

1 2 9 0



FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

**Avaliação da micro-infiltração apical de três técnicas de
obturação com guta-percha em canais curvos**

Maria Manuela Ribeiro

Orientadora: Doutora Siri Folques Vicente de Paulo

Co-Orientadora: Professora Doutora Ana Margarida Abrantes

Co-Orientador: Mestre José Pedro Martinho

Coimbra, 2019

Avaliação da micro-infiltração apical de três técnicas de obturação com guta-percha em canais curvos

Ribeiro, M.¹; Abrantes, A.²; Martinho, J.³; Paulo, S.³

- 1) Aluna do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
- 2) Professora Auxiliar do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
- 3) Assistente Convidado(a) do Mestrado Integrado em Medicina Dentária 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: mmaccr@gmail.com

Sumário

| | |
|--|----|
| Resumo | 3 |
| Abstract | 5 |
| 1. Introdução | 4 |
| 2. Materiais e Métodos | 6 |
| 2.1 Seleção da Amostra | 6 |
| 2.2 Preparação químico-mecânica dos canais radiculares | 6 |
| 2.3 Estratificação e divisão da amostra | 7 |
| 2.4 Obturação dos canais radiculares | 7 |
| 2.5 Avaliação da micro-infiltração | 8 |
| 2.6 Avaliação microscópica e radiográfica pós-obturaçã..... | 9 |
| 2.7 Análise Estatística | 9 |
| 3. Resultados | 10 |
| 4. Discussão | 12 |
| 5. Conclusões | 18 |
| Referências Bibliográficas | 19 |
| Anexos..... | 29 |

Resumo

Introdução: A generalidade dos tratamentos endodônticos exigem a obturação de canais curvos contudo, a maioria dos estudos sobre micro-infiltração apical é limitada a canais retos e largos. O objetivo deste estudo foi comparar a micro-infiltração apical em canais curvos obturados com as três técnicas de obturação mais utilizadas.

Materiais e Métodos: Foram selecionadas e preparadas 64 raízes de molares e pré-molares humanos, com recurso ao sistema WaveOne Gold®. Os espécimes foram divididos em cinco grupos: dois controlos, um positivo (CP) e um negativo (CN) e três experimentais obturados com o cimento de obturação Sealapex®, segundo a técnica de condensação lateral a frio (TCL), técnica híbrida com condensação lateral a frio associada a compactação vertical com onda de calor contínua (TH) e técnica de obturação com cone único e condensação vertical com onda de calor contínua (TCU). A avaliação da micro-infiltração foi efetuada recorrendo à infiltração com Tecnécio 99 metastável. As imagens cintigráficas foram captadas numa câmara gama com tradução quantitativa. Após a obturação, foi realizada a avaliação radiográfica e microscópica apical da obturação e calculada a área ocupada pelo cimento e pela guta-percha a nível do ápex. Os valores obtidos foram analisados estatisticamente para $p < 0.05$.

Resultados: Após incubação dos espécimes com Tecnécio 99 metastável foram obtidos os valores das contagens totais de interações detetadas. O controlo positivo apresentou valores significativamente superiores aos do controlo negativo ($27498,6 \pm 3129,6$ versus $394,4 \pm 120,3$. $p < 0,001$). Os grupos obturados segundo as técnicas TCL, TH, TCU, apresentaram, respetivamente, valores médios das contagens totais de $2912,7 \pm 1179,9$, $2590,9 \pm 537,3$ e $3603,9 \pm 2353,3$. Sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, contudo existe correlação entre a quantidade de micro-infiltração e a área ocupada pelo cimento a nível apical ($r^2=0,309$).

Conclusão: Os grupos controlos validaram o método utilizado para análise. Apesar de não apresentarem diferenças estatisticamente significativas, a TCU esteve associada a valores mais elevados de micro-infiltração e a TH aos valores mais reduzidos, mostrando-se superior à TCL. A quantidade ocupada pelo cimento de obturação pode ser um fator determinante na quantidade de micro-infiltração.

Palavras-Chave: Micro-infiltração apical; Técnica de condensação lateral; Técnica de compactação vertical com onda de calor contínua; Técnica com cone único; Medicina Nuclear.

Abstract

Introduction: Many endodontic treatments will require the obturation of a curved canal however, the majority of studies about apical microleakage are limited to straight and wide canals. The aim of this study was to compare the apical microleakage in curved canals obturated with the three most used techniques.

Materials and Methods: 64 roots of human molars and premolars were selected and prepared using the WaveOne Gold® system. The specimens were divided into five groups: two control groups, one positive (PC) and one negative (NC) and three experimental groups, obturated with Sealapex®, with a cold lateral condensation technique (LCT), a hybrid technique with cold lateral condensation and vertical compaction with continuous wave of condensation (HT) and a single cone technique with continuous wave of condensation (SCT). The microleakage evaluation was made through the infiltration of Technetium 99 metastatic. The scintigraphic images were captured in a gamma camera with quantitative translation. After the obturation, a radiographic and apical microscopic evaluation of the obturation was performed and the area occupied by the sealer and gutta-percha, at the apex level, was calculated. The values obtained were statistically analyzed for $p < 0.05$.

Results: After incubation of the specimens with Technetium 99 metastatic the total counts of detected interactions were obtained. The positive control presented values significantly higher than those of the negative control (27498.6 ± 3129.6 versus 394.4 ± 120.3). The TCL, TH, TCU, groups presented, respectively, mean values of the total counts of 2912.7 ± 1179.9 , 2590.9 ± 537.3 and 3603.9 ± 2353.3 . The results found no statistically significant difference between the experimental groups, however, there was a correlation between the amount of microleakage and the area occupied by the sealer at the apex ($r^2 = 0.309$).

