

Maria Serra Ribeiro Serôdio

**Estudo Comparativo da Micro-infiltração Apical em
Ápices Abertos com recurso a 3 Técnicas de Obturação**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2015

Maria Serra Ribeiro Serôdio

**Estudo Comparativo da Micro-infiltração Apical em
Ápices Abertos com recurso a 3 Técnicas de Obturação**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2015

Maria Serra Ribeiro Serôdio

**Estudo Comparativo da Micro-infiltração Apical em
Ápices Abertos com recurso a 3 Técnicas de Obturação**

“Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para obtenção
do grau de Mestre em Medicina Dentária”

Resumo

Introdução: O momento da obturação do sistema canalar é uma das etapas mais importantes no tratamento Endodôntico, sendo que 60% dos insucessos Endodônticos são responsáveis à inadequada obturação. O principal objectivo da obturação é o preenchimento tridimensional do canal radicular eliminando os espaços vazios anteriormente ocupados pelos tecidos pulpare.

Devido a um selamento apical inadequado no momento da obturação, os microorganismos remanescentes dentro do canal radicular podem desencadear uma micro-infiltração apical.

Sendo que a micro-infiltração é influenciada por diferentes técnicas de obturação e por diferentes materiais obturadores, neste estudo pretendeu-se avaliar qual a técnica e o material que apresenta menor micro-infiltração apical em raízes com ápices abertos.

Objectivos: Este estudo tem como objectivo avaliar *in vitro* a micro-infiltração apical em ápices abertos, calibrados aproximadamente a 70, recorrendo a três diferentes técnicas de obturação.

Materiais e Métodos: Neste estudo foram utilizados 66 dentes monocanales, sendo os quais foram divididos aleatoriamente em 5 grupos. Todos os dentes foram instrumentados recorrendo ao sistema Reciproc® e Profile® a fim de alcançar aproximadamente o calibre 70. O grupo I (20 dentes) foi obturado com a técnica de condensação lateral a frio, o grupo II (20 dentes) foi obturado recorrendo ao System B e, por último, o grupo III (20 dentes) foi obturado com MTA. Os dois grupos restantes grupos, são os grupos controle positivo e negativo (3 dentes + 3 dentes), os quais foram utilizados com o objectivo de atestar a ocorrência de micro-infiltração apical. O método de penetração de corante, foi o método eleito recorrendo ao corante Azul-De-Metileno a 2% para avaliar a micro-infiltração apical nas diferentes técnicas de obturação.

Resultados: No grupo IV (controle positivo) o corante infiltrou no comprimento total do dente, por outro lado, no grupo V (controle negativo) não houve infiltração em nenhuma área da raiz.

O Grupo I apresenta uma micro-infiltração média de 2,5, o Grupo II de 0,6 e o Grupo III 0,4. Em relação ao desvio padrão, os valores são os seguintes: o Grupo I apresenta 1,4, o Grupo II 0,5 e o Grupo III 0,7.

Pode verificar-se a existência de algumas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$) entre o Grupo I e II, assim como, o Grupo I e III. No entanto, verificou-se que não existem diferenças estatisticamente ($p < 0,05$) entre o Grupo II e III.

Conclusões: Após a recolha e análise dos dados conclui-se neste estudo que o MTA foi o grupo que apresentou melhores resultados, ou seja, a menor infiltração apical seguindo-se do grupo do System B e, por último, o grupo da Condensação Lateral a Frio.

Palavras-chave: “MTA AND Applications”, “Aggregate Trioxide Mineral AND Apexification”, “MTA plug”, “Apical microleakage”, “Rotary instrumentation AND Reciprocating instrumentation”, “Gutta-Percha”, “System B”, “Cold Lateral Condensation”, “Dye penetration”, “Obturation”, “open apex AND Apical microleakage”

Abstract

Introduction: The root filling moment is one of the most important steps in Endodontic treatment, 60% of endodontic failures are due to inadequate filling. The main purpose of obturation is the three-dimensional root canal filling eliminating voids previously occupied by pulpal tissues.

Due to inappropriate apical sealing during obturation, the remaining microorganisms in the root canal can promote microleakage.

As microleakage is influenced by different obturation techniques and different filling materials, this study aimed to evaluate which technique and material shows the lower apical microleakage in roots with open apices.

Aim: This study aims to evaluate *in vitro* the apical microleakage on open apices, calibrated approximately at 70, using three different obturation techniques.

Materials and Methods: In these study 66 monocanalares tooth were used, in which were randomly divided into 5 groups . All teeth were instrumented using the Reciproc® system and Profile® system in order to achieve approximately the gauge 70. The group I (20 teeth) were filled with Cold Lateral Condensation , group II (20 teeth) was filled using the System B , and for last, group III (20 teeth) was filled with MTA. The remaining two groups groups are the positive and negative control groups (3 teeth+3 teeth), which were used in order to certify the occurrence of apical microleakage . The dye penetration method , was the chosen method using Methylene Blue dye at 2% to assess the apical microleakage in different filling techniques.

Results: In Group IV (positive control) the dye infiltrated the entire length of the tooth, on the other hand, in Group V (negative control) there was no infiltration in any area of the root.

Group I shown a microleakage average of 2.5 microleakage, Group II 0.6 and Group III 0.4. Regarding the standard deviation, the values are as follows: Group I has 1.4, Group II 0.5 and Group III 0.7.

We can assure the existence of some statistically significant differences ($p < 0.001$) between the groups I and II, as well as Group I and III. However, there was no statistically differences ($p < 0.05$) in group II and III.

Conclusion: After collecting data and deep analysis, we concluded that the MTA group shown the best results, in other words, the group with the least apical microleakage followed by the System B group and, finally, Cold Lateral Condensation group.

Key-words: “MTA AND Applications”, “Aggregate Trioxide Mineral AND Apexification”, “MTA plug”; “Apical microleakage”, “Rotary instrumentation AND Reciprocating instrumentation”, “Gutta-Percha”, “System B”, “Cold Lateral Condensation”, “Dye penetration”, “Obturation”, “open apex AND Apical microleakage”

DEDICATÓRIA

À memória do meu Avô

AGRADECIMENTOS

Gostaria agradecer primeiramente aos meus pais e ao meu irmão, que sem eles definitivamente teria sido impossível chegar a este momento, principalmente pela compreensão e incentivo que me deram nestes últimos 5 anos.

À minha melhor amiga, Carolina Rodrigues-Pereira, que sempre foi a minha companheira de estudos e sempre me acompanhou nestas andanças.

À minha binómia, Daniela Cação, que desde o primeiro ano de faculdade tive a sorte de a ter ao meu lado, tornando-se uma grande amiga.

Às minhas amigas, que apesar de não estarem nesta área sempre me perceberam e apoiaram da melhor forma.

Ao Dream Team, que me acompanhou nesta etapa final do curso, sem eles as minhas horas de estudo e trabalho não teriam a mesma animação.

Ao meu orientador e amigo, Miguel Albuquerque Matos, por disponibilizar o seu tempo comigo.

Ao Dr. Carlos Morais, por ter disponibilizado do seu tempo para avaliar o meu estudo.

À Dr^a. Márcia Cascão por toda a ajuda e disponibilidade que ofereceu no decorrer do estudo.

À Endoacademy, pelo material que me disponibilizaram e por todo o apoio dado durante o estudo.

E por fim, todos aqueles que, que contribuíram para a concretização deste estudo e mestrado.

Índice Geral

I. Introdução.....	1
II. Desenvolvimento.....	4
1. Instrumentação Rotatória e Reciprocante.....	4
2. Obturação Endodôntica.....	5
2.1. Técnicas de Obturação Endodôntica.....	8
3. Apexificação.....	17
4. Gutta-Percha.....	23
5. MTA.....	25
6. Micro-infiltração Apical.....	33
6.1. Métodos de avaliação de Microinfiltração Apical.....	34
III. Materiais e métodos.....	38
1. Pesquisa Bibliográfica.....	38
2. Tipo de estudo.....	38
3. Dimensão da amostra.....	38
4. Lista de materiais.....	39
5. Protocolo experimental.....	40
6. Avaliação da micro-infiltração apical.....	45
IV. Resultados.....	47
V. Discussão.....	52
1. Análise crítica dos resultados.....	52
2. Dificuldades do estudo.....	54
VI. Conclusão.....	55
VII. Bibliografia.....	56

Índice de Figuras

Figura 1 - RX final de uma amostra do Grupo I com a angulação M-D.....	42
Figura 2 - RX final de uma amostra do Grupo I com a angulação V-L.....	42
Figura 3 - RX final de uma amostra do Grupo II com a angulação M-D.....	42
Figura 4 - RX final de uma amostra do Grupo II com a angulação V-L.....	42
Figura 5 - RX final de uma amostra do Grupo III com a angulação M-D.....	43
Figura 6 - RX final de uma amostra do Grupo III com a angulação V-L.....	43
Figura 7 - Parte da amostra do Grupo I.....	43
Figura 8 - Obturação do Grupo II utilizando uma esponja para simular o osso alveolar.....	43
Figura 9 - Dente após instrumentação visto por incisal.....	43
Figura 10 - Parte da amostra do Grupo I.....	43
Figura 11 - Corante de Azul de Metileno.....	44
Figura 12 - Amostra de dentes colocada numa placa de cera rosa.....	44
Figura 13 - Amostra de dentes colocada na de cera placa rosa.....	44
Figura 14 - Grupo I submerso em Azul de Metileno.....	44
Figura 15 - Grupo II submerso em Azul de Metileno.....	44

Figura 16 - Grupo III submerso em Azul de Metileno.....	44
Figura 17 - Grupo I e II na estufa a 37°C.....	45
Figura 18 - Grupo III na estufa a 37°C.....	45
Figura 19 - Microscópio com máquina fotográfica incorporada.....	46
Figura 20 - Microscópio com máquina fotográfica incorporada	46
Figura 21 - Corte a 2 mm de uma amostra do Grupo I (Condensação Lateral a Frio).....	50
Figura 22 - Corte a 4 mm de uma amostra do Grupo I (Condensação Lateral a Frio).....	50
Figura 23 - Corte a 1 mm de uma amostra do Grupo II (System B).....	50
Figura 24 - Corte a 4 mm de uma amostra do Grupo II (System B).....	50
Figura 25 - Corte a 1 mm de uma amostra do Grupo III (MTA).....	51
Figura 26 - Corte a 4 mm de uma amostra do Grupo III (MTA).....	51

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Valores da soma de dentes infiltrados por corte.....	47
Tabela 2 – Descrição do número de filtrações por dente e grupo.....	48
Tabela 3 – Teste ANOVA.....	48
Tabela 4 – Teste de Turkey.....	49

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Representação da mediana da infiltração apical através de cada técnica de obturação.....	49
---	----

Índice de Siglas e Abreviaturas

MTA – Agregado de Trióxido Mineral

WMTA - Agregado de Trióxido Mineral Branco

GMTA - Agregado de Trióxido Mineral Cinzento

mm – milímetros

I. Introdução

A inadequada obturação do sistema de canais radiculares é responsável por 60% dos insucessos Endodônticos. O seu principal objectivo é o preenchimento tridimensional e compacto dos espaços vazios anteriormente ocupados pelos tecidos pulpaes. Devemos assim, considerar a obturação um dos momentos mais importantes no tratamentos Endodôntico. Martins et al (2011).

Sabendo que os dentes permanentes jovens apresentam paredes radiculares finas e ausência de constrição apical, a obtenção de um selamento apical torna-se complexo, uma vez que há maior probabilidade de ocorrer uma fractura radicular (Moore, 2011).

Na área de Odontopediatria, o principal objectivo é manter os dentes imaturos saudáveis o maior tempo possível na cavidade oral. É através do diagnóstico pulpar que optamos pelo tratamento ideal. No entanto, quando o dente se encontra necrosado, o recurso à técnica de apexificação é a mais indicada.

A técnica de apexificação com Hidróxido de Cálcio é conhecida há mais de 40 anos e tem sido a mais aplicada e clinicamente aceite. Porém, com o surgimento do MTA, devido às suas características, tornou-se o material de escolha na técnica de apexificação (Moore, 2011).

Devido a um selamento apical inadequado durante o momento da obturação, os microorganismos presentes dentro do canal radicular podem permanecer activos e consequentemente desencadear uma micro-infiltração apical. Veríssimo e Vale (2006), consideram a micro-infiltração apical uma das causas de insucesso mais comuns na terapia Endodôntica.

A micro-infiltração apical é influenciada por várias etiologias, como as diferentes técnicas de obturação, as propriedades físicas ou químicas dos materiais utilizados, ou mesmo, pela presença ou ausência de smear layer.

Com o intuito de encontrar qual a melhor técnica e material de obturação que proporcionam o melhor selamento apical em dentes imaturos, pretendeu-se, neste

estudo, avaliar *in vitro* a micro-infiltração em raízes com ápices abertos, através de 3 técnicas de obturação. As técnicas escolhidas foram previamente pensadas e estudadas, sendo estas: a técnica de condensação lateral a frio, por ser técnica mais utilizada e estudada até aos dias de hoje; a técnica de obturação termoplástica com onda continua de calor ou System B, a fim de comparar se é através da técnica e não do material a causa da micro-infiltração apical; por último, utilizando um material diferente, optamos pela criação de um stop apical com o recurso a MTA.

Este trabalho foi realizado em duas partes, sendo uma parte constituída por uma revisão bibliográfica e outra por um estudo *in vitro*.

Em relação à revisão bibliográfica, esta foi baseada em artigos científicos escritos em inglês e português. Embora, também foram utilizadas obras literárias, assim como informação disponível no repositório da Universidade Fernando Pessoa e da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.

O estudo *in vitro*, foi realizado durante o ano lectivo, com as devidas regras de segurança e supervisionado pelo meu orientador. Neste sentido, foram utilizados 66 dentes monocanales, os quais foram instrumentados até alcançar um calibre aproximadamente de 70, com o objectivo de simular um ápice aberto. Os dentes inseridos o grupo I (20 dentes) foram obturados com a técnica de condensação lateral a frio. Os dentes do grupo II (20 dentes) foram obturados através da técnica de System B e o grupo III (20 dentes) foi obturado com o recurso ao MTA. O grupo IV (3dentes) e V (3 dentes) foram utilizados como controlos positivos e negativos.

