodontite apical pré-operatória, em que o terço apical do canal se encontra infetado.(49)

No grupo B (OCC) a obturação pareceu ser menos homogénea, o que é contrariado pelo estudo de Aminsobhani e colaboradores que advoga a superioridade da técnica de compactação com onda de calor contínua, relativamente à compactação lateral a frio. (10)

Neste grupo, os espaços vazios mais evidentes, quando existentes, localizaram-se na maioria das vezes no terço médio. Foi visível, em algumas imagens, um hiato entre a obturação por condensação com onda de calor contínua (*“down-pack”*) e a injeção de guta-percha aquecida (*“backfill”*). Este achado também foi reportado no estudo de Mirfendereski e colaboradores que pretendeu avaliar através de micro-CT a aquisição de competências na obturação por parte de alunos inexperientes com as técnicas de transportadores de guta-percha e com a condensação por onda de calor contínua.(50)

Naseri e colaboradores (21) encontraram valores inferiores em termos de percentagem de espaços vazios no grupo obturado com a técnica de injeção de guta-percha aquecida. Do mesmo modo, pôde ser observado um preenchimento denso dos terços médio e coronário que foram obturados com a injeção de guta-percha aquecida (*“backfill”*).

A qualidade de obturação não foi homogénea dentro de cada grupo o que se traduziu em grandes valores de desvio-padrão. Tal é corroborado pelo já referido estudo de Mirfendereski, e pode ser explicado pelo facto do operador ter pouca experiência na utilização destes dois métodos de obturação e pelo facto de ambos estarem associados a uma curva de aprendizagem, mais longa no método de obturação com compactação por onda de calor contínua, utilizado no grupo B (OCC). (50)

Sendo que uma obturação inadequada do sistema de canais radiculares está associada a complicações pós-operatórias e, conseqüentemente, ao insucesso do tratamento endodôntico (45) torna-se fundamental o desenvolvimento de técnicas cada vez mais eficazes. O desenvolvimento tecnológico permite aliar à eficácia factores importantes como a rapidez, segurança, comodidade e boa relação custo-benefício.

As duas técnicas de obturação estudadas neste trabalho parecem, à luz do método de avaliação utilizado, ser técnicas promissoras, especialmente após um período de treino em que se consigam ultrapassar as dificuldades inerentes à curva de aprendizagem que lhes está associada.

5. Conclusões

Considerando as limitações inerentes a este estudo é possível extrapolar as seguintes conclusões:

- Nenhuma das técnicas de obturação estudadas atingiu completamente uma selagem hermética e tridimensional.
- A técnica de compactação vertical com onda de calor contínua está associada a uma curva de aprendizagem mais longa do que a técnica de obturação com transportador de guta-percha.
- A obturação com transportador de guta-percha consome menos tempo do que a técnica de compactação vertical com onda de calor contínua.
- O método de análise mostrou ser válido para a avaliação da infiltração apical.
- Devem ser considerados estudos futuros com recurso a métodos de análise superiores, como a micro-tomografia computadorizada.