Conclusion: The control groups validated the method used for analysis. Although the results did not find statistically significant differences, it was verified that the SCT was associated to the higher values of microleakage and the HT to the smaller values, being superior to the LCT. The space occupied by the sealer may play a determining role in microleakage.

Keywords: Apical microleakage; Lateral compaction technique; Continuous wave of condensation; Single cone technique; Nuclear medicine.

1. Introdução

O principal objetivo do tratamento endodôntico é a desinfecção químico-mecânica do sistema de canais radiculares e a sua obturação tridimensional.¹⁻⁵ Uma parte do sistema de canais radiculares permanece intacta mesmo após correta desinfecção, albergando restos de polpa necrótica e bactérias,⁶ pelo que a presença de espaços vazios na obturação pode favorecer a recolonização do canal por parte de microrganismos deixados em áreas não abordadas.^{2, 5, 7}

Alcançar uma barreira apical hermética permanece como o principal objetivo da obturação.^{1, 3, 5, 7-9} Esta consegue impedir a infiltração de exsudatos periapicais, diminuir o risco de desenvolvimento de periodontite apical e promover um ambiente propício à cicatrização tecidual, evitando o fracasso do tratamento.^{1, 3, 5, 9, 10}

A técnica de condensação lateral a frio (TCL) ainda é a mais utilizada e ensinada em todo o mundo, sendo também utilizada na avaliação de outras técnicas de obturação, como ponto de referência.^{4, 5, 9, 11} Apesar de menos sensível à técnica do operador, esta não consegue preencher certas irregularidades do canal.^{2, 4, 5, 9, 11} Os cones de guta-percha não se fundem numa massa homogênea, sendo o cimento que preenche os espaços vazios entre os cones, os canais laterais e acessórios.^{2, 4}

As técnicas de obturação termoplásticas surgiram numa tentativa de melhorar a adaptação do material de obturação às irregularidades do canal radicular.^{1, 2, 4, 9, 12}

A técnica de compactação vertical com onda de calor contínua é uma técnica termoplástica que utiliza um *plugger* aquecido para a fase *downpack*, criando um batente apical, e um sistema de injeção de guta-percha termoplastificada para a fase de *backfill*.³ No entanto, esta apresenta maior probabilidade de extrusão do material de obturação para os tecidos periapicais.^{3, 4}

Atualmente, devido à utilização generalizada de instrumentos mecanizados de níquel-titânio (NiTi), a obturação com cone único tornou-se mais popular.⁷ Esta técnica, considerada mais simples, diminui o stress em consulta melhorando a prática clínica.⁷ Para superar a possível desvantagem de um cone único de guta-percha, circundado por cimento de obturação, não promover uma adequada selagem apical, foi proposta uma técnica híbrida com a aplicação da técnica da onda de calor contínua.⁵

Na prática clínica diária, a maioria dos tratamentos endodônticos exigem a obturação de um canal curvo.⁸ A presença de uma curvatura constitui uma complexidade acrescida, quer a nível da preparação químico-mecânica, quer da obturação.⁹

Infelizmente, a maioria das investigações sobre micro-infiltração apical é limitada a canais retos e largos.¹³⁻¹⁵ Não sendo comparáveis, quanto ao grau de dificuldade, com os canais finos e curvos comumente presente nos molares, os resultados desses estudos podem não ser transponíveis.¹⁶

Para avaliar a micro-infiltração apical, têm sido utilizados vários métodos experimentais nomeadamente a avaliação da infiltração de corantes, bactérias, proteínas, endotoxinas, glicose, radioisótopos, a análise microscópica e micro-tomografia computadorizada (micro-CT).^{12, 16, 17}

Como radioisótopo, o Tecnécio 99 metastável (^{99m}Tc) é o mais utilizado na Medicina Nuclear Diagnóstica.^{18,19} Este radionuclídeo consegue acumular-se temporariamente num órgão/tecido específico e ser detetado através de uma câmara gama originando imagens cintilográficas, com tradução quantitativa.^{18, 19}

O objetivo deste trabalho é a comparação entre três métodos de obturação distintos: técnica de condensação lateral a frio (TCL), técnica híbrida que associa a condensação lateral a frio e vertical com onda de calor contínua (TH) e obturação com cone único e compactação vertical com onda de calor contínua (TCU), utilizando a avaliação da infiltração de ^{99m}Tc. Foram assumidas como hipóteses de estudo: H0 - Não existem diferenças estatisticamente significativas na micro-infiltração entre as três técnicas de obturação e H1 - Existem diferenças estatisticamente significativas na micro-infiltração entre as três técnicas de obturação.

2. Materiais e Métodos

2.1 Seleção da Amostra

Foram analisadas 127 raízes de molares e pré-molares definitivos, extraídos por motivos periodontais, ortodônticos ou por lesão de cárie, com pelo menos uma raiz com curvatura visível. Estabeleceu-se como critérios de exclusão a presença de reabsorções apicais, formação radicular incompleta e ausência de permeabilização apical. Durante o processo de seleção os dentes foram armazenados em soro fisiológico.

As cavidades de acesso foram realizadas recorrendo a uma broca esférica e a uma broca Endo-Z (Dentsply- Maillefer Ballaigues, Suíça) quando a câmara pulpar apresentava remanescente do teto ou não permitia um acesso retilíneo aos canais radiculares.

A odontometria foi determinada usando uma lima manual K de aço inoxidável (Dentsply-Maillefer Ballaigues, Suíça) de tamanho 015, que foi inserida através do forâmen apical, sendo a odontometria de trabalho (Odm) definida como este comprimento menos 1 mm.