Posteriormente à obturação, os dentes foram radiografados para testar se ocorreu alguma falha durante o procedimento. O grupo I, II e III foram impermeabilizados com verniz de unhas à excepção dos 2mm apicais. Em relação ao Grupo IV (Controlo Positivo), o mesmo não foi impermeabilizado e o Grupo V (Controlo Negativo) foi impermeabilizado no comprimento total do dente. De seguida, foram emersos numa placa de petri em corante Azul-de-Metileno e inseridos numa estufa a 37°C durante 7 dias. Após o período da estufa os dentes foram armazenados durante 4 dias no frigorífico

Para proceder à avaliação da micro-infiltração apical, os dentes foram cortados perpendicularmente ao longo do eixo do dente. Os cortes foram feitos aproximadamente na espessura de 1mm com o auxílio de um disco adiamantado.

Foram, posteriormente, submetidos a uma observação microscópica e fotografados com uma máquina fotográfica própria. Após obtenção das fotografias, essas foram devidamente avaliadas por 3 avaliadores diferentes, dos quais dois deles são profissionais experientes na área da Endodontia. Conforme os resultados apresentados foram feitas as respectivas estatísticas.

II. Desenvolvimento

1. Instrumentação Rotatória e Reciprocante

Segundo Schilder (*cit. in* Yared 2007), uma limpeza e modelagem eficiente são fundamentais para alcançar os objectivos biológicos e mecânicos num tratamento Endodôntico não cirúrgico.

Embora a instrumentação manual é amplamente utilizada pelos Médicos Dentistas, segundo Machado (2013), os sistemas rotatórios apresentam mais vantagens em relação à instrumentação manual, sendo as principais: uma preparação mais centrada e menor transporte de detritos em direção apical.

Yared (2007) menciona também que os instrumentos de Ni-Ti em comparação com os de aço inoxidável são mais flexíveis, mais eficazes quanto ao corte e aumentam a eficácia de tempo. Mas principalmente, possuem a capacidade de manter a conicidade original do canal durante a instrumentação. Como desvantagens, refere que a probabilidade de fractura do instrumento está associada ao aumento da fadiga causada pelo seu uso repetido. Por fim, podemos afirmar que os instrumentos de Ni-Ti apresentam um custo mais elevado quando comparados com os de aço inoxidável.

A instrumentação mecanizada foi introduzida no mercado com o objectivo de facilitar o tratamento Endodôntico, consiste na utilização de um motor próprio com limas especificamente desenhadas para cada tipo de sistema. Na área da instrumentação mecanizada, existem dois tipos distintos de instrumentação: a instrumentação de rotação contínua e a instrumentação reciprocante.

O movimento reciprocante é descrito como um movimento no sentido anti-horário para cortar dentina e de seguida é realizado um pequeno movimento no sentido horário para aliviar o instrumento (De-Deus et al., 2015).

De acordo com De-Deus (2015) no geral os estudos demonstram que os sistemas reciprocantes apresentam uma necessidade de menor tempo clínico, um aumento da fadiga cíclica e uma conformação canalar similar aos sistemas de múltiplas limas.

A instrumentação recíproca com o recurso de uma só lima foi recentemente introduzida no mercado, os sistemas que englobam esta novidade são o sistema WaveOne e o sistema Reciproc, as quais só diferem no seu corte transversal (Yared, 2007).

O sistema Reciproc e o Sistema WaveOne foram recentemente introduzidos no mercado, são sistemas que recorrem ao movimento recíproca e apenas utilizam uma única lima. As limas destes sistemas são feitas através de uma liga de Ni-Ti denominada de M-Wire, a qual proporciona maior flexibilidade à lima e maior resistência à fadiga cíclica. As limas Reciproc estão disponíveis em diferentes tamanhos: 25.08, 40.06 e 50.05, enquanto que as WaveOne apresentam os seguintes tamanhos: 21.06, 25.08 e 40.08 (Burklein et al., 2012).

2. Obturação Endodôntica

De acordo com Lopes e Siqueira Jr. (2010), o objectivo essencial da obturação é selar tridimensionalmente toda a extensão da cavidade Endodôntica, desde a sua abertura coronária até à porção apical. Em outras palavras, o material obturador deve preencher todo o espaço outrora ocupado pelo tecido pulpar, promovendo um selamento adequado no sentido apical, lateral e coronal.

De-Deus et al. (2007) enunciou que o selamento apical e a utilização de um material obturador inerte, entre muitos outros objectivos, são imprescindíveis para alcançar sucesso num tratamento Endodôntico.

Samadi et al. (2014) é da opinião que a obturação confere um selamento hermético que previne a re-infecção do canal e subsequentemente infiltração para os tecidos periapicais.

Quando os canais são instrumentados, mas não obturados, estes resultariam inevitavelmente em fracasso a longo prazo, pois o espaço vazio seria extremamente propício à proliferação de microorganismos remanescentes e ao estabelecimento de novos microorganismos provenientes da cavidade oral (Lopes e Siqueira Jr., 2010)

A fim de eliminar este espaço vazio e reduzir os riscos de re-infecção, o preenchimento adequado e definitivo do canal por um material obturador é necessário, para assegurar um estado de desinfecção, no qual é obtido após a preparação químico-mecânica e pela medicação intracanal (quando utilizada) (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Quando o fracasso do tratamento Endodôntico está relacionado a deficiências no selamento proporcionado pela obturação, o desenvolvimento de uma lesão perirradicular é comumente observado decorrido num longo período de tempo, variando de meses a anos (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Independentemente dos diferentes materiais de obturação e técnicas disponíveis, a microinfiltração continua a ser a causa principal de insucesso Endodôntico. Estudos realizados por Ingle indicam que 58% das falhas do tratamento Endodôntico são devido a obturação incompleta (Rajeswari et al., 2011).

Existe uma série de requisitos para o material obturador ideal, embora John West considere os seguintes: (Castelluci, 2005)

- deve ter a capacidade de se adaptar às paredes dos canais radiculares
- deve ser dimensionalmente estável
- não pode ser reabsorvível
- não deve ser irritante
- deve ser bacteriostático, ou pelo menos limitar o crescimento bacteriano
- não deve pigmentar os dentes
- deve ser preferencialmente semi-sólido e tornar-se sólido após a sua inserção
- deve possuir capacidade de selar canais lateral e apicalmente
- deve ser resistente à humidade
- deve ser radiopaco
- deve se apresentar estéril
- deve ser facilmente removido do canal se necessário
- deve ser facilmente manipulável
- deve aderir às paredes do canal
- não deve ser conductor de alterações térmicas

- deve apresentar ligeira expansão após a sua colocação

Ao longo dos anos, uma série de materiais foram estudados e utilizados para obturar o sistema de canais radiculares. Dentro desses materiais podemos encontrar materiais sólidos, materiais semi-sólidos ou mesmo pastas obturadoras.

O material sólido mais utilizado na obturação são os cones de prata, estes foram introduzidos por Jasper e proporcionam uma fácil inserção dentro do canal devido à sua rigidez. No entanto, não possuem a capacidade de se adaptar às irregularidades da anatomia interna que os canais radiculares proporcionam, assim como quando entram em contacto com fluidos ou com saliva, estes sofrem corrosão. Actualmente, este material não é utilizado na prática endodôntica (Cohen e Hargreaves, 2007).

Nos dias de hoje, a Gutta-Percha é considerado o material semi-sólido mais frequentemente utilizado na obturação. Apresenta inúmeras vantagens e encontra-se disponível em cones de diferentes calibres, podendo ser estes padronizados ou não padronizados.

Como alternativa à gutta-percha, foram desenvolvidos sistemas à base de resina. Este sistemas consistem num cone de resina, mais conhecido como Resilon, disponível em cones standardizados ou não standardizados. Este material pode ser empregue da mesma forma que a gutta-percha, tanto pode ser usada a técnica de condensação vertical, lateral ou lateral com calor, assim como técnicas termoplásticas (Cohen e Hargreaves, 2007).

Resumidamente alguns dos materiais obturadores outrora utilizados e testados são os seguintes:

- cones de prata
- gutta-percha
- activ GP
- resilon

Outro factor muito importante que pode comprometer o sucesso da obturação é o cimento obturador, pois é necessário para selar o espaço entre a parede dentinária e a

interface do material obturador. Também são responsáveis por preencher falhas e irregularidades nos canais principais, laterais e acessórios. Segundo Cohen, as propriedades de um cimento obturador são as seguintes:

- deve exibir aderência quando misturado para poder se unir às paredes dos canais após a presa
- deve proporcionar um selamento hermético
- deve possuir radiopacidade
- deve possuir um pó fino para que se torne possível misturar facilmente com o líquido
- não deve manchar a estrutura dentária
- deve ser bacteriostático
- deve exibir um tempo de presa longo
- deve ser insolúvel nos fluidos teciduais
- deve ser biocompatível
- deve ser solúvel em solvente comum, para caso for necessário a sua remoção

Os cimentos obturadores são classificados consoante o seu componente principal, sendo que podemos encontrar cimentos à base de óxido de zinco/eugenol, de resinas plásticas, de hidróxido de cálcio, de inómero de vidro e de resinas hidrofílicas. (Teles, 2002)

2.1. Técnicas de Obturação Endodôntica

Inúmeras técnicas tem sido propostas para a obturação do sistema de canais radiculares.

De facto, e segundo Lopes e Siqueira Jr. (2010) a melhor técnica é aquela que o profissional domina e obtura de forma adequada os canais de que trata.

As técnicas de obturação de canais radiculares podem ser divididas em técnicas de obturação a frio e técnicas de obturação com aplicação de calor. Na técnica de condensação a frio dispomos da técnica de Cone Único ou com a de Cones Múltiplos (Condensação Lateral). Na obturação com aplicação de calor podemos encontrar as seguintes técnicas: a técnica de condensação lateral a quente, a técnica de

termocompactação, a técnica de condensação vertical a quente, a técnica de obturação com núcleo (Core) e a técnica que utiliza o Calor fora do canal.

Seguidamente, vão ser abordadas sucintamente as diferentes técnicas termoplásticas existentes e serão descritas pormenorizadamente duas das técnicas utilizadas no estudo, sendo estas, a técnica de condensação lateral a frio e a técnica de onda contínua de calor (System B).

i. Técnicas de Obturação a Frio

a. Condensação Lateral a Frio

O primeiro autor a idealizar esta técnica foi Callahan, em 1914, técnica esta também intitulada de Compactação Lateral a Frio. O termo compactação lateral refere-se à colocação sucessiva de cones auxiliares lateralmente a um cone principal bem adaptado e cimentado no canal. O espaço para os cones auxiliares é comumente criado pela acção de “spreaders” (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Em geral, as técnicas de obturação com gutta-percha a frio permitem um bom controlo do comprimento de trabalho e são previsíveis. A técnica de Condensação Lateral a Frio até hoje é a técnica mais implementada nas Universidades. Infelizmente esta técnica está seguramente dependente do cimento obturador para preencher a anatomia acessória, ou seja, canais laterais, istmos, ramificações entre outros. O responsável por este facto, é o corpo principal de material que não se move no canal principal (Gilhooly et al. 2001).

Lopes e Siqueira Jr. (2010), acreditam que esta técnica de condensação lateral pode ser utilizada na grande maioria das situações clínicas. Embora, em casos de curvatura extrema, aberrações anatómicas ou reabsorções internas, a técnica deve ser modificada ou substituída por uma que empregue termoplastificação da gutta-percha.

A obturação final desta técnica é constituída por inúmeros cones de gutta-percha hermeticamente pressionados pelo atrito e pelo cimento obturador, em vez de alcançarmos uma massa homogénea de gutta-percha. Como desvantagem, apresenta a falta de homogeneidade e a dependência do preenchimento do cimento obturador para

evitar falhas. Falhas estas, criadas devido aos espaços entre os cones acessórios de Gutta-Percha e as paredes do canal. (Peng et al., 2007)

Castelluci (2005) afirma que, nos estudos *in vitro* a condensação lateral demonstra significativamente maior volume de falhas quando comparada com outras técnicas, o que significa que esta técnica não garante um bom selamento apical e lateral.

Neste estudo, o cone principal foi escolhido em função do diâmetro da última lima usada na preparação apical do canal e introduzido até a totalidade do comprimento de trabalho. O cone deve apresentar “tug-back”, ou seja, movimento que oferece uma leve resistência à tentativa de tracção no sentido coronário. Para evitar sobreobturação e subobturação do material, efetuou-se uma radiografia denominada de Conometria, a fim de comprovar se o cone respeita o limite apical indicado.

Procedeu-se então a secagem do canal com o auxílio de cones de papel standardizados e à seleção do condensador lateral. Neste estudo foram usados condensadores manuais. O condensador deverá entrar lateralmente ao cone de gutta-percha principal 1 a 2mm aquém do comprimento de trabalho.

Quando mais fundo penetrar o espaçador, melhor será a qualidade do selamento apical (Teles, 2002).

O cone principal foi então embebido em cimento na sua extremidade apical e foi cautelosamente introduzido no interior do canal até à medida correspondente ao comprimento de trabalho. Posteriormente, o espaçador previamente escolhido, foi introduzido para criar espaço e compactar lateralmente os respectivos cones contra o cone principal de gutta-percha. Os cones acessórios lubrificados com cimento foram introduzidos no canal até que o condensador lateral não penetrasse mais que 1-2mm do canal.

Para finalizar a obturação, com a ajuda de um instrumento de bola aquecido, num movimento só, foram cortados os cones de gutta-percha junto da entrada do canal. De seguida, procedeu-se a condensação da gutta-percha e foram efectuados movimentos

aplicando uma pressão no sentido apical, com o auxílio de um condensador vertical a frio.

Para avaliar a qualidade da obturação, foram efectuadas radiografias finais com duas angulações, vestibulo-lingual e mesio-distal.