Referências Bibliográficas

1. Hargreaves, Ken M.; Berman LH. Obturation of the clean and shaped root canal system. In: Cohen Pathways of the Pulp Expert Consult, 11th Edition. 11th ed. Elsevier; 2015.
2. Silva RV, Silveira FF, Rebello MC, Antônio M, Duarte H, Cavenago BC. Filling Effectiveness and Dentinal Penetration of Endodontic Sealers : A Stereo and Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Braz Dent J.* 2015;26:541–6.
3. Kuçi A, Alaçam T, Yavaş Ö, Ergul-Ulger Z, Kayaoglu G. Sealer Penetration into Dentinal Tubules in the Presence or Absence of Smear Layer: A Confocal Laser Scanning Microscopic Study. *J Endod.* 2014;40(10):1627–31.
4. Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker MH. Comparison of the obturation density of cold lateral compaction versus warm vertical compaction using the continuous wave of condensation technique. *J Endod.* 2005;
5. Samadi F. Research Article. CLEAN - Soil, Air, Water. 2014;30(10.1002/cden.201300399):28–34.
6. Ruddle CJ. Filling Root Canal Systems - The Calamus 3D Obturation Technique. *Dent Today.* 2010;(April):1–5.
7. Ahn S-Y, Kim H-C, Kim E. Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation Motion: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2016;
8. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional In Vitro Study. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2009;35(4):541–4.
9. Clinton K, Van Himel T. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endod.* 2001;27(11):692–5.
10. Aminsobhani M, Ghorbanzadeh A, Sharifian MR, Namjou S, Kharazifard MJ. Comparison of Obturation Quality in Modified Continuous Wave Compaction , Continuous Wave Compaction , Lateral Compaction and Warm Vertical Compaction Techniques. 2015;12(2).
11. 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(2):106–9.
12. Li GH, Niu LN, Zhang W, Olsen M, De-Deus G, Eid AA, et al. Ability of new obturation

- materials to improve the seal of the root canal system: A review. *Acta Biomater.* 2014;10(3):1050–63.
13. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2015;41(1):72–8.
 14. Gil, AC; Nakamura, VC; Lopes, RP; Mello Lemos, E; Calil, E; Amaral K. Contemporary Review of the Thermo Plasticized Obturation ,. *Rev Saúde.* 2009;3(3):20–9.
 15. Setya G, Nagpal A, Kumar S, Ingle NA. Comparison of root canal sealer distribution in obturated root canal: An in-vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014;4(3):193–7.
 16. Pereira KFS. Análise Comparativa da Porcentagem de Área Preenchida Pela Obturação no Terço Apical dos Canais Radiculares em Três Diferentes Técnicas. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr.* 2010;10(2):217–23.
 17. Castelo-Baz P, Martin-Biedma B, Lopes MM, Pires-Lopes L, Silveira J, Lopez-Rosales E, et al. Ultramicroscopic study of the interface and sealing ability of four root canal obturation methods: Resilon versus gutta-percha. *Aust Endod J.* 2013;39(3):159–63.
 18. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J Oral Rehabil.* 2005;32(2):105–10.
 19. Roldi A, Intra JBG, Barroso JM, Intra TJSA, Martins LO. Avaliação da Variação da Temperatura na Superfície Radicular Externa Durante a Obturação pela Técnica de McSpadden Evaluation of temperature variation at the external root surface during McSpadden technique. *Rev Odontol Bras Cent.* 2010;18:34–7.
 20. Teles AM. Estudo Comparativo Da Capacidade De Selamento De Tres Técnicas De Obturação De Canais Radiculares. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac.* 2005;46(June):203–10.
 21. Naseri M, Kangarlou A, Goodini M. Evaluation of the Quality of Four Root Canal Obturation Techniques Using Micro-Computed Tomography Introduction Material and Methods Tooth specimens. *Iran Endod J.* 2013;8(3):89–93.
 22. Infarmed. Folheto informativo: Informação para o utilizador. 2008.
 23. Roberti F, Naves LZ, Consani S, Correr-sobrinho L, Pires-de-souza FDCP. Apical obturation quality of Epiphany / Resilon root canal filling system. 2009;8(3):132–6.
 24. Schäfer E, Schrenker C, Zupanc J, Bürklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems,

- Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod.* 2016;42(2):294–8.
25. Zogheib C, Naaman A, Sigurdsson A, Medioni E, Bourbouze G, Arbab-Chirani R. Comparative micro-computed tomographic evaluation of two carrier-based obturation systems. *Clin Oral Investig.* 2013;17(8):1879–83.
 26. Emmanuel S, Shantaram K, Sushil KC, Manoj L. 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.
 27. Qureshi B. O Riginal a Rticle a Comparison of Thermafil and Lateral Condensation. *Pakistan Oral Dent J.* 2012;32(3):531–5.
 28. Bailey GC, Ng YL, Cunnington SA, Barber P, Gulabivala K, Setchell DJ. Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: An in vitro investigation of the quality of obturation. *Int Endod J.* 2004;37(10):694–8.
 29. Michelotto ALDC, Moura-Netto C, Araki AT, Akisue E, Sydney GB. Penetration of a resin-based filling material into lateral root canals and quality of obturation by different techniques. *Braz Oral Res.* 2015;29(1):1–5.
 30. Martins SC, Mello J, Martins CC, Maurício A, Ginjeira A. Comparação da obturação endodôntica pelas técnicas de condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafil: estudo piloto com Micro-tomografia computadorizada. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac.* 2011;52(2):59–69.
 31. Martins SC, Mello J, Martins CC, Maurício A, Ginjeira A. Comparação da obturação endodôntica pelas técnicas de condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafil: estudo piloto com Micro-tomografia computadorizada. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac* [Internet]. 2011;52(2):59–69. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1646289011700139>
 32. Schilder H, Hargreaves KM. Filling root canals in three dimensions. *J Endod.* 2006;32(4):281–90.
 33. Ruddle CJ. Single-File Shaping Technique - Achieving a Gold Medal Result. *Dent Today.* 2016;(January):1–7.
 34. Pusinanti L, Rubini R, Pellati A, Zerman N. A simplified post preparation technique after Thermafil obturation: evaluation of apical microleakage and presence of voids using methylene blue dye penetration. *Ann Stomatol (Roma).* 2013;4(2):184–90.
 35. Robberecht L, Colard T, Claisse-Crinquette A. Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system An in vitro study. *J Oral Sci.* 2012;54(1):99–104.

36. Yilmaz Z, Tuncel B, Ozdemir HO, Serper A. Microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. Mosby, Inc.; 2009;108(1):124–8.
37. Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J*. 2003;36(10):660–9.
38. Schäfer E, Nelius B, Bürklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clin Oral Investig*. 2012;16(1):225–30.
39. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater*. 2001;17(6):512–9.
40. Pusinanti L, Rubini R, Pellati A, Zerman N. A simplified post preparation technique after Thermafil obturation: evaluation of apical microleakage and presence of voids using methylene blue dye penetration. *Ann Stomatol (Roma)* [Internet]. 2013;4(2):184–90. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3755795&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
41. 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.
42. Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, Abad EC, Castro a J, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;90(5):647–50.
43. Li GH, Niu LN, Selem LC, Eid AA, Bergeron BE, Chen JH, et al. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent*. 2014;42(9):1124–34.
44. Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TVRN, Duarte MAH, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *Int Endod J*. 2011;44(4):321–9.
45. Gupta R. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *J Clin Diagnostic Res*. 2015;9(8):ZC15–7.
46. Gencoglu N, Yildirim T, Garip Y, Karagenc B, Yilmaz H. Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *Int Endod J*. 2008;41(10):836–42.

47. Zogheib C, Naaman A, Sigurdsson A, Medioni E, Bourbouze G, Arbab-Chirani R. Comparative micro-computed tomographic evaluation of two carrier-based obturation systems. *Clin Oral Investig*. 2013;17(8):1879–83.
48. Ahmed HM a., Hashem a. a. Accessory roots and root canals in human anterior teeth: a review and clinical considerations. *Int Endod J*. 2015;n/a – n/a.
49. Liang Y-H, Li G, Wesselink PR, Wu M-K. Endodontic Outcome Predictors Identified with Periapical Radiographs and Cone-beam Computed Tomography Scans. *J Endod* [Internet]. Elsevier Ltd; 2011;37(3):326–31. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239910009751>
50. Mirfendereski M, Roth K, Fan B, Dubrowski A, Carnahan H, Azarpazhooh A, et al. Clinical Research: Technique Acquisition in the Use of Two Thermoplasticized Root Filling Methods by Inexperienced Dental Students: A Microcomputed Tomography Analysis. 2009.