Posteriormente, os dentes foram radiografados com recurso a um suporte em silicone putty pré-confeccionado (Aquasil Soft Putty, Denstply). O grau de curvatura radicular foi determinado segundo o método de Weine²⁰ e classificado de acordo com a *American Association of Endodontists* em curvatura ligeira ou ausente, moderada e acentuada.²¹ Essa classificação foi efetuada individualmente por três operadores, existindo uma concordância de 98%.

Nos dentes cuja Odm era superior a 20 mm foi seccionada parcialmente a coroa clínica, para permitir uma utilização das limas mecanizadas de modo estandardizado nas várias raízes.

Foram incluídas 64 raízes da amostra inicial no estudo experimental.

2.2 Preparação químico-mecânica dos canais radiculares

Os canais radiculares foram inicialmente permeabilizados e instrumentados manualmente com uma sequência de limas k10, k15 e k20, alternando a instrumentação com a irrigação do canal com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5 %.

Seguidamente, os dentes foram preparados com uma única lima, a lima Primary WaveOne Gold® #25.07(Denstply-Maillefer). O contra-ângulo de redução 6:1 (VDW SILVER

RECIPROC) utilizado foi acionado por um motor elétrico (VDW SILVER RECIPROC) a 250 rpm, com um torque de 2Ncm. Como lubrificante de canais foi utilizado um gel à base de EDTA (Glyde, Denstply-Maillefer Ballaigues, Suíça). A permeabilização apical foi mantida e verificada no final da instrumentação.

Por fim, os canais foram irrigados com NaOCl a 2,5%, EDTA a 17% (Canal Pro™, Coltène/Whaledent Inc. Langeneu/Germany) com agitação manual da solução com um cone de guta-percha durante 60 segundos, e álcool a 70%. De seguida os canais foram secos com cones de papel (tamanho 030 e 025) (Denstply-Maillefer).

2.3 Estratificação e divisão da amostra

Neste estudo foram criados três grupos experimentais (TCL, TH, TCU) e dois grupos de controlo (CP, CN). O CP foi composto por sete raízes não obturadas, após preparação químico-mecânica e o CN por nove raízes completamente seladas com verniz. Os grupos de controlo têm como objetivo a validação da técnica de análise da micro-infiltração utilizada. Os grupos experimentais foram compostos por 16 raízes cada um.

As raízes foram distribuídas homoganeamente pelos 3 grupos experimentais segundo o grau de curvatura radicular, tipo de raiz e tipologia dos canais radiculares, para que todos os grupos apresentassem características similares entre si.

2.4 Obturação dos canais radiculares

A porção apical de todos os dentes foi coberta com uma gaze umedecida com água para evitar a desidratação das raízes, permitir a visualização durante a condensação e evitar lesão do operador por sobreaquecimento da raiz.

Para o Grupo TCL, foram seleccionados cones de guta-percha calibrados, com conicidade de 0.02, que apresentassem “*tug back*” à Odm. O terço apical do cone foi envolvido no cimento de obturação Sealapex (Kerr) e colocado no canal, com movimentos corono-apicais, até à Odm. De seguida, foram acrescentados cones acessórios com recurso a um condensador lateral até que este não penetrasse além do terço coronal da raiz.

Para o Grupo TH, foi utilizado o protocolo descrito para o grupo TCL na obturação do terço apical dos espécimes. De seguida, seccionou-se a porção dos cones a nível cervical, e fez-se o *downpacking* com a ponta *System B™-Cordless* (Kerr) até 3/4 milímetros do incremento

apical de guta-percha. Deixou-se arrefecer a ponta durante 10 segundos e aqueceu-se, de seguida, para fazer movimento contrário e 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 até à entrada do canal.

Para o Grupo TCU, foram utilizados os cones do sistema WaveOne Gold Primary®, que apresentassem *tug back* à Odm. O terço apical do cone foi envolvido no cimento de obturação Sealapex (Kerr) e colocado no canal, com movimentos corono-apicais, até à Odm. Posteriormente, para a aplicação da onda de calor contínua, utilizou-se o protocolo descrito para o grupo TH.

Para todos os grupos, os excessos coronais de guta-percha foram removidos com a ponta do Sistema B aquecida e compactando-se verticalmente a frio. A entrada dos canais foi limpa com pequenas bolas de algodão embebidas em álcool e as raízes individualizadas com a ajuda de um disco de carboneto de silício, montado numa peça de mão.

Por fim, todos os espécimes foram radiografados para avaliação da qualidade da obturação.

2.5 Avaliação da micro-infiltração

Em cada grupo experimental e controlo positivo, as raízes foram impermeabilizadas com 3 camadas de verniz das unhas, excetuando os 2 milímetros apicais. Os espécimes do controlo negativo foram totalmente recobertos com verniz.

Cada espécime foi colocado, num tubo de ensaio, em contacto ao nível da porção apical com 60 µL de uma solução de ^{99m}Tc (8 mCi/ml) durante 3 horas. De seguida, foi removido o verniz da superfície da raiz, com recurso a um bisturi e os espécimes foram colocados numa câmara gama a Millenium (GE Healthcare, Little Chalfont, Reino Unido), durante 2 minutos, com uma matriz de 256x256 pixels, zoom 1 para a obtenção das imagens cintigráficas.

Para cada espécime foi desenhada uma região de interesse (ROI) de 2915 pixels e obtidas as contagens totais, médias e máximas.

Um especialista experiente, de modo cego, realizou todos os procedimentos do âmbito da Medicina Nuclear.

2.6 Avaliação microscópica e radiográfica pós-obturação

As radiografias da obturação dos espécimes foram avaliadas por 3 operadores distintos relativamente ao nível apical da obturação,   sua homogeneidade e adaptação às paredes do canal.