Castelluci (2005) enumerou algumas desvantagens que esta técnica apresenta, sendo estas:

Como se trata de uma técnica a “frio”, os cones de gutta-percha nunca se misturam numa massa homogénea e compacta, muito pelo contrário, estamos perante inúmeros cones de gutta-percha separados por quantidades maiores ou menores de cimento obturador, dependendo da habilidade do operador.

A obturação dos canais laterais ocorre menos frequentemente comparando com a técnica de condensação vertical e quando este fenómeno acontece é cimento que os preenchem e nunca gutta-percha.

Em relação ao condensador lateral, como trabalha entre a gutta-percha e a dentina, contra os quais exerce uma força lateral considerável, acredita-se que pode haver risco de fractura radicular.

Também constatou que, só com dificuldade se pode condensar vários cones acessórios próximos do cone principal na porção mais apical do canal. Como consequência disto, obtemos frequentemente uma obturação com a técnica de condensação lateral nos 2/3 coronários do canal e no terço apical uma obturação representada por um único cone envolvido em cimento, sendo esta a zona mais crítica e mais importante.

Considerando que o calor não é utilizado nesta técnica, Castellucci (2005) defende o facto de que, a parte mais apical do cone principal não sofre qualquer tipo de alteração a não ser que os condensadores laterais desçam profundamente. O selamento é completamente da responsabilidade do cimento, enquanto que o cone de gutta-percha irá ter a mesma função que um cone de prata ou um único cone de gutta-percha.

ii. Técnicas Termoplásticas

De acordo com De-Deus et al. (2007), desde que o calor foi utilizado para otimizar o uso da Gutta-Percha, tem sido demonstrado que o seu uso em modo alfa possui excelentes características, tornando-a mais pegajosa e adesiva quando aquecida.

A técnica de gutta-percha termoplastificada foi introduzida maioritariamente por Yee et al., Torabinejad et al., e Marlin et al. (*cit.in* Castelluci 2005), consiste numa injeção de gutta-percha aquecida por um dispositivo próprio e introduzida no canal instrumentado.

Pelo fato de não existir uma técnica que reúna todas as características ideais, como principal desvantagem, esta técnica exibe uma falta de controlo apical durante a obturação.

Castelluci (2005) é da opinião que esta técnica só pode ser utilizada quando não houver risco do material introduzido for para além do ápice.

Ao longo dos anos, foram desenvolvidos técnicas recorrendo à gutta-percha termoplastificada, cada qual com as suas características, vantagens e defeitos contudo com objectivo de alcançar a técnica obturadora ideal. As técnicas termoplastificadas utilizadas hoje em dia são: a técnica de condensação vertical de Schilder, a técnica de McSpadden, a técnica híbrida de Tagger, a técnica de injeção de gutta-percha, a técnica termoplastificada com onda contínua de calor e a técnica com recurso a conductores de gutta-percha.

a) Técnica de Condensação Vertical, de Schilder

Proposta por Schilder, em 1967, esta técnica baseia-se na termoplastificação e compactação vertical a frio da gutta-percha (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Como possibilita o movimento apical e lateral da massa obturadora plastificada consequentemente vai proporcionar uma obturação tridimensional do sistema de canais radiculares, inclusivamente a obturação de ramificações (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Embora como desvantagem, possui a impossibilidade de controlar o material obturador dentro do canal, fazendo com que o material possa extravasar para a zona periapical (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Sendo uma técnica laboriosa, para facilitar algumas etapas na sua execução, Johan Marsreillez, em 1982, fabricou o aparelho Touch'n Heat para garantir uma maior eficácia e rapidez na sua execução. (Teles, 2002).

b) Técnica de Termocompactação - Técnica McSpadden

Em 1980, McSpadden, introduziu a técnica de compactação termomecânica. Esta técnica é composta por um compactador acoplado no contra ângulo, semelhante a uma Lima Hedstroem invertida, na qual quando introduzido no interior do canal, empurra e compacta a gutta-percha em sentido horário lateral e apicalmente. Esta técnica foi desenvolvida para cone único sem cimento. (Page, 1995)

Embora seja uma técnica pouco dispendiosa e de rápida execução, contudo, perante canais com curvaturas acentuadas há possibilidade de ocorrência de fractura do termocompactor, pois a lima corre o risco de ficar encravada numa das paredes do canal. (Teles, 2002)

Para além da possibilidade de fractura do instrumento, a possível extrusão do material, perfurações da parede do canal e geração de canal no interior do canal reúnem as desvantagens desta técnica (Cohen e Hargreaves, 2007).

c) Técnica Híbrida de Tagger

Com o objectivo de desenvolver uma técnica obturadora ideal, Tagger e os seus colaboradores, em 1984, desenvolveram uma técnica híbrida que representa uma fusão entre a condensação lateral a frio e a técnica de compactação termodinâmica de McSpadden. Esta técnica combina o melhor das duas anteriormente referidas e o seu maior benefício reside na maior facilidade de aprendizagem. (Martins et al., 2011)

d) Técnica de Injecção de Gutta-Percha Termoplastificada (Obtura III/Ultrafil 3D)

A técnica de injeção de gutta-percha termoplastificada é mais uma variante das técnicas termoplásticas. Atualmente no mercado estão disponíveis vários sistemas como o sistema Obtura III, o sistema Ultrafil 3D, o sistema Calamus, o sistema Elements Obturation Unit, o sistema HotShot e o sistema Gutta-Flow. (Cohen e Hargreaves, 2007).

Todos estes sistemas funcionam através do aquecimento da gutta-percha fora do dente, de forma a que posteriormente o material seja injetado no interior do canal radicular (Cohen e Hargreaves, 2007).

Seguidamente, serão descritos os dois sistemas mais utilizados actualmente, o sistema Obtura III e o sistema Ultrafil 3D.

O sistema Obtura III é constituído por uma espécie de pistola, que na própria possui uma câmara envolvida por um elemento aquecedor, dentro da qual bastões de gutta-percha são colocados. O sistema possui uma unidade de controlo que permite regular a temperatura e, assim sendo, a viscosidade da gutta-percha.

Porém, como a maioria das técnicas termoplásticas, uma das dificuldades encontradas nesta técnica de injeção de gutta-percha é a impossibilidade de controlar a extensão da obturação. A fim de colmatar esse obstáculo, podemos usar uma técnica híbrida, ou seja, associar a outra técnica obturadora como a técnica de condensação lateral a frio.

Em relação ao sistema Ultrafil 3D, este já envolve cânulas de gutta-percha, uma unidade de aquecimento pré-ajustada a 90°C e uma seringa para injeção. O sistema Ultrafil 3D é composto por três tipos de cânulas, das quais Regular Set e Firme Set, consistem em um material de baixa viscosidade, embora se diferenciem pelo tempo em que o material endurece. Por último, temos a Endo Set que apresenta viscosidade maior em relação às duas anteriores referidas, porém, não escoar devidamente. (Cohen e Hargreaves, 2007).

e) Conductores de Gutta-Percha - Sistema Thermafil

Johnson, em 1987, desenvolveu uma técnica de obturação termoplástica, que consiste num transportador flexível no qual está revestido por uma camada de gutta-percha em fase alfa. (De-Deus, 2007)

Este transportador tem como objectivo amolecer a gutta-percha previamente à sua inserção no canal radicular. Este sistema foi mais tarde, introduzido no mercado e comercializado com o nome de Thermafil. (De-Deus, 2007)

Dummer et.al (*cit. in* De-Deus 2007), reportou que a técnica Thermafil quando comparada com a técnica de condensação lateral a frio apresenta superioridade no que diz respeito à sua habilidade de adaptação ao sistema de canais radiculaes. Assim como, Gençoglu et. al (*cit. in* De-Deus 2007), constatou que a técnica Thermafill apresenta resultados inferiores a nível de microinfiltração em relação à técnica de condensação lateral a frio.

f) Obturação Termoplástica com Onda Contínua de Calor - System B

A técnica da compactação com onda contínua de calor ou System B, foi idealizada por Br. Stephen Buchanan, em 1987. Esta técnica consiste em uma variação da técnica vertical a quente na fase da coroa-ápice da técnica de Schilder (técnica do down-pack), na qual se utiliza como fonte de calor e um dispositivo que promove o aquecimento controlado dos conductores, denominado System B. (Cohen e Hargreaves, 2007)

A temperatura da ponta do dispositivo do condutor, é controlável e permite manter por um período de tempo variável, uma quantidade de calor sem sobreaquecer a gutta-percha. (Teles, 2002).

Para além do System B, esta técnica também utiliza conductores ou “Buchanan pluggers” de aço inoxidável, sendo estes compatíveis com as limas Profile GT. Os espaçadores estão disponíveis em quatro tamanhos: fino (0,04), fino-médio(0,06), médio(0,10) e médio-largo (0,12), embora cada um apresente 0,5mm de diâmetro na

ponta. Estes condensadores são aquecidos à temperatura recomendada, ou seja, a 200°C (Cohen e Hargreaves, 2007).

Os denominados “Buchanan pluggers”, possuem também a função de compactar a frio, fazendo com que ocorra simultaneamente a termoplastificação e a compactação da gutta-percha no interior do canal radicular. Este fenómeno, vai criar a chamada onda contínua de calor (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

O processo de onda contínua vai amolecer a massa de Gutta-Percha, principalmente em direcção lateral, como também para a parte coronal, é por isso que, torna possível a obturação de canais laterais na parte coronal. (Baumann e Beer, 2010).

Em seguida será descrita a técnica System B que foi utilizada durante o estudo:

Para dar início à obturação do terço apical ou fase Down-Pack, foi previamente seleccionado um cone principal de gutta-percha medido no comprimento de trabalho, assim como, um plugger pré-ajustado à distância de 3 a 5mm aquém da totalidade do comprimento de trabalho. Durante o estudo efectuado, o plugger foi pré-ajustado a 4 mm aquém do comprimento de trabalho.

Posteriormente, secou-se o canal corretamente para colocar o cone de gutta-percha embebido em cimento obturador. Com o aparelho ligado e regulado a 220°C, verificou-se se o plugger está quente, em 2-3 segundos, conforme pretendido. O plugger foi então inserido no interior do canal, até alcançar a medida marcada pelo stop de borracha, com compressões em direcção apical. De seguida, o calor foi inativado, em simultâneo com uma pressão firme no plugger, durante aproximadamente 10 segundos. Após o arrefecimento da Gutta-Percha, aplicou-se um segundo de calor, para facilitar a sua remoção e separação da Gutta-Percha no interior do canal.

Para compactar e confirmar se a massa de gutta-percha está presente a nível apical, procedeu-se à condensação com o auxílio dos condensadores manuais, disponíveis em vários tamanhos: 0,4mm e 0,9mm e 0,7mm e 1,4mm.

Para conferir se esta técnica foi bem executada, foram realizadas radiografias em angulações diferentes.

A obturação do terço médio e cervical ou Back-Fill, pode ser efectuada através da utilização da técnica de injeção termoplástica ou com a introdução de porções de cones de gutta-percha, que são posteriormente aquecidos e compactados a frio. (Cohen e Hargreaves, 2007)

Segundo Baumann e Beer (2010), em termos de tempo clínico, a técnica de onda contínua requer menos tempo quando comparado com compactação vertical a frio ou a compactação lateral a frio.

O mesmo se sucede no que diz respeito à infiltração, a condensação lateral a frio desenvolve mais rapidamente uma infiltração coronal do que a técnica de onda contínua (Jacobson et al., 2002, *cit. in* Baumann e Beer 2010).

O aumento da temperatura de uma aplicação não controlada durante a obturação pode provocar lesões para os tecidos ao redor. A obturação feita pela técnica de onda contínua tem sido demonstrada que não aumenta a temperatura da raiz, ou seja, não aquece mais do que aquilo que é fisiologicamente tolerável (Silver et al., *cit. in* Baumann e Beer 2010).

Blum et al. (*cit. in* Baumann e Beer, 2010) defende que a capacidade de uma técnica obturadora no preenchimento tridimensional do sistema canal, depende parcialmente do tempo e da intensidade da força aplicada. Quanto às forças aplicadas verticalmente na obturação, a técnica de onda contínua, é considerada uma das melhores.

3. Apexificação

Ao lidarmos com dentes permanentes jovens, onde a rizogénese se encontra incompleta, o nosso principal objectivo é criar uma barreira apical, de modo a que seja possível a sua obturação. Para que tal se suceda, é fundamental perceber o processo de desenvolvimento radicular, assim como saber elaborar um correto diagnóstico.

Após a erupção dentária, o desenvolvimento radicular até à sua formação ocorre num período de três anos. O tratamento das lesões pulpares neste período de tempo, tornam-

se um desafio pelas características que um dente imaturo nos proporciona, sendo estas: ápice aberto, paredes dentinárias finas e frágeis (Rafter, 2005).

O desenvolvimento radicular inicia-se quando o esmalte e a dentina já formados, atingem a junção amelocementária. Nesta fase, o epitélio interno e externo do esmalte já não se encontram separados, ou seja, as duas camadas formam um diafragma de células, sendo este denominado de Bainha Epitelial de Hertwig (Rafter, 2005).

De seguida, a Bainha Epitelial de Hertwig começa a desintegrar-se e, conseqüentemente, perde a sua continuidade, assim como a sua relação com a superfície radicular. Este processo ocorre quando há a indução da diferenciação das células radiculares em odontoblastos e a primeira camada de dentina é estabelecida (Rafter, 2005)

Deste modo, a Bainha Epitelial de Hertwig é a responsável pela determinação da forma das raízes, sendo que a membrana epitelial, que envolve a abertura apical até à polpa, tornar-se-á, posteriormente, parte integrante do próprio foramen apical (Rafter, 2005).

Segundo Arzur e Elif (*cit.in* Rafter 2005), se a polpa dentária se encontrar danificada antes do desenvolvimento completo da raiz, o seu desenvolvimento é alterado ou mesmo interrompido por completo. A necrose pulpar em dentes permanentes jovens, é maioritariamente originada por lesões traumáticas e cáries dentárias.