Anexos

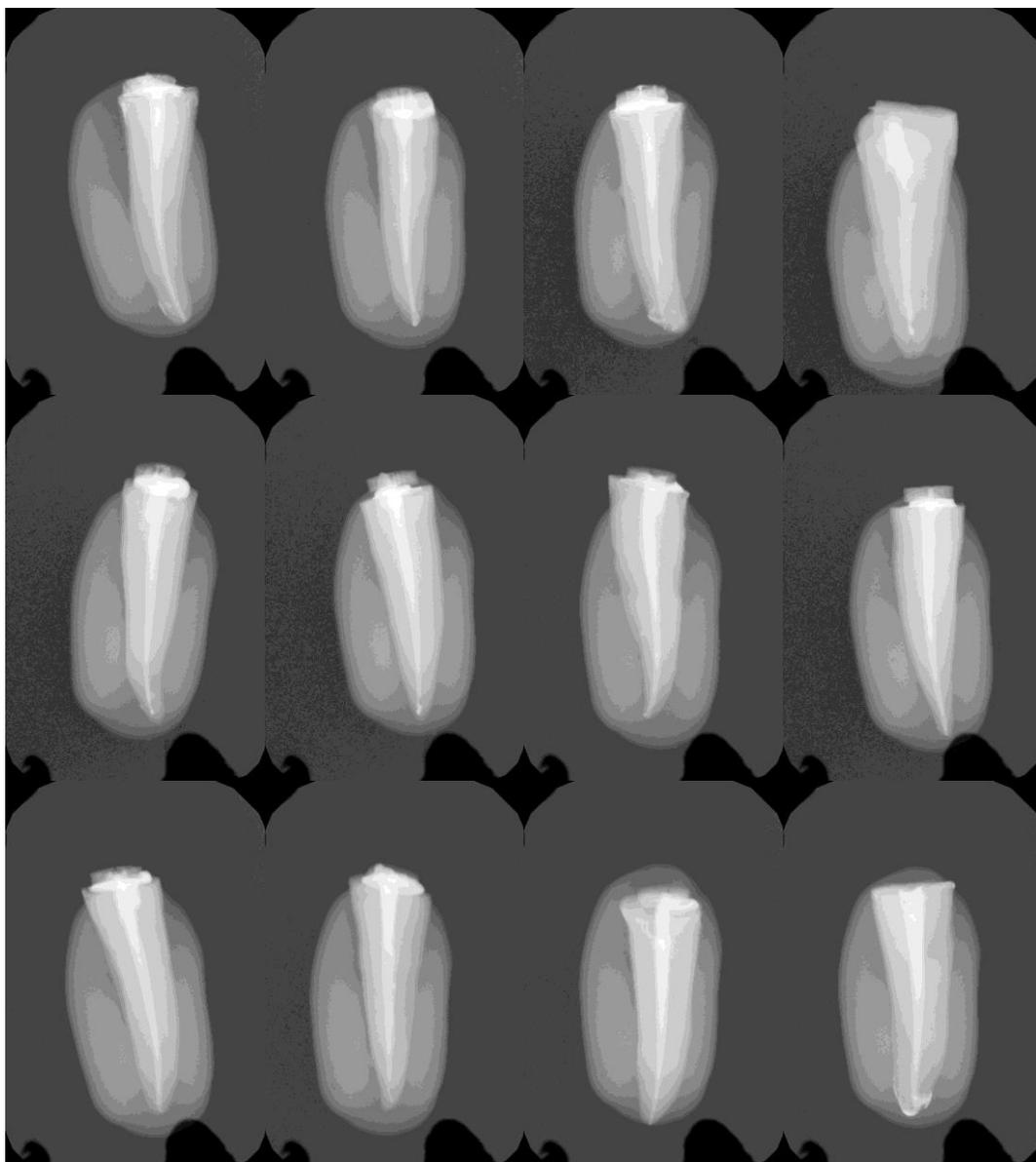
Anexo I

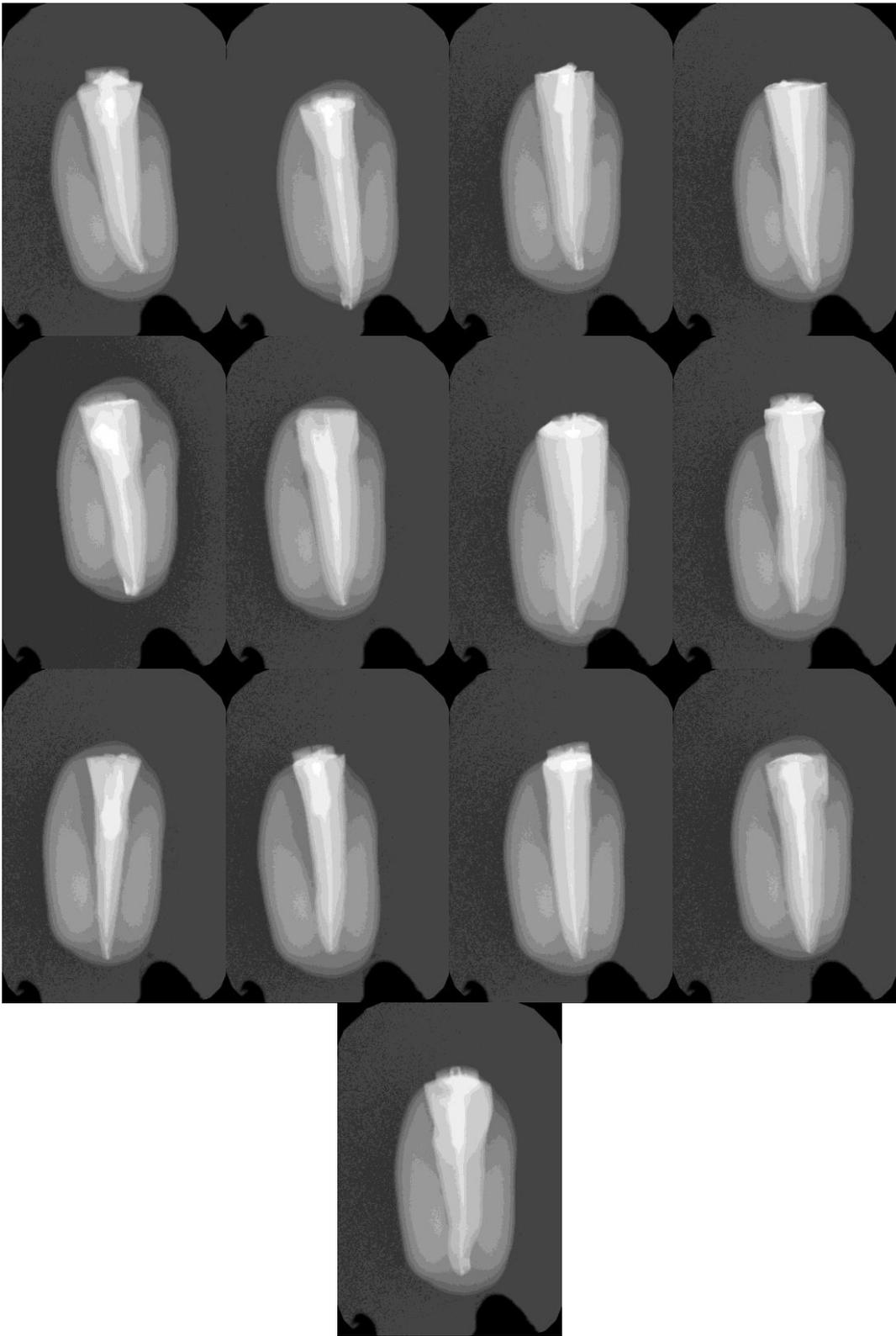
Grupos	CP	CN	Grupo A (GC)	Grupo B (OCC)
CP	-----	-----	p = 0.006	p = 0.004
CN	<0.001	-----	<0.001	<0.001
Grupo A			-----	p= 0.928
Grupo B			p= 0.928	-----