A porção apical dos espécimes foi também analisada e fotografada através do microscópio (Leica M320 F12), com uma ampliação de 40x, no qual se obtiveram imagens de 3648x3726 pixels. Posteriormente foi determinada a área do forâmen apical e da área ocupada pelo cimento de obturação, em pixels, com recurso ao programa digital ImageJ.

Estes dados foram registados num documento *Excel* e utilizados para uma melhor interpretação e discussão dos resultados obtidos. Os critérios radiográficos e microscópicos encontram-se respetivamente no anexo I e II.

2.7 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao software IBM® SPSS® v. 22 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA) e considerou-se uma significância de 0,05 para todas as comparações. A avaliação da normalidade de distribuição das variáveis quantitativas foi feita de acordo com o teste de Shapiro-Wilk. As comparações entre os cinco grupos foram realizadas segundo o teste Kruskal-Wallis.

Posteriormente, foi realizado o teste de Spearman para avaliar a correlação entre a micro-infiltração e os seguintes parâmetros: grau de curvatura radicular; área do ápex; área ocupada pelo cimento de obturação; avaliação radiográfica da qualidade da obturação e avaliação microscópica do ápex.

3. Resultados

Os valores das contagens totais obtidas após incubação com ^{99m}Tc para os diferentes grupos experimentais e de controlo encontram-se representados na figura 1.

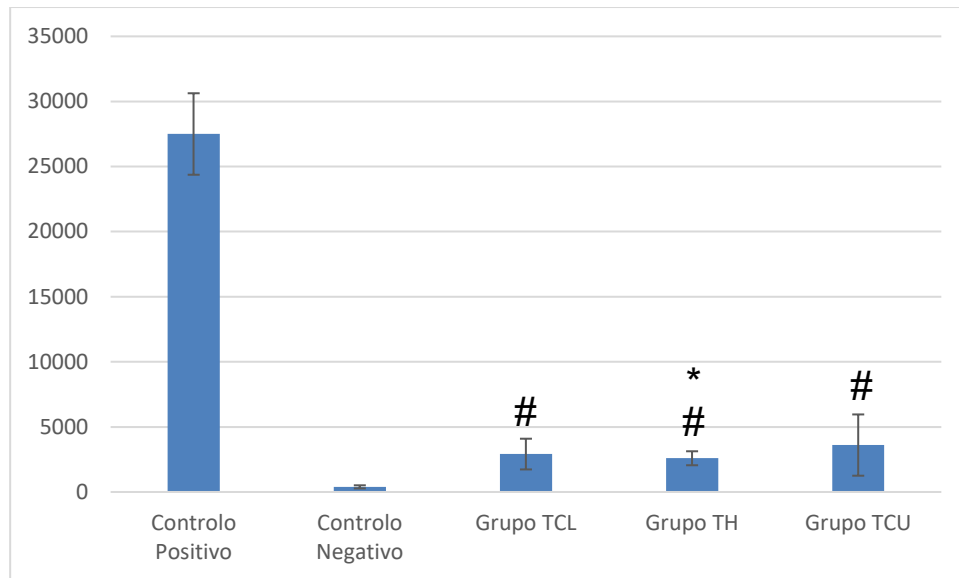


Figura 1 – Valores das contagens totais obtidos após incubação com ^{99m}Tc . Legenda: * Resultados estatisticamente significativos quando comparado com o CP; # Resultados estatisticamente significativos quando comparado com o CN

Estes resultados demonstraram que o CN apresentou valores significativamente inferiores aos do CP ($393,4 \pm 120,3$ versus $27498,6 \pm 3129,6$), apresentando-se este método válido para a análise ($p < 0,001$).

Os grupos TCL, TH e TCU apresentaram valores médios das contagens totais de $2912,7 \pm 1179,9$, $2590,9 \pm 537,3$ e de $3603,9 \pm 2353,3$, respetivamente.

Nesta sequência, verificou-se uma diminuição significativa da micro-infiltração apenas para o grupo TH ($p = 0,021$) comparativamente com o CP.

Comparativamente com o CN verificou-se um aumento da micro-infiltração estatisticamente significativa para o grupo TCL ($p=0.009$), para o grupo TH ($p=0.042$) e para o grupo TCU ($p=0,005$).

Relativamente à micro-infiltração, entre os grupos TCL, TH e TCU não se verificaram

diferenças estatisticamente significativas. Foi aceite assim a hipótese nula de igualdade dos valores dos três grupos estudados.

Os dados relativos aos testes de correlação estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 –Correlação entre a micro-infiltração e grau de curvatura, área do ápex, área ocupada pelo cimento e avaliação radiográfica e microscópica da obturação.

| | |
|-------------------------------------|------------------|
| Grau de curvatura radicular | p= 0,984 |
| Área do ápex | p= 0,102 |
| Área ocupada pelo cimento | p= 0,03 * |
| Avaliação radiográfica da obturação | p= 0,654 |
| Avaliação macroscópica da obturação | p= 0,093 |

Legenda: * Estatisticamente significativo para $p < 0,05$

Apenas a área ocupada pelo cimento apresentou correlação com a micro-infiltração estatisticamente significativa. O valor da correlação obtido foi de $r^2 = 0,309$.