Porém, como a Bainha Epitelial de Hertwig apresenta elevados graus de vascularidade e número de células elevado a nível apical, mesmo após trauma, o desenvolvimento da raiz pode continuar, mesmo na presença de polpa inflamada ou necrosada. Em suma, a Bainha de Hertwig, desempenha de fato, um papel importante na continuidade do desenvolvimento radicular, embora, todo o esforço deve ser feito a fim de colmatar a vitalidade do dente. (Rafter, 2005)

No entanto, no caso de destruição da Bainha Epitelial de Hertwig, a diferenciação de odontoblastos cessa-se por completo. Embora, independentemente da sua ausência, o tecido pode ser formado pelos cementoblastos presentes, como pelos fibroblastos do

folículo dentário, assim como os do ligamento periodontal, que após trauma, diferenciam-se em células produtoras de tecido duro (Rafter, 2005).

O diagnóstico de lesões pulpares em dentes permanentes jovens com rizogénese incompleta é de extrema importância. Requer uma avaliação do estado da polpa, uma história completa dos sintomas subjectivos, um exame clínico, um exame radiográfico e realização de testes pulpares (Rafter, 2005).

A característica da dor é inicialmente identificada através da história clínica, embora, deva-se, sempre que possível, distinguir a dor espontânea ou provocada. Para tal, deve-se considerar o que a provoca, o que a atenua, as suas características e a sua duração (Rafter, 2005).

De acordo com Rafter (2005), uma dor que persista alguns segundos numa polpa vital, é indicativo de pulpíte irreversível. Por um lado, quando a dor é espontânea, grave e de longa duração, o diagnóstico é previsível; por outro, se essa dor for descrita como latejante e o dente sensível ao toque, é provável que seja uma necrose pulpar associada a uma periodontite apical aguda ou um abscesso.

Os seguintes testes são indispensáveis para um correcto diagnóstico: exame visual, testes térmicos, testes pulpares, testes eléctricos e de percussão (Rafter, 2005).

Em relação a fluxometria por laser Doppler, este é um teste confiável para o diagnóstico da vitalidade pulpar em ápices abertos, mas infelizmente, o equipamento ainda não foi aperfeiçoado para o seu uso clínico, para além de que, apresenta um custo elevado (Cohen e Hargreaves, 2007)

Tomando como princípio que em dentes de ápices abertos, o plexo nervoso sensorial na região subodontoblástica não está bem desenvolvido, testes de vitalidade pulpar podem resultar em falsos positivos, assim como a própria lesão pulpar pode nos levar a respostas erradas. No que diz respeito aos testes radiográficos, os traumatismos e lesões pulpares são também de difícil interpretação, uma vez que, em dentes com rizogénese incompleta é normal a presença de uma área radiolúcida que envolve a

região apical. Neste sentido, torna-se difícil a distinção entre esse achado radiográfico e uma radioluscência patológica proveniente de uma lesão pulpar (Rafter, 2005).

Em dentes permanentes jovens com rizogénese incompleta, podemos ter dois possíveis tratamentos dependendo da vitalidade pulpar. Quando a polpa se encontra vital, deve-se proceder à apicogénese, no entanto, se a polpa estiver necrosada, a apexificação é o tratamento indicado. De seguida, serão descritos estes dois possíveis tratamentos em dentes com ápices abertos.

a) Apicogénese

Quando a polpa se mantém vital mesmo após traumatismo, deve se recorrer a todos os meios possíveis, para que a continuação do processo fisiológico do fechamento do ápice radicular ocorra.

Rafter (2005), define Apicogénese como um processo que envolve a remoção da polpa inflamada, na qual se coloca um material sobre o tecido pulpar remanescente. Embora, o objectivo deste tratamento seja a remoção da polpa inflamada, o autor reconhece a dificuldade de avaliar o tecido pulpar inflamado.

A fim de ultrapassar esse obstáculo, estudos foram feitos e revelaram que a inflamação pulpar encontra-se limitada à porção coronal, atingindo 2-3mm de profundidade. Esta descoberta, levou ao desenvolvimento da técnica de Cvek, uma técnica de pulpotomia aplicada em dentes permanentes jovens com polpas vitais (Rafter, 2005).

O objectivo principal da apicogénese é preservar a Bainha de Hertwig, para que seja possível dar-se a continuidade do desenvolvimento radicular. Ao manter a vitalidade pulpar, esta vai permitir com que os restantes odontoblastos se depositem na dentina remanescente, produzindo assim uma raiz mais espessa e diminuindo a probabilidade de ocorrer uma fractura radicular. Este tratamento promove o fechamento do canal radicular, proporcionando uma contração apical natural para posteriormente ser possível a sua obturação (Rafter, 2005).

O tempo necessário para atingir os objectivos anteriormente mencionados, dependendo do desenvolvimento do dente, podem ocorrer entre 1 a 2 anos. No entanto, é recomendado uma avaliação de 3 em 3 meses, a fim de determinar a vitalidade pulpar, assim como a extensão da maturidade apical. Caso no decorrer deste período a polpa torne-se irreversivelmente inflamada ou necrosada, a técnica de apacificação deve ser iniciada (Rafter, 2005).

b) Apexificação

Na execução de tratamentos Endodônticos em dentes imaturos com necrose pulpar, um dos principais problemas é a obtenção do selamento ideal do sistema radicular. O objectivo da apexificação é limitar o mais possível a infecção bacteriana e criar um ambiente propício à criação de uma barreira de tecido mineralizado na porção apical da raiz (Erdem e Sepet, 2008)

Cohen e Hargreaves (2007), definem a apexificação como um processo pelo qual um dente permanente jovem não vital, que perdeu a sua capacidade de desenvolver a porção apical radicular, é induzido a formar uma barreira calcificada no ápice. Essa barreira induzida tem como objectivo possibilitar a condensação do material obturador de forma controlada, pois na sua ausência dificilmente se estabeleceria o comprimento da raiz.

Ao longo dos anos, diversas técnicas têm sido aplicadas em dentes necrosados com ápices abertos, as mesmas recorrem ao uso de materiais obturadores, ao uso de pastas obturadoras e ao recurso da cirurgia apical (Rafter, 2005).

Contudo, as técnicas anteriormente descritas não são aconselháveis. Por um lado, quando recorrem ao uso gutta-percha, a sua condensação é impossível devido à inexistência de uma barreira apical, para além de que, estes dentes apresentam uma porção apical mais ampla em comparação com a porção coronal. Por outro, a cirurgia apical apresenta como desvantagem, a dificuldade de obter um selamento apical devido à presença de paredes apicais extremamente frágeis, finais e, irregulares, assim como a possibilidade de fractura das paredes apicais durante o procedimento (Rafter, 2005).

Visto que as técnicas acima referidas demonstraram um sucesso limitado, surgiu um interesse acrescido em melhorar estes procedimentos. Assim sendo, várias técnicas foram sugeridas para a indução do fechamento apical de forma a criar um ambiente favorável para posterior obturação. Estas técnicas, envolvem o desbridamento da polpa necrosada e a colocação de um medicamento intracanal (Rafter, 2005).

Apesar de vários materiais terem sido propostos para a técnica de apexificação, no entanto, actualmente os mais usados são o hidróxido de cálcio e o agregado de trióxido mineral (MTA).

Foi então Kaiser, em 1964, o primeiro a propor o uso de Hidróxido de Cálcio misturado com Paraclorofenol Canforado (CMCP) para a indução da formação de uma barreira calcificada a nível apical (Rafter, 2005).

Para proceder à realização da apicoformação com Hidróxido de Cálcio, primeiramente, elimina-se por completo o tecido pulpar do canal radicular, tendo em conta a força exercida contra as paredes radiculares, pois, são frágeis e finas. De seguida, o canal é devidamente seco com o recurso a cones de papel e introduz-se hidróxido de cálcio com a ajuda de um lentulo de baixa velocidade, até preencher por completo o canal. Posteriormente, restaura-se o dente com material provisório. Devem ser feitas revisões e a substituição do hidróxido de cálcio, até alcançar a formação de uma barreira calcificada na porção apical da raiz, a qual permita a realização de uma endodontia convencional de gutta-percha (Silva et al., 2010)

Há mais de 40 anos que o Hidróxido de Cálcio, tem sido amplamente usado como material intracanal na técnica de apexificação, sendo esta uma técnica consideravelmente fácil, clinicamente aceitável e com uma boa taxa de sucesso. No entanto, o período de tempo de tratamento é imprevisível e prolongado e o risco da perda da adesão do paciente é elevado. Também apresenta como desvantagem, o risco de contaminação bacteriana, assim como o risco de fractura devido à presença extensiva do material provisório e ao uso prolongado do hidróxido de cálcio (Moore, 2008)

Assim surgiu o Agregado de Trióxido Mineral (MTA). Apresenta-se em forma de pó de partículas finas, quimicamente composto por óxido de tricálcio, silicato de tricálcio

e óxido de silicato. Este material revolucionou a área de Endodontia, pois torna-se útil em vários procedimentos, tanto pode ser utilizado em apexificações, como em protecções pulpares diretas, pulpotomias, reabsorções radiculares, fracturas radiculares, perfurações radiculares e, microcirurgia apical. O MTA apresenta um bom selamento, é biocompatível, possui baixa solubilidade, apresenta uma radiopacidade ligeiramente maior do que a dentina e, um pH elevado que lhe confere a propriedade antibacteriana (Rafter, 2005).

Um tratamento alternativo que cada vez mais é recomendado para o tratamento de dentes com ápices abertos e polpas necrosadas, é o tratamento com o recurso a materiais que elaborem uma barreira apical artificial e que simultaneamente permitam a obturação imediata.

Morse et al. (*cit. in* Rafter 2005) define a apicoformação numa só visita, como a condensação não-cirúrgica de um material biocompatível na extremidade apical do canal. O objectivo é criar um stop apical artificial, em vez de proporcionar o desenvolvimento do fechamento apical da raiz. Para esta finalidade, vários materiais tem sido propostos, incluindo fosfato tricálcio, hidróxido de cálcio, osso seco congelado e, dentina liofinilizada. Actualmente, uma série de estudos descrevem o uso de MTA na apicoformação numa visita só, o material que tem obtido mais resultados favoráveis.

Witherspoon e Ham (*cit.in* Rafter 2005), concluíram que a técnica de apicoformação com MTA, é uma opção viável para o tratamento de dentes imaturos com polpas necróticas e deve ser considerado como uma alternativa eficaz em relação à utilização de hidróxido de cálcio. Assim, vários autores têm descrito o seu sucesso clínico quando realizam a técnica da apicoformação com MTA.

4. Gutta-Percha

Em 1867, Bowman deu início ao seu uso de gutta-percha na área de Endodontia, desde então até aos dias de hoje, este material continua a ser o material obturador mais usado (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Pode se dizer que a Gutta-percha é um polímero de metilbubutadieno, encontrada comercialmente na forma de cones, podendo ser de dois tipos: padronizados e acessórios. É maioritariamente composta por óxido de zinco (60%-75%), o qual confere rigidez e actividade antibacteriana, por gutta-percha (19% a 20%), sulfato de bário (1,5% a 17% e outras substâncias como resinas, ceras e corantes (1% a 4%) (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Quimicamente, podemos encontrar a Gutta-percha em duas formas cristalinas: alfa ou beta. As formas apenas diferem na sua distância molecular e na sua forma de ligação. A forma alfa é naturalmente extraída da árvore, enquanto que a forma beta é a que utilizamos para a obturação dos canais radiculares (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

A forma alfa apresenta uma temperatura de fusão de 65°C, à temperatura ambiente é quebradiça, mas quando aquecida torna-se pegajosa e com maior escoamento. Em relação à forma beta, esta apresenta uma temperatura de fusão de 56°C, é estável e flexível à temperatura ambiente, embora quando aquecida não possui adesividade e tem menor escoamento (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

A Gutta-Percha, beneficia da facilidade em adaptar-se às irregularidades do canal quando utilizada em várias técnicas de obturação, é bem tolerada pelos tecidos circundantes à raiz e, radiopaca devido à presença sulfato de bário na sua composição. Por um lado possui a capacidade de não alterar a cor do dente, quando esta é usada no limite coronário; por outro, pode ser facilmente plastificada através de meios físicos e químicos consoante a técnica utilizada, também possui elasticidade dimensional, assim como pode ser facilmente removida do canal (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

Como principais desvantagens, possui pouca adesividade, ou seja, exige a complementação de um cimento obturador. Igualmente, possui baixa resistência mecânica, o que a torna de difícil uso perante canais curvos e atresiadados. Sendo que a Gutta-Percha não pode ser esterilizada por uma fonte de calor, o método mais prático e recomendado para a desinfecção, é em hipoclorito de sódio a 5%. Em relação ao armazenamento, deve ser guardada num local frio e seco, pois na presença de ar e luz, oxida-se tornando-se frágil (Lopes e Siqueira Jr., 2010).

5. MTA

Para um Médico Dentista, conhecer e compreender as propriedades dos materiais é essencial. Seja para as indicações, segurança da sua aplicação clínico ou até mesmo na escolha como material alternativo.

Dessa forma, neste capítulo será abordado de forma simplificada as propriedades físico-químicas, assim como, as aplicações, as vantagens e desvantagens, as semelhanças e diferenças em relação a outros materiais obturadores, do material que veio a revolucionar a área de Endodontia, o *agregado de trióxido mineral*.

Um estudo efectuado pelo professor Mohamoud Torabinejad na Universidade de Loma Lima, em meados de 1990, levou à descoberta do *agregado de trióxido mineral*, conhecido como MTA. Posteriormente a ter sido aprovado em 1998 pela *U.S. Food and Drug Administration*, um ano depois foi patenteado e comercializado como ProRoot MTA (Parirockh e Torabinejad, 2010).

Segundo Parirockh, M. & Torabinejad, M. para uma obturação retrógrada e ortógrada, o material ideal deve proporcionar um selamento das vias de comunicação entre os canais radiculares e os tecidos circundantes da raiz, embora, deva ser atóxico, não carcinogéneo, biocompatível, insolúvel em tecidos fluídos e dimensionalmente estável. É por isso que, o MTA se tornou o material de eleição em diversos procedimentos, pois, para além das características acima referidas, ainda possui a capacidade de ser osteoconductor e osteoinductor (Parirockh e Torabinejad, 2010).