Tabela I – Análise estatística dos grupos submetidos à infiltração com ^{99m}Tc

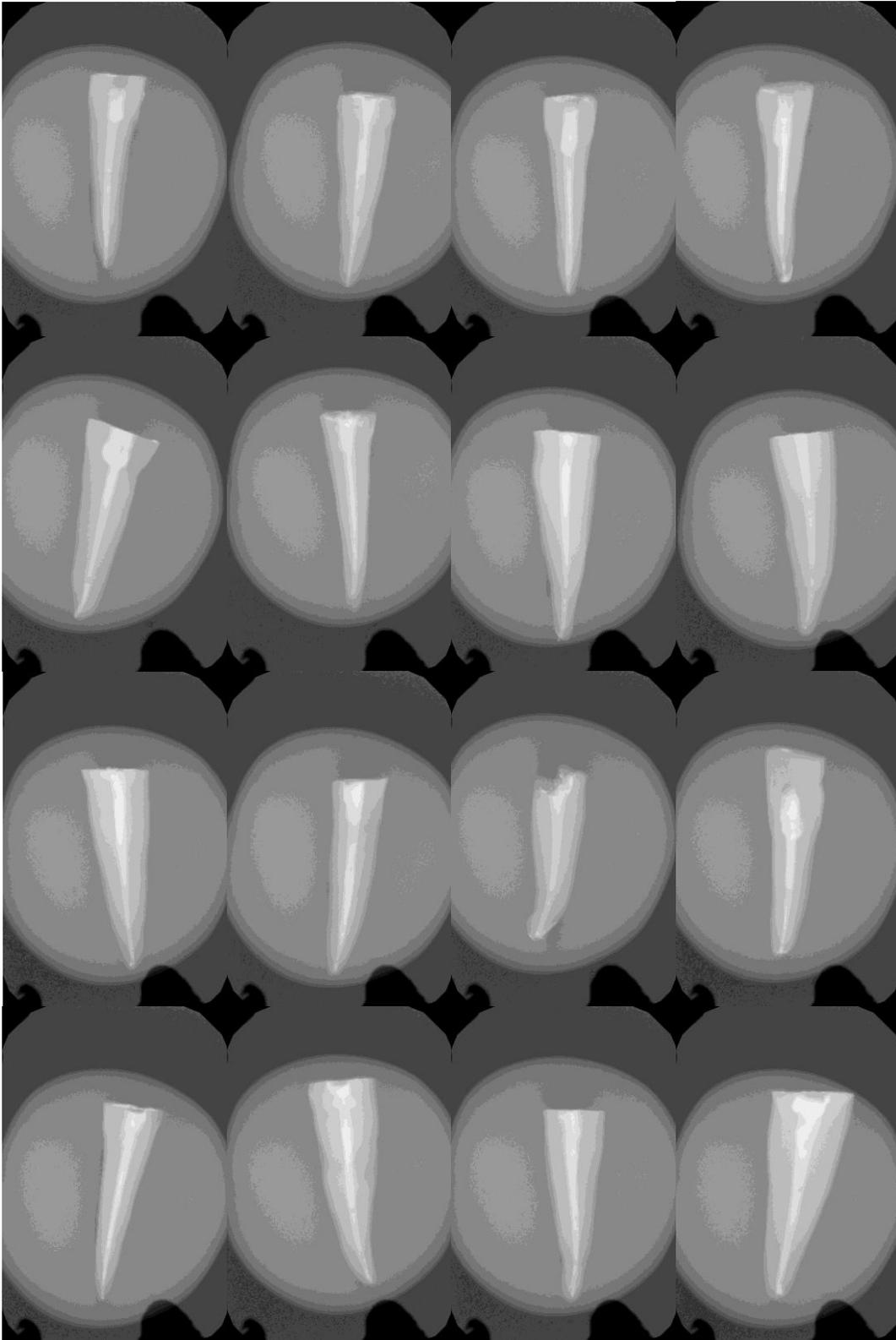
Anexo II

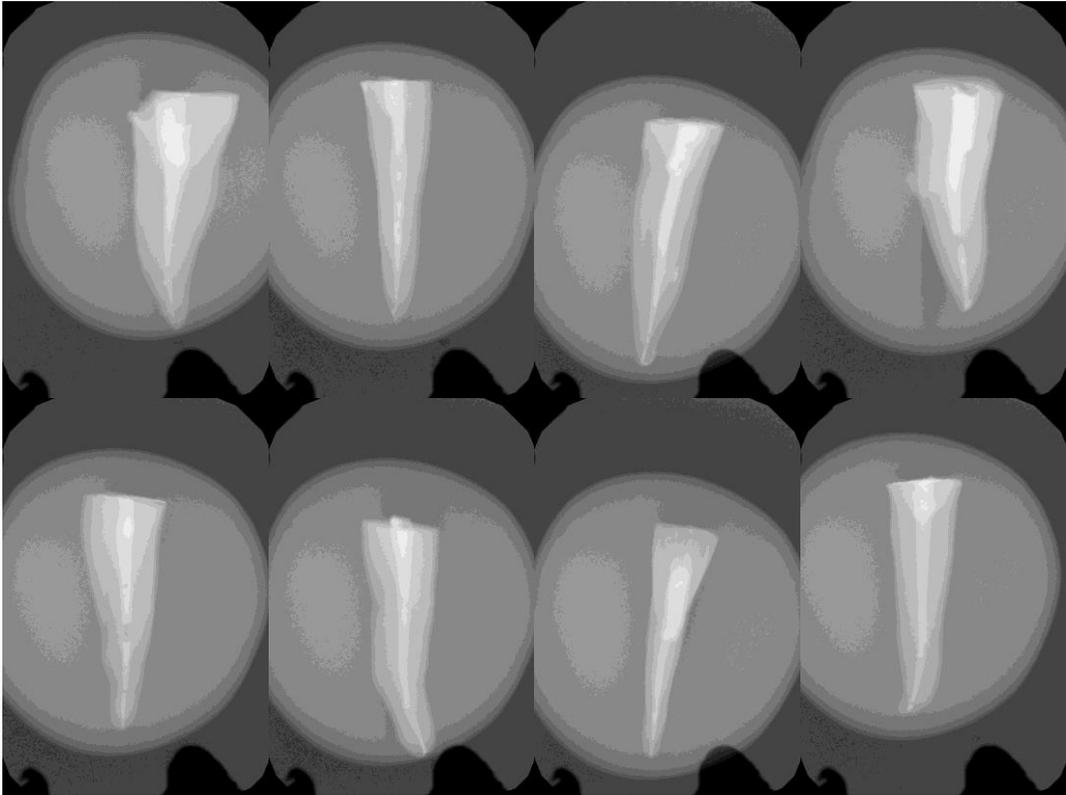
a) Imagens radiográficas dos espécimes do Grupo A (GCP)





b) Imagens radiográficas dos espécimes do Grupo B (OCC)





Lista de abreviaturas

^{99m}Tc – Tecnécio 99 metastável

CN - Controlo Negativo

CP - Controlo Positivo

EDTA - Ácido Etilenodiamino Tetra-acético

GCP – *GuttaCore Pink*®

mCi – milicurie

micro-CT – microtomografia computadorizada

mL - mililitro

mm – Milímetro

Ncm – Newton centímetro

NiTi – Níquel-Titânio

OCC - Onda de Calor Contínua

rpm – rotações por minuto