4. Discussão

Existem poucas evidências para substanciar a qualidade da selagem apical das várias técnicas de obturação em canais curvos e finos, uma vez que a maioria dos estudos estão limitados a canais retilíneos e amplos.¹³⁻¹⁵ Para além disso, estes introduzem simplificações protocolares (ex: remoção da coroa clínica) não compatíveis com a dificuldade das situações clínicas diárias do médico dentista.²²⁻²⁴ A preparação e obturação de canais curvos representa um dos maiores desafios da endodontia²² e como tal, os resultados desses estudos podem não ser transponíveis.²³

Apesar da popularidade das técnicas de obturação termoplástica e dos vários estudos que afirmam a sua superioridade comparativamente à técnica convencional de compactação lateral, esta última continua a ser utilizada como ponto de referência para a avaliação de outras técnicas de obturação.^{1, 2, 4, 5, 9, 11, 12}

A realização deste trabalho experimental procurou mimetizar os passos de um tratamento endodôntico em condições biológicas aproximadas. Para isso, foram utilizados dentes naturais, o seu armazenamento foi feito em soro fisiológico de modo a manter as condições de hidratação num meio mais próximo ao existente *in vivo*,²⁵ a coroa não foi removida, apenas parcialmente seccionada quando necessário, e estes foram envolvidos numa gaze húmida durante a instrumentação e obturação.

Para a técnica com aplicação da onda de calor contínua está aconselhada uma preparação canalar que resulte numa conicidade mais acentuada, de modo a permitir a entrada dos *pluggers* aquecidos no interior do canal.^{26, 27} Assim, na instrumentação do sistema de canais radiculares, foi utilizada uma lima única mecanizada Primary WaveOne Gold® #25 .07. A sua liga metálica mais flexível e movimento recíproco, que diminui a fadiga cíclica e a fratura por torção, tornam-na vantajosa na instrumentação de canais curvos.²⁸ Para além disso, o movimento recíprocante em amplitudes desiguais, ajuda a uma maior rapidez na progressão da lima até ao comprimento de trabalho, sem ser necessário realizar uma pressão excessiva do instrumento.^{28, 29} Este sistema também tem revelado menor extrusão de detritos para a zona periapical e maior eficácia na sua remoção do interior do canal.^{28, 29}

Após a instrumentação, todas as raízes foram sujeitas ao protocolo de irrigação final previamente descrito para a remoção da *smear-layer* uma vez que esta, para além de aprisionar microrganismos,¹⁷ pode atuar como uma barreira física à penetração do cimento de

obturação nos túbulos dentinários.²⁵

O Sealapex é um cimento de obturação biocompatível e com a capacidade de produzir um polímero reticulado rígido e forte com o colagénio presente na matriz dentinária.¹⁴ Para além disso, quando hidratado, este liberta produtos derivados do hidróxido de cálcio¹⁴ com capacidade de indução da formação de tecidos duros a nível periapical.^{25, 30} Contudo, os resultados quanto ao cimento de obturação que proporciona menor micro-infiltração apical são contraditórios, existindo vários estudos que relatam não existir diferenças significativas entre vários cimentos atualmente comercializados.^{14, 30}

De modo a avaliar a qualidade da obturação a nível apical, de entre os vários métodos experimentais descritos,^{12, 16, 17} optou-se pela avaliação da infiltração com radioisótopos. Este é um método que apresenta várias vantagens, nomeadamente o facto de ser um método quantitativo bastante sensível na avaliação da micro-infiltração,¹¹ não ser absorvido pela matriz dentinária ou pelos cristais de hidroxiapatite,⁸ e não inviabilizar utilizações futuras das amostras.¹¹

Embora a infiltração de corantes seja o método mais comumente utilizado na avaliação da micro-infiltração apical, este não é suficientemente sensível¹¹ e alguns corantes reagem com a dentina, podendo levar a resultados desfavoráveis.³¹ O modelo recorrendo a bactérias apesar de ser o método clínica e biologicamente mais relevante, não pode ser usado quando o cimento de obturação apresenta atividade antimicrobiana, como é o caso do Sealapex.^{30, 32} Outra vantagem da infiltração com radioisótopos relativamente ao modelo biológico é o facto de permitir avaliar a infiltração de moléculas. A infiltração passiva do ^{99m}Tc dá-se por capilaridade,¹⁸ assim o facto de uma obturação permitir a passagem desta molécula não significa que permita a re-contaminação do canal por parte das bactérias, uma vez que estas apresentam um tamanho superior.¹⁷ Por sua vez, uma obturação considerada *bacteria-tight* pode permitir a passagem de toxinas bacterianas e exsudatos inflamatórios, com efeitos igualmente negativos para a qualidade da obturação e sucesso do tratamento.^{17, 33} A avaliação através de micro-CT ou microscopia eletrónica de varrimento, apesar de bastante útil e considerada superior relativamente ao método utilizado,¹⁷ apenas pode ser representativa do potencial de micro-infiltração³² não podendo constituir uma análise por si só da micro-infiltração real de uma determinada técnica.

Numa tentativa de evitar que apenas os resultados de um único teste definissem a qualidade da obturação dos espécimes, foi também realizada, de forma complementar, a análise das radiografias pós-obturação e a análise microscópica do forâmen apical.

Os resultados do presente estudo demonstram que nenhum dos grupos experimentais conseguiu prevenir completamente a micro-infiltração. A falta de adesividade da guta-percha às paredes dos canais radiculares e ao cimento, torna impossível evitar completamente a micro-infiltração, sendo este um dos pontos fracos na terapêutica endodôntica.³⁴

Apesar de se ter aceitado a hipótese nula de ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos estudados, o grupo TH apresentou os melhores resultados entre os três grupos e diferenças estatisticamente significativas com o CP. Estes resultados foram corroborados pelo estudo de Cueva-Goig, R. *et al* (2016).²² Por outro lado, Farea, M. *et al* (2009) relataram a superioridade da TCU relativamente à TCL.²⁴ Pommel, L., *et al* (2001) relataram ainda níveis menores de micro-infiltração nas técnicas que recorriam ao sistema B comparativamente com a TCL ou a técnica de cone único convencional.²³ Segundo Monticelli, F. *et al* (2007), quando comparada com a técnica de cone único convencional, a TCU revelou-se superior quanto aos valores de micro-infiltração.³⁵ No entanto estes estudos são realizados em dentes monorradiculares ou raízes com canais retos e amplos.