De acordo com o fabricante, este material é composto maioritariamente por três componentes: cálcio, sílica e óxido de bismuto (Parirockh e Torabinejad, 2010).

Quando o MTA é espatulado, segundo Parirockh e Torabinejad (2010) as seguintes características podem influenciar as propriedades do MTA:

1. Ratio pó/líquido
2. Técnica de espatulação
3. Pressão utilizada durante a sua condensação
4. Humidade do ambiente

5. Tipo de MTA
6. Tipo de armazenamento
7. pH do ambiente
8. Tempo da espatulação e a sua aplicação
9. Espessura e a temperatura do material

Inicialmente o MTA foi introduzido no mercado como MTA cinzento (GMTA). Mais tarde, para melhorar ainda mais as suas propriedades desejáveis, devido ao seu potencial de descoloração, desenvolveram o MTA branco (WMTA). A principal diferença entre o MTA cinzento e o MTA branco é a quantidade de alumínio, de magnésio e de ferro (Eskandarizadeh et al., 2011).

O MTA apresenta-se em forma de pó, sendo composto por partículas hidrofílicas finas, que tomam presa na presença de humidade, ou seja, quando o pó é misturado com água, este transforma-se após 3 a 4h num gel poroso e amorfo, composto por Hidróxido de Cálcio e Hidrato de Silicato Cálcio (Parirockh e Torabinejad, 2010).

Das demais vantagens, uma delas é a sua elevada alcalinidade. Segundo Parirock. e Torabinejad (2010), após a espatulação do material, o pH encontra-se nos 10.2, porém, 3 horas depois há um aumento significativo para um valor de 12.5, o que o torna antibacteriano. Esta particularidade é dada pelo precipitado de cálcio, que após hidratação, liberta iões de cálcio. Todavia o que diferencia este material dos outros, é o facto de possuir a capacidade de formar hidroxiapatite quando entra em contacto com os fluídos fisiológicos, característica esta, proporcionada pelo silicato de cálcio presente nas suas propriedades químicas.

Em relação as propriedades propriamente ditas, de acordo com estudos feitos por Parirockh e Torabinejad (2010), no que diz respeito à resistência à compressão, apresenta resultados iguais ao IRM e ao Super EBA embora exiba resultados inferiores quando comparado com a Amálgama. Curiosamente, o MTA cinzento demonstra ser mais resistente do que o MTA branco à compressão.

Em termos de radiopacidade, o MTA é menos radiopaco do que o IRM, Super EBA, Amálgama e com a Gutta-Percha. Porém, apresenta uma radiopacidade similar com o Óxido de Zinco e Eugenol (Parirockh e Torabinejad, 2010).

Segundo Bates et al. (*cit. in* Parirockh e Torabinejad 2010), a sua excelente capacidade de selamento é superior aos demais materiais obturadores tradicionais, sendo esta, conferida pela sua expansão durante o seu tempo de presa. Para proporcionar um bom selamento, uma espessura de 4-6mm, é o recomendado.

Para além de ser um material que não interage com nenhum material de restauração, o MTA consegue ser menos tóxico e menos mutagénico quando comparado com o Super EBA e o IRM (Parirockh e Torabinejad, 2010).

Parirockh e Torabinejad (2010), mencionam que o MTA devido à sua capacidade de induzir a formação de cimento, estimula a cicatrização tecidular e na maioria dos casos elimina a sintomatologia presente, o que torna a regeneração do ligamento periodontal possível.

Apesar das vantagens acima mencionada, segundo Sarris et al. (2008), o MTA apresenta algumas desvantagens, como a alteração de cor, embora seja uma das razões do aparecimento do MTA branco tenha sido por este facto, um tempo de presa longo, a não existência de um solvente para este mesmo material e a dificuldade da sua remoção após a toma de presa. Rao (2009), menciona também como seu inconveniente o seu preço elevado e a dificuldade de manuseamento.

Segundo Cohen e Hargreaves (2007), a principal desvantagem do MTA, é dificuldade de manipulação quando comparado com outros materiais obturadores. A fim de colmatar esta dificuldade, diversos instrumentos têm sido desenvolvidos especificamente para facilitar a sua manipulação e inserção.

i. Aplicações Clínicas do MTA

O agregado de trióxido mineral tem inúmeras aplicações clínicas, sendo estas aplicáveis em dentes vitais e dentes não vitais. Recorre-se à utilização de MTA em dentes vitais

quando são necessários procedimentos como pulpotomias, apicogénese e capeamento pulpar direto. No que diz respeito a dentes não vitais, aplica-se quando é necessário criar barreiras apicais, em microcirurgia apical, em caso de fracturas, reabsorções radiculares e perfurações.

a) Pulpotomias

Cohen e Hargreaves (2007), define pulpotomia como um procedimento que remove apenas a parte da polpa que apresenta alterações inflamatórias ou degenerativas, deixando somente intacto o tecido pulpar circundante. É uma técnica aplicada a dentes imaturos que foram submetidos à exposição pulpar devido a um trauma, com o objectivo de manter as funções da polpa vital. Este procedimento implica a inserção de um agente capeador que proporcione a cura da região amputada.

Segundo Sonmez (2008), os protocolos da pulpotomia variam consoante o material e os objetivos do tratamento pretendido. Os materiais mais utilizados nas pulpotomias são: o Formacresol utilizado como cauterizante, o Sulfato Férrico com o intuito de preservar, o Hidróxido de Cálcio e o MTA, como agentes inductores e reparadores.

Antigamente o material mais utilizado na prática clínica, como agente curativo, era o Formacresol. Embora seja reconhecido como um excelente agente bactericida, vários estudos publicados nos anos noventas, questionaram a sua segurança e eficácia, pois tornou-se um agente irritante para os tecidos, devido à sua citotoxicidade (Cohen e Hargreaves, 2007).

A nível de sucesso, clinicamente e radiograficamente, vários estudos demonstram que o Formocresol apresenta uma taxa de sucesso que ronda entre os 70% e os 97% (Sonmez, 2008).

Por sua vez, o sulfato férrico é um potente agente hemostático, que através da formação de tampões nos orifícios capilares diminui a probabilidade de desencadear uma inflamação e minimiza os riscos de reabsorção interna. Este material já apresenta uma taxa de sucesso que ronda os 81% aos 97% (Sonmez, 2008).

Como alternativa ao Sulfato Férrico, em 1962, foi proposto um novo material, o Hidróxido de Cálcio, o qual difere dos demais previamente mencionados pelo sua capacidade regeneradora. Para que este material consiga formar uma ponte tecido duro, convém que seja colocado em contacto directo com o tecido pulpar. Em termos estatísticos, o tratamento de pulpotomias com Hidroxido de Cálcio revela uma taxa de sucesso de 70% (Sonmez, 2008).

Por último, o quarto material utilizado neste tipo de procedimento, é o *agregado de trióxido mineral*. O MTA possui a capacidade de estimular a libertação de citoquinas através das células ósseas, o que indica que promove activamente a formação de tecido duro. Sendo considerado o material mais biocompatível, também confere um bom selamento e possui propriedades antibacterianas. A taxa de sucesso encontra-se perto dos 100%, obviamente, comparativamente com os materiais acima referidos, é o melhor material que podemos encontrar actualmente no mercado (Sonmez, 2008).

b) Protecção Pulpar Directa

Accorinte et al., (2009), define a protecção pulpar directa como um método de tratamento na qual a polpa exposta é coberta por um material que tenha como objectivo a protecção pulpar de futuras agressões, que permita a sua reparação e cura.

Diversos materiais tem sido aplicados como protectores pulpares, mas o Hidróxido de Cálcio tem sido o material chamado o “golden standard”, ou seja, o mais utilizado.

Segundo Schuurs et al. (*cit.in* Aeinehchi et al. 2003), alguns autores questionam a superioridade do Hidróxido de Cálcio aos demais materiais disponíveis, devido as suas fracas propriedades no que diz respeito ao selamento, à sua degradação ao longo do tempo e conseqüentemente à presença de túneis na formação das pontes dentinárias.

Na tentativa de superar estas desvantagens, em 1996, foi proposto a utilização de um novo material, o MTA. De acordo com estudo de Aeinehchi (2003), demonstrou que, de facto, o MTA comparativamente com o hidróxido de cálcio, apresenta frequentemente a presença de uma camada de odontoblastos e uma ponte dentinária mais espessa.

Conforme Cohen e Hargreaves (2007), a técnica de protecção pulpar com MTA deve ser realizada da seguinte forma: a polpa exposta deve ser recoberta por uma camada fina, entre os 0,5 a 1mm de MTA, na qual será cuidadosamente condensada com o auxílio de uma bola de algodão humedecida. Posteriormente, coloca-se pedaços de algodão previamente embebidos em água esterilizada sobre a totalidade da camada de MTA. Em seguida, o dente é selado, para que o endurecimento ocorra nas 12h a 48h após colocação. O paciente deve ser visto após este período de tempo, a fim de confirmar a correcta colocação do material e para realizar a restauração final.

c) Reabsorções Radiculares, Perfurações Radiculares e Fracturas

De acordo com Hegde (2013), a reabsorção radicular pode-se encontrar na parede do canal radicular, vulgarmente chamada de reabsorção interna, ou então, na superfície externa da raiz, denominada reabsorção externa ou reabsorção cervical. Estas podem ser transitórias ou progressivas. O tratamento das reabsorções radiculares é dependente da sua etiologia, embora, o MTA é frequentemente usado como material reparador, devido a sua biocompatibilidade, a sua habilidade de selamento e, estimulação fibroblástica.

Segundo Ferreira (2007), as reabsorções internas dentárias ocorrem no interior da cavidade pulpar, em direcção externa da raiz ou da coroa. Localizam-se na zona mais cervical do dente, embora possam encontrar-se em qualquer região do canal. São consideradas raras na dentição permanente, são principalmente detectadas através de exames radiológicos de rotina e na maioria dos casos resultam de traumatismos dentários.

Perfurações radiculares não apresentam uma etiologia concreta, tanto podem ser iatrogénicas ou podem surgir de uma reabsorção interna, que devido à sua extensão, criam uma comunicação entre o canal radicular e o periodonto. Estas podem resultar numa inflamação severa, em tecido de granulação ou mesmo numa hemorragia extensa. Para resolver este inconveniente, é necessário utilizar um material bicompatível, que não se dissolva na presença de humidade e que apresente um bom selamento apical (Rao, 2009).

Lee (*cit.in* Rao 2009), descobriu que o MTA apresenta menos escoamento, assim como menor tendência para sobreobturar ou subobturar, quando comparado com a amálgama e o IRM quando aplicados em perfurações.

De acordo com Ingle (2008), a fractura vertical tem início nas paredes do canal radicular e estende-se até a superfície da raiz, a qual pode envolver apenas um lado, denominada incompleta, ou mesmo os dois, tornando-se uma fractura completa.

Torabinejad e Chivian (*cit.in* Rao 2009), sugeriram a utilização de MTA para selar fracturas verticais, o qual é aplicado posteriormente ao retalho levantado e ao sulco feito ao longo da linha de fractura, este é, de seguida coberto por uma membrana reabsorvível e devidamente suturado. Os autores também sugerem a possibilidade de extrair intencionalmente o dente, caso não seja possível o acesso à fractura através do retalho. Após tratada a fractura vertical, o dente pode ser novamente reimplantado. Contudo, infelizmente esta técnica pode apresentar resultados duvidosos.

d) Apexificação/Apicoformação

Segundo Witherspoon (2008), a apexificação ou apicoformação, é definida sendo um método de induzir uma barreira calcificada em raízes com ápices abertos, ou, a continuidade do desenvolvimento apical de raízes incompletas em dentes com polpas necrosadas.

Os traumatismos são de facto, a causa mais comum de necrose pulpar nestes dentes, sendo o sector anterior o mais afectado. Estes dentes apresentam normalmente umas paredes radiculares divergentes e paralelas, o que os torna ainda mais frágeis. A ausência de vitalidade pulpar, leva ao impedimento da formação da raiz, que consequentemente, impossibilita a realização de um tratamento Endodôntico convencional (Silva et al., 2010).

Tradicionalmente, o material frequentemente utilizado nesta técnica, é o Hidróxido de Cálcio. Nesta técnica após a inserção do material no interior do canal, realizam-se as

revisões e a substituição do hidróxido de cálcio as vezes necessárias, até a concretização de uma barreira apical (Silva et al., 2010).

Segundo Rao (2009), comparativamente com o MTA considera o Hidróxido de Cálcio um material imprevisível. Para além de que, trata-se de uma técnica que apresenta várias desvantagens: requer um longo período de realização (2 a 53 meses), o dente apresenta ser menos resistente à fractura e requer uma elevada colaboração por parte do paciente. Em busca de uma alternativa para ultrapassar estes inconvenientes, o MTA começou a ser utilizada nesta técnica de apicoformação.

Para executar à técnica de apicoformação, é necessário realizar os seguintes passos:

Primeiramente, é necessário determinar o comprimento do canal, o qual deve ser estabelecido através do método radiográfico, pois devido a ausência da constrição apical, o método electrónico pode nos deduzir em erro.

Para a obturação propriamente dita, após o MTA ser devidamente espatulado, conforme as indicações do fabricante, o mesmo é inserido no interior do canal de forma incremental, com o auxílio de um condensador marcado com o comprimento de trabalho.

Devem ser executados movimentos subtis e verticais após a inserção do material, para que o MTA fique bem compactado, no sentido de criar uma barreira apical. Estes passos repetem-se até a formação de uma barreira apical com 4 a 5mm. A adequação do material é verificado através de radiografias.

Todo o excesso de material, deve ser removido das parede do canal com o auxílio de pontas de papel húmidas. A limpeza deve ser meticulosa, para que a restauração final proporcione um bom selamento.

Como anteriormente citado por Parirockh e Torabinejad (2010), o MTA só toma presa com a presença de humidade, assim sendo após a obturação, deve-se colocar uma bola de algodão embebida em água em contacto com o material. De seguida, o dente deve ser fechado com um material provisório. Na próxima consulta, remove-se o material provisório, verifica-se se o MTA tomou presa com uma lima inserida dentro do canal e pode se proceder a restante obturação com o material mais adequado à situação clinica.

e) Apicogénese

Na apicogénese, o procedimento clínico assemelha-se bastante a uma pulpotomia profunda, é um tratamento com o objectivo de preservar o tecido vital na porção apical do canal radicular, para que ocorra a formação do ápice da raiz (Cohen e Hargreaves, 2007).

Neste procedimento, a lesão pulpar deve ser recoberta com um material curativo, usualmente recorre-se ao hidróxido de cálcio, porém, a utilização de MTA é uma alternativa viável.

f) Microcirurgia Apical

Durante muitos anos, a amálgama foi eleita sendo o material obturador de escolha nas cirurgias apicais. Embora, devido às suas inúmeras desvantagens como a sua elevada citotoxicidade, as suas propriedades expansivas, a necessidade de uma cavidade maior, a pigmentação dos tecidos, outros materiais surgiram como alternativa. (Song, 2012)

Foi então, o que levou ao surgimento do IRM e do Super EBA. Mais tarde surgiu o MTA, que veio a revelar ser superior em comparação com os materiais anteriores referidos, sendo mais biocompatível, proporcionando melhor selamento e possuindo a capacidade de induzir a regeneração do ligamento periodontal. (Song, 2012)

Segundo Song (2012), considera tanto o Super EBA como o MTA, materiais retroobturadores adequados para microcirurgia apical, porém, alguns estudos ex vivo e in vivo que comparam estes dois materiais, demonstraram que o MTA, de facto, é superior ao Super EBA. A superioridade do MTA é adquirida nas suas propriedades em termos de biocompatibilidade.

6. Micro-infiltração Apical

Indiscutivelmente, as bactérias e os seus sub-produtos são responsáveis pela indução e perpetuação da grande maioria das alterações pulpares e dos tecidos perirradiculares.

É da responsabilidade do esmalte e do cimento, protegerem e isolarem a dentina, assim como a polpa das agressões bacterianas. Porém, quando estes tecidos são perdidos ou danificados, criam um ambiente propício à propagação bacteriana (Lopes e Siqueira Jr., 2004).

É importante realçar que os istmos, os túbulos dentinários, os canais recorrentes, os canais comunicantes, assim como as reentrâncias do canal principal, são as principais regiões que funcionam como reservatório bacteriano (Lopes e Siqueira Jr., 2004).

O selamento hermético dos canais radiculares, é sem dúvida o objectivo mais desejado para prevenir a microinfiltração. Mesmo após desinfecção químico-mecânica, os microorganismos remanescentes nos túbulos dentinários são os principais responsáveis da microinfiltração (Veríssimo e Vale, 2006).

A micro-infiltração apical é a principal causa de insucesso nos tratamentos Endodônticos, podendo ser provocada pelas propriedades físicas ou químicas dos cimentos obturadores, pelas diferentes técnicas de obturação, ou mesmo, pela presença ou ausência da smear layer (Dultra et al., 2006).

Dultra et al. (2006) afirma que, de facto, a smear layer pode agravar a micro-infiltração apical, pois a instrumentação forma uma camada remanescente que actua como uma barreira física interferindo na adaptação e na penetração do cimento no túbulos dentinários.

Segundo Timpawat et al. (*cit. in* Veríssimo e Vale 2006), a micro-infiltração pode ocorrer na interface entre o cimento obturador e a dentina, entre cimento e a gutta-percha, ou mesmo nas falhas provocadas pelo próprio cimento. Assim sendo, a qualidade da obturação é dependente da capacidade de selamento dada pelo cimento obturador.

6.1. Métodos de Avaliação de Micro-infiltração Apical

O maior desafio em relação à avaliação da micro-infiltração apical, é conseguir desenvolver modelos que consigam reproduzir resultados fiáveis, assim como

conclusões claras sobre a capacidade de selamento dos materiais ou as técnicas em si utilizadas. Atualmente, os métodos mais recorridos para avaliar a micro-infiltração apical são através: de penetração através do recurso a corantes, do transporte de fluidos, da penetração bacteriana e da penetração através de glucose. (De-Deus et al., 2008)

a) Infiltração por Penetração de Corantes

O método de penetração de corantes foi primariamente introduzido por Grossman, em 1939, actualmente continua a ser o método mais solicitado quando se trata de microinfiltração apical. A penetração de corantes baseia-se no fenómeno da capilaridade, pois quando o ápice é submerso no corante, este penetra entre o espaço existente entre as paredes dentinárias e o material obturador (Veríssimo e Vale, 2006).

De-Deus (2008), defende que o corante azul de metileno é um marcador mais sensível em comparação com os marcadores bacterianos, isto porque a molécula do azul de metileno possui capacidade de penetrar em áreas onde as bactérias não conseguem alcançar.

Segundo vários autores, na avaliação da micro-infiltração com o corante azul de metileno em cortes longitudinais, estes apresentam um inconveniente: a escolha aleatória dos cortes, ou seja, há uma baixa probabilidade dos cortes serem feitos no ponto mais penetrado pelo corante. Consequentemente, subestima a microinfiltração e apresenta dados não fiáveis. Porém, segundo Martin et. al (*cit. in* Veríssimo e Vale 2006), os cortes transversais apresentam uma perda de tecido dentinário e de corante, devido à espessura dos cortes. Assim sendo este tipo de corte só permite visualizar a presença ou ausência de penetração do corante (Veríssimo e Vale, 2006).

O maior problema que este método exhibe, de acordo com Gençoglu et al. (2007), é o ar que fica aprisionado ao longo do canal radicular, que consequentemente, esconde a penetração do corante. Contra este entendimento, tem sido recomendado executar esta técnica sob pressão reduzida, dito por outras palavras, em vácuo.

b) Técnica de Transparentação/Limpeza

A técnica de transparentação surgiu em 1927, desenvolvida por Okumura, a qual consiste no processo de desmineralização, desidratação e na imersão em salicilato de metilo. Esta técnica, tendo como objectivo transparentar os dentes, proporciona uma visualização tridimensional da anatomia interna dos canais radiculares, sem que haja perda de estrutura dentária. Permite então, facilitar a visualização da área microinfiltrada. Como vantagens apresenta: a facilidade de executá-la, é rápida, não requer equipamentos complexos e as substâncias utilizadas nesta técnica aparentam ser atóxicas. Embora, Ahlberg et al. (*cit.in* Veríssimo e Vale 2006), realçou que a imersão dos dentes durante longos períodos de tempo em ácidos, como por exemplo, o ácido nítrico e o álcool, podem causar dissolução do corante.

c) Método de Infiltração de Fluidos

Quanto ao método de filtração de fluidos, foi desenvolvida primeiramente por Pashley e os seus colaboradores em 1987, na qual a capacidade de selamento era avaliada através da circulação de bolhas de ar no interior de um tubo capilar. Embora, mais tarde esta técnica foi modificada por Wu et al. (*cit.in* Veríssimo e Vale 2006) para a utilização em canais radiculares. Esta é constituída por um canal preenchido, na qual a sua porção coronária é ligada a um tubo cheio de água, à pressão atmosférica e o seu ápice a um tubo de vidro capilar de calibre uniforme repleto de água. Para finalizar, uma pressão de 0.1 atm é aplicada através da porção coronal, a qual força a água a penetrar os espaços vazios ao longo do canal (Veríssimo e Vale, 2006).

Importa realçar que este método comparativamente com o método de penetração de corante, tem como vantagem facto de que as amostras não são destruídas. Isto torna possível que a porção apical e coronal possam ser avaliadas após um longo período de tempo. Assim como, é mais fácil visualizar espaços vazios ao longo do canal, em relação ao método de infiltração por corante (Veríssimo e Vale, 2006).

d) Método de Infiltração Bacteriana e de Toxinas

Na técnica de infiltração bacteriana já foram utilizadas várias estirpes de bactérias para avaliar a infiltração marginal. Embora, estas apresentam resultados contraditórios pelo facto dos métodos dependerem do tipo de bactérias usadas.

A *Enterococcus Faecalis* é a bactéria mais frequentemente encontrada nas infecções orais, assim como o microorganismo mais isolado do interior dos canais, tem sido portanto, o mais utilizado (Veríssimo e Vale, 2006).

Segundo De-Deus (2008), após revisão bibliográfica sobre o método de infiltração bacteriana, considerou esta mais confiável comparativamente com o método de infiltração de corantes. Há, no entanto, que chamar a atenção, que os estudos sobre infiltração bacteriana são limitados, pois estes não simulam as condições encontradas na cavidade oral, ou seja, as diferenças de temperaturas, as influencias dietéticas, e o fluxo salivar

Neste sentido, Xu et.al (*cit. in* Veríssimo e Vale 2006) introduziram um novo método de avaliação da microinfiltração baseado no nutriente principal da bactéria, a glucose. Assim sendo, se a glucose entrar para o interior do canal radicular, as bactérias que sobreviveram dentro do canal durante o momento da instrumentação e da obturação, podem se multiplicar e, conseqüentemente, há microinfiltração.

III. Materiais e Métodos

1. Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi feita através de obras literárias e artigos científicos escritos em inglês e português, sendo estes publicados até ao mês de Julho de 2015. Para a realização da pesquisa de artigos científicos, utilizou-se os seguintes motores de busca: Pubmed, Science Direct, Elsevier, SciELO e Wiley. Recorreu-se às seguintes palavras-chaves: “MTA AND Applications”, “Aggregate Trioxide Mineral AND Apexification”, “MTA plug”; “Apical microleakage”, “Rotary instrumentation AND Reciprocating instrumentation”, “Gutta-Percha”, “System B”, “Cold Lateral Condensation”, “Dye penetration”, “Obturation”, “open apex AND Apical microleakage”. Foram encontrados cerca de 500 artigos, dos quais após critérios de exclusão, apenas suscitaram interesse 43. Para complementar recorri a 4 obras literárias e informação proveniente do repositório da Biblioteca da FCS-UFP e da Biblioteca da Universidade do Porto.

2. Tipo de estudo

Neste estudo pretendeu-se avaliar *in vitro* a microinfiltração apical usando três técnicas diferentes de obturação em dentes calibrados a 70, num modelo de apicoformação.

Actualmente, os métodos de avaliação de microinfiltração mais utilizados e valorizados são: penetração bacteriana, filtração através de fluídos, infiltração através da penetração de um corante e a utilização de glucose. Neste estudo foi utilizado o método de penetração de corante, recorrendo ao corante Azul de Metileno.

Durante o decorrer do estudo, três parâmetros indispensáveis foram tomados em consideração a fim de alcançar o sucesso, sendo estes: um estudo padronizado, fiável e reproductivo.

3. Dimensão da amostra

Foram utilizados neste estudo 66 dentes monocanales, sendo que 60 deles foram divididos aleatoriamente em três grupos e os restantes 6 utilizados nos controlos

positivos e negativos. A amostra foi previamente armazenada em soro fisiológico à temperatura ambiente.

4. Lista de materiais

- 66 dentes monocanales;
- Soro fisiológico;
- Turbina;
- Contra-ângulo;
- Broca Endo-Z
- Broca Esférica
- Motor Endodôntico X-SMARTTM (Millefer-Dentsply)
- Equipamento System B, B&L;
- Limas *Reciproc* ®
- Limas *Profile*®
- Régua Endodôntica
- Películas de fósforo;
- Limas K (Dentsply-Maillefer);
- *Spreaders* digitais ABCD (Millefer-Dentsply);
- Cones de papel absorvente (VDW® GmbH);
- Cones de Guta-Percha (Dentsply-Maillefer);
- Cones de Gutta-Percha ABCD (Dentsply-Maillefer);
- Hipoclorito de sódio a 5,25%;

- Ácido cítrico a 10% ;
- Álcool 97%;
- Água destilada;
- Cimento à base de resina (2Seal, VDW® GmbH);
- Condensador vertical;
- Lamparina;
- Instrumento de bola;
- Verniz de unhas de cor cinzenta (*Andreia*®)
- Cera rosa;
- Solução de Azul-de-Metileno a 2%;
- Estufa incubadora;
- Placas de Petri;
- Disco Diamantado, rpm 15'000;
- MTA (CERKAMED®);
- Gel de EDTA
- Microscópio Altion
- Camera Fotográfica Sony

5. Protocolo experimental

As cavidades de acesso foram realizadas com o recurso à broca esférica e à broca Endo Z, a fim de proporcionar um acesso livre a entrada do canal. Foi determinado o

comprimento de trabalho em cada dente, com uma lima K10 inserida no comprimento total do canal até ser visível a lima no ápice do dente, foi então subtraído 0,5mm a desse mesmo comprimento.

Após realizada a permeabilidade apical, procedeu-se ao Glyde Path até à lima K15 com o recurso ao gel EDTA.

De seguida, foi realizada a instrumentação recorrendo à seguinte sequência de limas: *Reciproc*® R25.08 (ponta 25 e 8% no terço apical), R40.06 (ponta 40 e 6% no terço apical), R50.05 (ponta 50 e 5% no terço apical) e motor X-Smart Plus e *Profile*® 60.04 (ponta 60 e 4% no terço apical) com 2mm para além do comprimento de trabalho a fim de alcançar o calibre aproximadamente de 70. Posteriormente foi utilizada uma K70 para garantir um calibre de 70 em todos os dentes. Os canais foram irrigados com álcool e permeabilizados durante toda a instrumentação e por fim, secos com cones de papel de calibre 70.

Foi realizada aleatoriamente a divisão da amostra em 5 grupos distintos:

Grupo I: Composto por 20 dentes. Usou-se a técnica de condensação lateral a frio com Cones de Gutta-Percha Autofit calibrados a 70, cones acessórios e respectivos spreaders ABCD devidamente marcados com o comprimento de trabalho menos 2 mm. Foram cimentados com um cimento à base de resina (*2Seal*®) e condensados com um condensador vertical a frio após remoção dos excessos.