Os resultados contraditórios em relação à superioridade ou igualdade das técnicas termoplásticas pode ser explicado quer pela evolução dos materiais de obturação utilizados, quer pelas diferenças na metodologia observadas como ao nível de: amostra utilizada; método de avaliação da micro-infiltração; cimento utilizado; realização da técnica de obturação e tempo entre obturação e a avaliação da micro-infiltração.^{22-24, 35}

Uma possível explicação para não se verificarem diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes técnicas, pode estar no pequeno diâmetro de alargamento apical efetuado, uma vez que Diemer *et al* (2006) já relatou que a infiltração apical é menos comum em canais preparados com uma lima 025 do que, por exemplo, com uma lima 040.³⁶ O diâmetro da preparação apical é um tema relativamente controverso em endodontia, não existindo um consenso quanto ao seu tamanho.³⁷ Estudos que avaliaram a relação da micro-infiltração apical com o diâmetro da preparação apical verificaram não existir diferenças estatisticamente significativas para os grupos experimentais, contudo, os maiores valores foram registados para os maiores diâmetros.^{37, 38} No presente estudo, não houve necessidade de utilizar limas de calibre superior à Primary WaveOneGold®#25.07, devido às curvaturas radiculares existentes. Ruddle *et al* (2016) referiu ainda que esta lima é eficaz, em mais de 80% das vezes, na conformação adequada de um canal radicular.²⁹ Para além disso, quando é alcançada a conicidade necessária para a renovação da solução de irrigação, poderá não ser necessário remover dentina da porção apical para atingir o mesmo nível de desinfeção.³⁹

Contudo a micro-infiltração, apesar de poder ser clinicamente indetetável, influencia o sucesso a longo prazo da terapia endodôntica, uma vez que causa muitos efeitos biológicos graves, levando à recorrência da patologia e à falha do tratamento.¹⁷ Assim, embora os resultados no imediato não apresentem diferenças significativas, o mesmo pode não se revelar a longo prazo.

O grupo que apresentou maior contagem total de ^{99m}Tc foi o grupo TCU. Uma possível explicação é o facto de o *tug-back* não ser dado pela porção mais apical do canal, conduzindo a uma maior razão cimento/guta. Uma vez que a conicidade dos cones utilizados era a mesma que a da preparação, ligeiras falhas na calibração dos cones ou irregularidades na preparação pode levar a que isto aconteça. Para além disso, este foi também o grupo que apresentou maior desvio-padrão o que pode dever-se a uma falta de reprodutibilidade da técnica ou a falhas de execução por parte do operador.

A área ocupada pelo cimento foi o único parâmetro com correlação estatisticamente significativa para a micro-infiltração. Estudos anteriores já propuseram que menores espessuras de cimento pudessem levar a menores níveis de micro-infiltração a curto e longo prazo.^{35, 40} Alguns autores referem ainda que as técnicas termoplásticas originam obturações com 90% de guta-percha.^{23,40} Para além disso, muitos cimentos endodônticos, apesar de desenhados para entrar em contacto direto com os tecidos vitais,¹ são solúveis e podem sofrer contração levando a maiores níveis de micro-infiltração a longo prazo.⁴⁰ Devem ser considerados mais estudos com recurso a métodos de análise combinados com a micro-tomografia computadorizada para avaliar a verdadeira influência da proporção cimento/guta na micro-infiltração.

Numa tentativa de eliminar as variações inter-operador, todas as obturações foram realizadas pelo mesmo operador. Como a realização de um elevado número de obturações no mesmo dia pode levar à fadiga do operador e, conseqüentemente, a uma diminuição da qualidade das obturações, os grupos experimentais não foram obturados todos no mesmo dia.

Uma das maiores limitações de estudos em que são utilizados dentes com curvatura, prende-se com o impedimento da penetração, quer do condensador lateral, quer do *plugger*, perante a localização da curvatura, dificultando a manutenção da mesma distância ao ápex para todos os espécimes. Esta limitação não é verificada em dentes retos, pelo que estudos em canais curvos podem levar ao aparecimento de mais espaços vazios do que os verificados para estes dentes. Para além disso, uma maior distância do *plugger* ao ápex provocada por uma curvatura mais cervical, pode levar a uma incorreta termoplastificação da guta-percha na

porção mais apical.³⁵ Nestes casos, a obturação que foi efetuada na fase inicial é que vai determinar a selagem apical da obturação.

Cabe também notar que este estudo compara três técnicas nas quais uma delas não sofre a ação da temperatura. Este fator é importante uma vez que as propriedades físicas e químicas do cimento de obturação podem ser afetadas pelas mudanças de temperatura e também pela falta de aquecimento uniforme ao longo de todo o comprimento da obturação.^{11, 41} Neste estudo foi utilizado o cimento de obturação Sealapex que, de acordo com Chang, S.W. *et al* (2014), não sofre alterações químicas significativas com a ação da temperatura.⁴² No entanto, as alterações físicas sofridas pelo cimento podem levar a alterações a nível da micro-infiltração. Cimentos como o AHplus sofrem alterações químicas e físicas desfavoráveis com a ação da temperatura, tal como outros cimentos de obturação, pelo que uma cuidada interpretação dos resultados deve ser feita quanto a este parâmetro.^{41, 42}

Contudo, não só as falhas na obturação permitem a entrada de iões e moléculas a um nível nanométrico, mas também a própria dentina, devido à sua permeabilidade, pode permitir a passagem de fluídos e bactérias.^{17, 43} Esta permeabilidade esta dependente de fatores como o volume dos túbulos dentinários, a *smear-layer* e a calcificação da dentina, e pode estar relacionada com a idade e hábitos do indivíduo.^{17, 44} Estudos futuros podem procurar estudar a influência da infiltração a nível nanométrico e das características da dentina no sucesso dos tratamentos endodônticos.

Para além disso, a maioria dos estudos que avaliam a obturação para a técnica de compactação com onda de calor contínua são realizados por endodontistas experientes.^{2, 23, 45} Contudo, apesar da maior curva de aprendizagem necessária para a boa execução desta técnica, os avanços tecnológicos tornaram-na mais simples e projetada para ser usada por clínicos gerais.^{23, 46} Estudos futuros podem comparar os resultados obtidos por um endodontista treinado, com os de um clínico geral experiente, ou pós-graduado em endodontia.²³

Torna-se também importante lembrar que, apesar da selagem a nível apical ser indispensável para o sucesso do tratamento endodôntico, esta não é suficiente, sendo necessário uma adequada selagem coronária.^{1, 23, 25} A re-contaminação dos canais radiculares pode dar-se também por falhas a nível da reabilitação coronária que coloquem a obturação em contacto com a microbiota oral.²⁵ Deste modo, uma correta restauração a nível coronário não deve ser negligenciada.

Existe sempre uma limitação na extrapolação dos resultados dos testes *in vitro* para as situações clínicas, principalmente quando vários fatores estão envolvidos. No entanto, os estudos *in vitro* continuam a ser extremamente importantes para o desenvolvimento de novas técnicas, materiais mais vantajosos do que os atuais, e avanços tecnológicos.

5. Conclusões

Tendo presentes as limitações deste estudo, pode concluir-se que:

- Os grupos controlo validaram o método utilizado para análise.
- Nenhuma das técnicas de obturação conseguiu alcançar uma completa selagem hermética.
- Apesar dos grupos experimentais não apresentarem diferenças estatisticamente significativas, a TCU esteve associada a valores mais elevados de micro-infiltração e a TH aos valores mais reduzidos, demonstrando ser potencialmente superior à TCL.

Referências Bibliográficas

1. Orstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics* 2005. p. 25–38.
2. Oh S, Perinpanayagam, H., Kum, D. J. W., Lim, S.-M., Yoo, Y.-J., Chang, S. W., ... Kum, K. Y. Evaluation of three obturation techniques in the apical third of mandibular first molar mesial root canals using micro-computed tomography. *Journal of Dental Sciences*. 2016 11(1)(95–102).
3. Nino-Barrera JL, Gamboa-Martinez LF, Laserna-Zuluaga H, Unapanta J, Hernandez-Mejia D, Olaya C, et al. Factors associated to apical overfilling after a thermoplastic obturation technique - Calamus(R) or Guttacore(R): a randomized clinical experiment. *Acta odontologica latinoamericana : AOL*. 2018;31(1):45-52. Epub 2018/07/30. Factores asociados con la presencia de sobreobturacion apical posterior a una tecnica de obturacion termoplastica Calamus(R) o Guttacore(R): experimento clinico aleatorizado.
4. Ho ESS, Chang JWW, Cheung GSP. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. *Restor Dent Endod*. 2016;41(1):22-8. Epub 2016/01/04.
5. GUESS G, EDWARDS, K., YANG, M., IQBAL, M., & KIM, S. Analysis of Continuous-Wave Obturation Using a Single-cone and Hybrid Technique. *Journal of endodontics*. 2003;29(8)(509–512).
6. Haapasalo M. EU, Zandi H., & Coil J. M Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. . *Endodontic Topics* 2005. p. 77–102.
7. Sadr S, Golmoradzadeh A, Raof M, Tabanfar MJ. Microleakage of Single-Cone Gutta-Percha Obturation Technique in Combination with Different Types of Sealers. *Iran Endod J*. 2015;10(3):199-203. Epub 2015/07/01.
8. Mann SR, McWalter GM. Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. *Journal of endodontics*. 1987;13(1):10-7.
9. Zarei M, Javidi M, Kazemi Z, Afkhami F. In Vitro Evaluation of Apical Sealing Ability of HEROfill® Obturator Versus Cold Lateral Condensation in Curved Root Canals. *J Dent (Tehran)*. 2015;12(8):599-606.
10. Hargreaves KMBL. Obturation of the clean and shaped root canal system. *Cohen Pathways of the Pulp Expert Consult*,. 11th Edition ed: Elsevier; 2015.
11. Marques-Ferreira M, Abrantes M, Ferreira H-D, Caramelo F, Botelho M-F, Carrilho E-V. Sealing efficacy of system B versus Thermafil and Guttacore obturation techniques evidenced by scintigraphic analysis. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(1):e56-e60.
12. Deus GD, Murad, C. F., Reis, C. M., Gurgel-Filho, E., & Coutinho Filho, T. . Analysis of the sealing ability of different obturation techniques in oval-shaped canals: a study using a bacterial leakage model. . *Brazilian Oral Research*. 2006;20(1)(64–69).
13. R. G. 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.
14. Altan H, Göztaş Z, İnci G, Tosun G. Comparative evaluation of apical sealing ability of different root canal sealers. *Eur Oral Res*. 2018;52(3):117-21. Epub 2018/09/01.
15. El Sayed MAAM, Taleb AAA, Balbahaith MSM. Sealing ability of three single-cone obturation systems: An in-vitro glucose leakage study. *J Conserv Dent*. 2013;16(6):489-93.
16. Johnson WT, Zakariasen KL. Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*. 1983;56(3):305-9. Epub 1983/09/01.
17. Muliyaar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KAA. Microleakage in endodontics. *J Int Oral Health*. 2014;6(6):99-104.
18. Infarmed. Folheto informativo: Informação para o utilizador. 2008.
19. D P. Technetium-99m radiochemistry for pharmaceutical applications. *J Labelled Comp Radiopharm*. 2017;60(11)(502-520).