Grupo II: Composto por 20 dentes. Usou-se a técnica System B segundo as instruções do fabricante. Foram utilizados *pluggers* a 5mm aquém do comprimento de trabalho, aquecidos a 200°C durante a condensação apical (down-pack). Os Cones de Gutta-Percha Autofit foram previamente calibrados e marcados com o comprimento de trabalho. Foi verificado o *tug-back* e procedeu-se à cimentação com o cimento à base de resina (*2Seal*®). Após à aplicação de calor com os *pluggers* foi realizada a condensação vertical a frio. Foram então, obturados os 5mm apicais de cada dente.

Grupo III: Composto por 20 dentes obturados por MTA. Os dentes foram obturados da seguinte forma: após o MTA ter sido espatulado conforme as instruções do fabricante, o mesmo foi inserido em pequena quantidade com um condensador largo para facilitar o seu transporte. De seguida, com o auxílio de um condensador mais fino marcado com

o comprimento de trabalho, este foi inserido no interior do canal e foram efectuados movimentos verticais e subtis de forma a compactar o MTA para obter uma barreira apical. Estes passos repetiram-se até à formação de uma barreira apical de 4-5mm. O comprimento da barreira foi verificado ao longo da obturação com o auxílio de uma regra endodôntica. Todo o excesso de material foi removido das paredes do canal através de cones de papel embebidos em água. Para finalizar, foi colocado uma bola de algodão humedecida em água na entrada do canal, assim como a raiz foi envolvida em uma gaze humedecida com água. Após 4h, as bolas de algodão foram e as gazes envolvendo as raízes foram retiradas.

Durante o momento de obturação foi utilizada uma esponja conforme se pode observar na figura 8. A utilização da esponja foi para simular o osso alveolar, a fim de evitar o extravasamento excessivo do material obturador.

Grupo IV: Controlo positivo. Composto por 3 dentes, este grupo de dentes não foi obturado para uma total impermeabilização.

Grupo V: Controlo negativos. Composto por 3 dentes, de forma a impedir a entrada do corante, aplicou-se verniz na totalidade do comprimento da raiz, inclusivé no foramen apical.

Após a obturação dos vários grupos com as técnicas indicadas, foram feitas radiografias finais a cada dente utilizando duas angulações: mesio-distal (M-D) e vestibulo-lingual (V-L). Nas seguintes figuras, podemos observar a obturação realizada nos diferentes grupos.

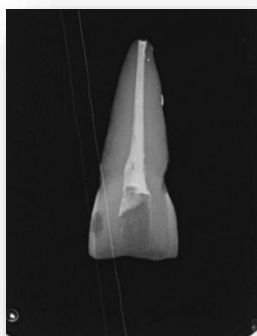


Figura 1 – RX final de uma amostra do Grupo I com a



Figura 2– RX final de uma amostra do Grupo I com a angulação V-I.



Figura 3 – RX final de uma amostra do Grupo II com a angulação M-D

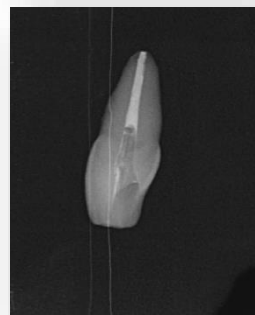


Figura 4 – RX final de uma amostra do Grupo II com a angulação V-L

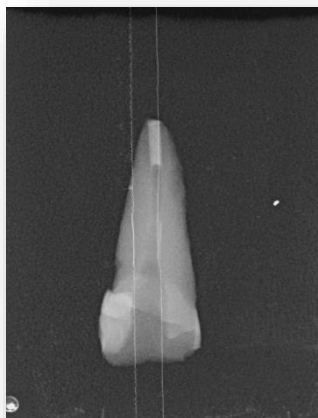


Figura 5 – RX final de uma amostra do Grupo III com a angulação M-D

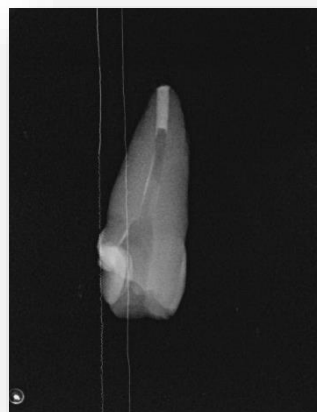


Figura 6 – RX final de uma amostra do Grupo III com a angulação V-L

De modo a impedir a penetração do corante nas paredes do canal, a raiz foi permeabilizada com duas camadas finas de verniz cinzento Andreia®, como podemos observar na Figura 9. No entanto, os 2 mm apicais não foram permeabilizados com o verniz, no intuito de simular uma micro-infiltração apical. (Figura 10)



Figura 7 – Parte da amostra do Grupo I

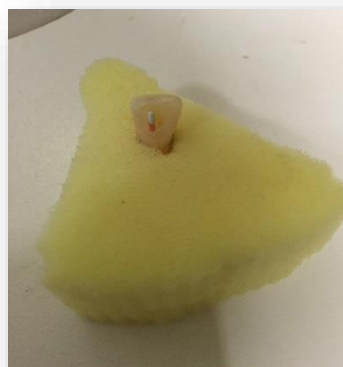


Figura 8 – Obturação do Grupo II utilizando uma esponja para simular o osso alveolar

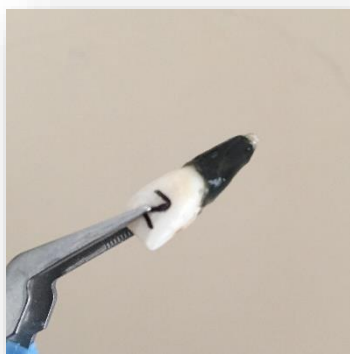


Figura 9 – Dente após instrumentação visto por incisal



Figura 10 – Parte da amostra do Grupo I

Procedeu-se então, à fixação dos dentes numa placa de cera rosa numa placa de petri, nos quais foram submersos os 2/3 da raiz dos dentes, no corante Azul de Metileno a 2%. Nas Figura X e X podemos visualizar um dos grupos colocados na cera rosa previamente a serem submersos no corante.



Figura 11 – Corante de Azul de Metileno



Figura 12 – Amostra de dentes colocada numa placa de cera rosa



Figura 13 – Amostra de dentes colocada na de cera placa rosa



Figura 14 – Grupo I submerso em Azul de Metileno



Figura 15 – Grupo II submerso em Azul de Metileno



Figura 16 – Grupo III submerso em Azul de Metileno

De seguida, as amostras foram colocadas numa estufa durante um período de 7 dias a uma temperatura constante de 37°C. Durante os 7 dias, foi reposto o corante sempre que necessário.



Figura 17 - Grupo I e II na estufa a 37°C



Figura 18 - Grupo III na estufa a 37°C

6. Avaliação da Micro-infiltração Apical

Procedeu-se então, à análise da micro-infiltração apical, a qual ocorreu da seguinte forma:

Cada dente foi inicialmente fotografado no microscópio à coroa, ao longo do comprimento da raiz e ao ápice radicular. Após a toma da fotografia inicial, procedeu-se ao primeiro corte com o recurso a um disco diamantado. De seguida, o corte foi analisado e fotografado no microscópio.

Os cortes foram feitos com o disco colocado perpendicularmente à raiz do dente, sendo o primeiro corte equivalente ao 1mm apical.

Este processo repetiu-se no mínimo 4 vezes em cada dente, sendo que os cortes foram feitos a passo de 1 mm entre cada um através do auxílio de uma régua Endodôntica. No entanto, se no último corte estivesse presente microinfiltração, ou seja, a presença do corante azul de metileno, o dente voltará a ser sujeito a novos cortes até a microinfiltração desaparecer por completo.



Figura 19 - Microscópio com máquina fotográfica incorporada



Figura 20 - Microscópio com máquina fotográfica incorporada

As fotografias obtidas nos 5 grupos de dentes, foram submetidas a uma avaliação meticulosa por avaliadores independentes com experiência. Após avaliação, os resultados foram convertidos em estatísticas para posteriormente se discutir os dados obtidos.

IV. Resultados

	1 mm apical	2 mm apicais	3 mm apicais	4 mm apicais	5 mm apicais
Grupo I	20	14	8	6	2
Grupo II	12	0	0	0	0
Grupo III	6	2	0	0	0
Grupo IV	3	3	3	3	3
Grupo V	0	0	0	0	0

Tabela 1 – Valores da soma de dentes infiltrados por corte.

Como podemos verificar na tabela 1, a Condensação Lateral a Frio (Grupo I) foi sem dúvida a técnica obturadora que apresentou mais micro-infiltração apical por corte, seguindo-se da técnica de System B (GrupoII) e o MTA (Grupo III).

No Grupo I, podemos afirmar que realmente todos os dentes no primeiro milímetro apical infiltraram, sendo que nos 2mm apicais verificou-se que aproximadamente quase metade apresentou micro-infiltração apical. Em relação aos 3 mm mais coronais, este grupo foi o único que apresentou penetração de corante em relação ao Grupo II e Grupo III.

No que diz respeito aos resultados do Grupo II, verifica-se de facto uma diferença significativa em relação ao Grupo I, visto que apenas o primeiro milímetro apical é que revelou a presença de corante.

O Grupo III, como esperado, foi o grupo que apresentou os melhores resultados, ou seja, o menor número de dentes infiltrados.

Nos controlos positivos (Grupo IV), o corante infiltrou o comprimento total em todos os dentes. Contrariamente, nos controlos negativos (Grupo V), não se verificou presença de infiltração apical.

Foram calculados os valores da média da infiltração apical, do desvio padrão, da mínima e da máxima do Grupo I, II e III na seguinte tabela.

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Grupo I	20	2,5000	1,39548	1,00	5,00
Grupo II	20	,6000	,50262	,00	1,00
Grupo III	20	,4000	,68056	,00	2,00
Total	66	1,2879	1,52684	,00	5,00

Tabela 2– Descrição do número de infiltrações por grupo

O Grupo I apresenta uma micro-infiltração média de 2,5, o Grupo II apresenta uma média de 0,6 e o Grupo III 0,4. Em relação ao desvio padrão, o Grupo I apresenta 1,4, o Grupo II 0,5 e o Grupo III 0,7.

Uma vez que os dados seguem uma distribuição normal, para comparação dos 3 grupos foram usados testes paramétricos (ANOVA).

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	53,733	2	26,867	30,265	,000
Nos grupos	50,600	57	,888		
Total	104,333	59			

Tabela 3 – Teste ANOVA

Pela tabela pode verificar-se que existem diferenças significativas entre os grupos ($p < 0.0001$). Assim, torna-se conveniente fazer as comparações múltiplas para verificar quais os grupos responsáveis pela existência de diferenças. Para tal foi usado o teste de Tukey.

		Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.
Grupo I	Grupo II	1,90000*	,29795	,000
	Grupo III	2,10000*	,29795	,000
Grupo II	Grupo I	-1,90000*	,29795	,000
	Grupo III	,20000	,29795	,781
Grupo III	Grupo I	-2,10000*	,29795	,000
	Grupo II	-,20000	,29795	,781

Tabela 4– Teste de Turkey

Pode verificar-se a existência de algumas diferenças estatisticamente significativas. Em outras palavras, existem diferenças estatisticamente significativas ($0 < 0.001$) entre o Grupo I e II, assim como, o Grupo I e III. No entanto, verificou-se que não existem diferenças estatisticamente entre o Grupo II e III.

Pode concluir-se que o grupo III é o melhor, seguido do grupo II e posteriormente o I.

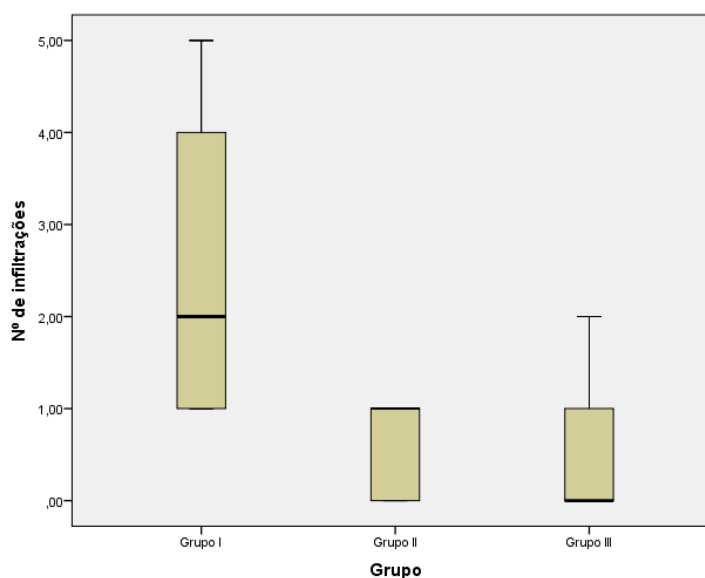


Gráfico 1 – Representação da mediana da infiltração apical através de cada técnica de obturação

Pela análise do gráfico pode verificar-se que o grupo I varia entre 1 e 5 infiltrações por cada dente avaliado, assim como, apresenta valores de mediana mais elevados em relação aos outros dois grupos.

Apesar de os grupos II e III apresentarem comportamentos mais próximos, o grupo II apresenta mediana mais elevada que o grupo III.

Conclui-se assim que o grupo III é o melhor, ou seja, o grupo que apresenta menor micro-infiltração apical, seguido do grupo II e posteriormente do grupo I.