20. Balani P, Niazi F, Rashid H. A brief review of the methods used to determine the curvature of root canals. *Journal of Restorative Dentistry*. 2015;3(3):57-63.
21. endodontists AAo. Guidelines for Using the AAE Endodontic Case Difficulty Assessment Form. Available from: https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2019/02/19AAE_CaseDifficultyAssessmentForm.pdf
22. Cueva-Goig R, Forner-Navarro L, Llana-Puy MC. Microscopic assessment of the sealing ability of three endodontic filling techniques. *J Clin Exp Dent*. 2016;8(1):e27-e31.
23. Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *Journal of endodontics*. 2001;27(7):449-51. Epub 2001/08/16.
24. Farea M, Masudi S, Wan Bakar WZ. Apical microleakage evaluation of system B compared with cold lateral technique: In vitro study. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*. 2010;36(2):48-53. Epub 2010/07/30.
25. Fidel S, Reiss-Araújo C, Baratto Filho F, Reis L, Saúde de Araújo S. Comparação da infiltração apical entre os cimentos obturadores AH Plus, Sealapex, Sealer 26 e Endofill por meio da diafanização 2009. 21-8 p.
26. AM. T. 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.
27. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *Journal of endodontics*. 2006;32(4):281-90. Epub 2006/03/24.
28. Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *INTERNATIONAL DENTISTRY – AFRICAN EDITION*. 2015;6(3).
29. Ruddle CJ. Single-File Shaping Technique: Achieving a Gold Medal Result. *Dent Today*. 2016;35(1):98, 100, 2-3. Epub 2016/02/06.
30. Desai S, Chandler N. Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review. *Journal of endodontics*. 2009;35(4):475-80. Epub 2009/04/07.
31. Vogt BF, Xavier CB, Demarco FF, Padilha MS. Dentin penetrability evaluation of three different dyes in root-end cavities filled with mineral trioxide aggregate (MTA). *Braz Oral Res*. 2006;20(2):132-6. Epub 2006/08/01.
32. Jafari F, Jafari S. Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: A systematic review. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(6):e812-e9.
33. Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR, Moorer WR. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *International endodontic journal*. 1993;26(4):203-8. Epub 1993/07/01.
34. Sinhal TM, Shah RRP, Jais PS, Shah NC, Hadwani KD, Rothe T, et al. An In vitro Comparison and Evaluation of Sealing Ability of Newly Introduced C-point System, Cold Lateral Condensation, and Thermoplasticized Gutta-Percha Obturating Technique: A Dye Extraction Study. *Contemp Clin Dent*. 2018;9(2):164-9.
35. Monticelli F, Sadek FT, Schuster GS, Volkmann KR, Looney SW, Ferrari M, et al. Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. *Journal of endodontics*. 2007;33(3):310-3. Epub 2007/02/27.
36. Diemer F, Sinan A, Calas P. Penetration depth of warm vertical Gutta-Percha pluggers: impact of apical preparation. *Journal of endodontics*. 2006;32(2):123-6. Epub 2006/01/24.
37. Laslami K, Dhoum S, El Harchi A, Benkiran I. Relationship between the Apical Preparation Diameter and the Apical Seal: An In Vitro Study. *Int J Dent*. 2018;2018:2327854-.
38. Moradi S, Lomee M, Gharechahi M. Comparison of fluid filtration and bacterial leakage techniques for evaluation of microleakage in endodontics. *Dent Res J (Isfahan)*. 2015;12(2):109-14.
39. Coldero LG, McHugh S, MacKenzie D, Saunders WP. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *International endodontic journal*. 2002;35(5):437-46. Epub 2002/06/13.
40. Gencoglu N. Comparison of 6 different gutta-percha techniques (part II): Thermafil, JS Quick-Fill, Soft Core, Microseal, System B, and lateral condensation. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2003;96(1):91-5. Epub 2003/07/09.

41. Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with System B heat source. *Journal of endodontics*. 2014;40(4):555-61. Epub 2014/03/29.
42. Chang SW, Lee Y-K, Zhu Q, Shon WJ, Lee WC, Kum KY, et al. Comparison of the rheological properties of four root canal sealers. *Int J Oral Sci*. 2014;7(1):56-61.
43. Kina JR, Kina J, Kina EFU, Kina M, Soubhia AMP. Presence of bacteria in dentinal tubules. *J Appl Oral Sci*. 2008;16(3):205-8.
44. Mjor IA. Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Brazilian dental journal*. 2009;20(1):3-16. Epub 2009/05/26.
45. Gencoglu N YT, 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
46. Buchanan LS. *The Continuous Wave of Obturation Technique, Part 1: Concepts and Tools*. Dentistry Today. 2017.

Anexos

Anexo I – Critérios de avaliação radiográficos

A cada obturação foi atribuído um número de acordo com os seguintes critérios de avaliação radiográficos:

- 1 – Obturação entre 0 e 2 mm do ápex radiográfico e sem falhas visíveis de condensação.
- 2 – Obturação entre 0 e 2 mm do ápex radiográfico com falhas visíveis de condensação.
- 3 – Obturação a > de 2 mm do ápex radiográfico.
- 4 – Sobre-obturação.

Anexo II – Critérios de avaliação microscópicos

A cada obturação foi atribuído um número de acordo com os seguintes critérios:

- 2 – Obturação maioritariamente composta por guta-percha.
- 2 – Obturação maioritariamente composta por cimento de obturação.
- 3 – Sub-obturação.
- 4 – Sobre-obturação.