As seguintes figuras representam algum dos cortes feitos em cada grupo de dentes:

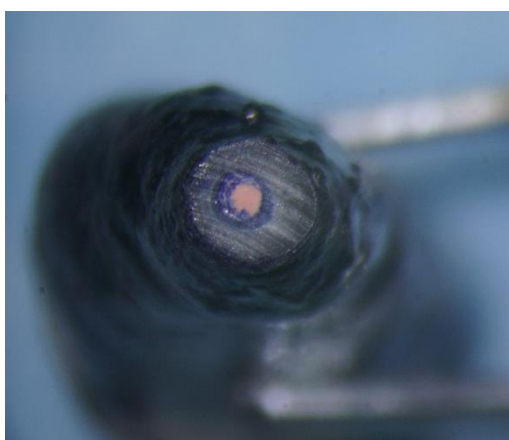


Figura 21- Corte a 2 mm de uma amostra do Grupo I (Condensação Lateral a Frio)

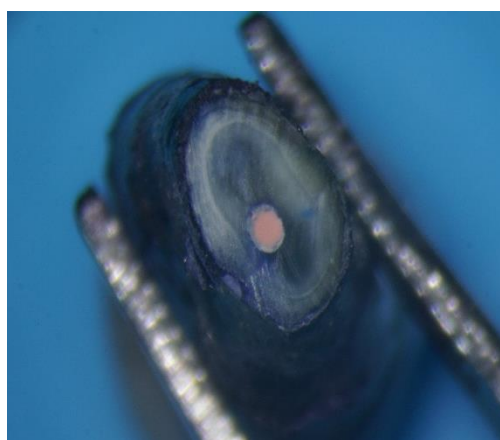


Figura 22- Corte a 4 mm de uma amostra do Grupo I (Condensação Lateral a Frio)

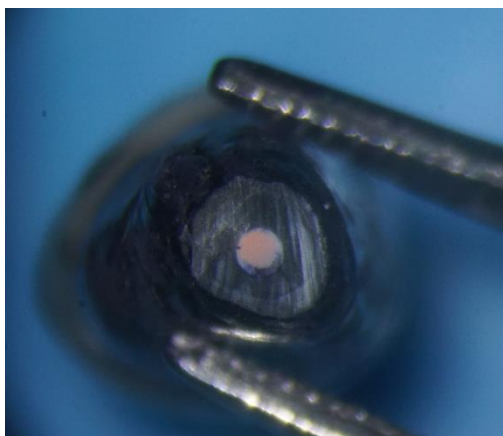


Figura 23- Corte a 1 mm de uma amostra do Grupo II (System B)

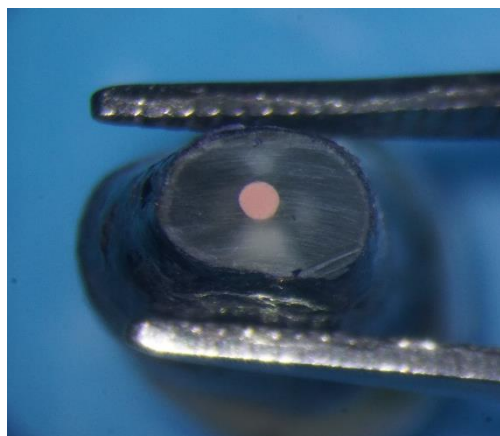


Figura 24- Corte a 4 mm de uma amostra do Grupo II (System B)

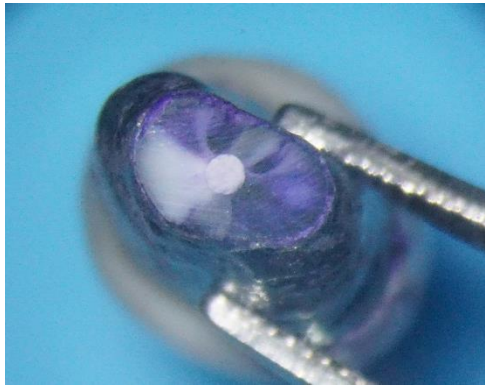


Figura 25- Corte a 1 mm de uma amostra do Grupo III (MTA)

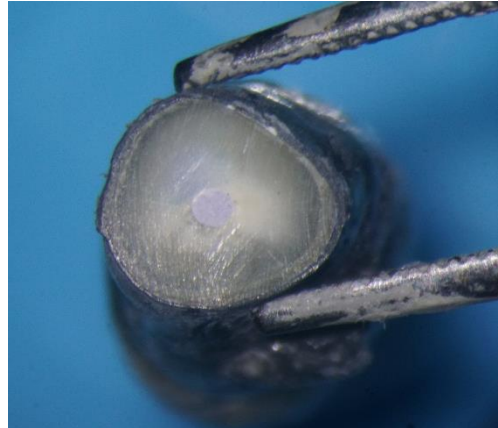


Figura 26- Corte a 4 mm de uma amostra do Grupo III (MTA)

V. Discussão

1. Análise crítica dos resultados

Segundo Samadi (2014), o objectivo do tratamento Endodôntico é proporcionar uma barreira de reinfeção entre a cavidade oral, o sistema canalar e os tecidos periapicais. O sucesso do tratamento Endodôntico depende do desbridamento mecânico do canal e da qualidade da obturação usando um material biocompatível.

Neste estudo, os dentes foram instrumentados recorrendo à instrumentação rotatória e recíproca com o objectivo de obter aproximadamente um calibre de 70, a fim de simular dentes permanentes jovens de ápices abertos.

O método escolhido para avaliar a micro-infiltração apical deste estudo, foi o método da penetração de corante, usando o corante Azul-de-Metileno a 2%. Segundo Veríssimo e Vale (2006), a infiltração por penetração de corante é utilizado principalmente para micro-infiltração apical, pois como o ápice radicular se encontra em contacto com a solução de Azul-de-Metileno, o corante consegue penetrar através dos espaços vazios existentes entre o material obturador e as paredes do canal.

Com o objectivo de evitar falhas na avaliação da micro-infiltração e obter resultados mais próximos da realidade, os cortes foram efectuados perpendicularmente ao longo do eixo do dente, com o auxílio de um disco adiamantado. Isto porque, Veríssimo e Vale (2006) sugere que cortes longitudinais podem nos deduzir em erro, pois existe uma baixa probabilidade dos cortes serem feitos no ponto mais penetrado pelo corante.

Como esperado, o grupo que apresentou mais micro-infiltração neste estudo foi o Grupo I, onde foi utilizada a técnica de Condensação Lateral a Frio. Segundo Kerezoudis (1999), na técnica de Condensação Lateral a Frio, o cone principal de gutta-percha nem sempre corresponde à conformação dada ao canal durante a instrumentação. Assim sendo, é o cimento obturador o responsável por preencher os restantes espaços entre a gutta-percha e as paredes dentinárias. Mas, como a maioria dos cimentos obturadores são reabsorvíveis, podemos assumir que a obturação com a técnica de Condensação Lateral a Frio deteriora com o tempo (Kerezoudis, 1999).

Os resultados do Grupo I em comparação com o Grupo II não foram novidade, pois sabemos que as técnicas termoplásticas apresentam uma melhor adaptação do cone principal de gutta-percha às paredes do canal radicular (Kerezoudis, 1999).

Em relação ao Grupo II, onde foi utilizada a técnica de System B, este apresentou resultados superiores à técnica de Condensação Lateral a Frio e resultados ligeiramente inferiores a barreira apical de MTA. No estudo efectuado por Kerezoudis et al. (*cit. in* Kerezoudis 1999) demonstrou que de facto a capacidade de selamento da técnica de Condensação Lateral a Frio não supera as capacidades das técnica termoplástica com gutta-percha.

Igualmente, no estudo *in vitro* de Farea et al. (2010), conclui que a técnica de Condensação Lateral a Frio apresenta resultados mais elevados de micro-infiltração apical em comparação com a técnica System B. Assim sendo, afirmou que a técnica de Condensação Lateral a Frio produz uma massa de gutta-percha menos homogénea em relação à técnica do System B.

O Grupo III foi realmente o grupo que exigiu melhores resultados, podendo afirmar que o MTA na técnica de apexificação supera a técnica de Condensação Lateral a Frio e a técnica termoplástica System B. Bates et al (*cit. in* Rao 2009) afirmam que o MTA é superior aos outros materiais obturadores, a sua expansão durante a toma de presa, pode ser a razão das suas excelentes propriedades de selamento.

Segundo Torabinejad et al (*cit. in* Rao 2009), o MTA é um material que demonstra superioridade no que diz respeito a infiltração bacteriana, visto que não permite a entrada de bactérias na interface.

Neste estudo conforme as recomendações do fabricante do MTA, foi utilizada uma barreira apical de MTA com uma espessura entre 3-5mm durante a técnica de apexificação.

No estudo de infiltração bacteriana elaborado por Hachmeister et al (2002), compararam se utilização de diferentes espessuras de barreiras de MTA afectaria as

propriedades do MTA. Os autores concluíram que a espessura de MTA na técnica de apexificação não tem impacto a nível de infiltração bacteriana, mas sim no que diz respeito à resistência ao deslocamento. Para além de compararem a espessura de MTA utilizada na técnica de apexificação, os mesmos testaram se a colocação de Hidróxido de Cálcio como medicação intracanalicular influenciaria as propriedades do MTA. Assim sendo, através do estudo *in vitro* concluíram que realmente a presença de hidróxido de cálcio não influencia as propriedades do MTA.

O Hidróxido de Cálcio tem sido o material de escolha para induzir a formação de uma barreira apical. Porém, a técnica de apexificação recorrendo ao uso do Hidróxido de Cálcio suscita vários problemas (Hachmeister et al., 2002).

Segundo o estudo de Shabahang et al. (*cit.in* Witherspoon et al. 2008), o uso de MTA na obturação em ápices abertos demonstrou um maior grau de formação de tecido duro quando comparado com o Hidróxido de Cálcio. O MTA apresenta várias vantagens em relação ao Hidróxido de Cálcio, sendo estas: redução do tempo de tratamento, o dente é menos propício à fractura e requer menos consultas (Witherspoon et al., 2008).

Segundo Mente et al. (2009), estudos clínicos apontam que 77% a 85% de dentes com ápices abertos, 1 a 3 anos após a colocação da barreira apical de MTA, mostram estar saudáveis.

2. Dificuldades do estudo

No decorrer deste estudo a maior dificuldade que encontrei, devido às dificuldades no manuseamento do MTA, foi a criação da barreira de MTA com aproximadamente 4-5mm. Embora, Stefopoulos et al. (2008) sugerem que com o recurso a um microscópio, a aplicação de MTA torna-se mais fácil assim como manuseá-lo no ápice radicular. O MTA também pode ser aplicado através de ultrassons, no entanto, Aminoshariae et al. (*cit.in* Stefopoulos et al. 2008) descobriram que a aplicação manual do MTA apresenta menos falhas radiograficamente e melhor adaptação quando comparado à sua aplicação através de ultrassons. Contrariamente, Lawley et al. (*cit.in* Stefopoulos et al. 2008) afirmam que a aplicação de MTA com o recurso a ultrassons apresenta menos infiltração bacteriana quando comparada com a técnica da condensação manual.

VI. Conclusão

Tendo sido o objectivo deste estudo *in vitro* encontrar qual a melhor técnica e material de obturação que proporciona o melhor selamento apical em dentes com ápices abertos, através da avaliação da micro-infiltração em 3 técnicas de obturação por penetração de corante, podemos concluir que o MTA é o material mais indicado na técnica de apexificação quando comparado com a utilização de Gutta-Percha aplicada através da Condensação Lateral a Frio ou aquecida através do sistema de obturação System B.

Porém, no grupo II onde foi utilizada a técnica de System B verificou-se que os valores são muito próximos ao grupo de MTA, ou seja, a utilização da Gutta-Percha aquecida revela ser um método eficaz na técnica de apexificação.

No entanto, é de esperar que aumentando o diâmetro apical, as diferenças entre a obturação termoplástica (System B) e a obturação com MTA aumentem significativamente.

Por último, a técnica de Condensação Lateral a Frio apesar de ser a técnica mais aplicada na área da Endodontia, revelou ser a pior em comparação com o System B e o MTA na técnica de apexificação.

Podemos assim concluir que existem diferenças estatisticamente significativas ($0 < 0.001$) entre o Grupo I e II, assim como, o Grupo I e III. No entanto, verificou-se que não existem diferenças significativas entre o Grupo II e III.

Os resultados obtidos através deste estudo *in vitro* recorrendo ao método de penetração de corante não pode ser usado para prever o sucesso clínico do MTA, assim como o uso de gutta-percha através da técnica termoplástica no modelo de apexificação. Este estudo apenas representa a capacidade do selamento apical dos materiais à raiz.

Devemos ter em consideração, que o sucesso de cada técnica depende do conhecimento e da prática clínica do profissional na aplicação clínica das diferentes situações.

VII. Bibliografia

Accorinte, M. *et alii.* (2009). Evaluation of two mineral trioxide aggregate compounds as pulp-capping agents in human teeth. *International Endodontics Journal*, 42, pp. 122-128.

Aeinehchi, M. *et alii.* (2003). Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. *International Endodontics Journal*, 36, pp. 225-231.

Baumann, M. e Beer, R. (2010). *Endodontology*. Germany, Thieme.

Burklein, S. *et alii.* (2012). Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. *Journal of Endodontics*, 38(6), pp. 850-852.

Castelluci, A. (2005): *Endodontics*. Florence, II Tridente.

Cohen, S. e Hargreaves, K. (2007). *Caminhos da polpa*, 9ª edição. Rio de Janeiro, Elsevier.

De-Deus, G. *et alii.* (2015). Accumulates Hard Tissue Debris Produced during Reciprocating and Rotary Nickel-Titanium Canal Preparation. *Journal of Endodontics*, 41(5), pp. 676-681.

De-Deus, G. *et alii.* (2007). Comparison of the percentage of gutta-percha-filled área obtained by Thermafil and System B. *Australian Endodontics Journal*, 33, pp. 55-61.

De-Deus, G. *et alii.* (2008). Dye Extraction Results on Bacterial Leakproof Root Fillings. *Journal of Endodontics*, 34(9), pp. 1093-1095.

Dultra, F. *et alii.* (2006). Evaluation of apical microleakage of teeth sealed with four diferente root canal sealers. *Journal of Applied Oral Science*, 14(5), pp. 341-345.

Erdem, A. e Sepet, E. (2008). Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open ápices. *Dental Traumatology*, 24, pp.38-41.

Eskandarizadeh, A. *et alii*. (2011). A comparative study on dental pulp response to calcium hydroxide, white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(4), pp. 351-355.

Farea, M. *et alii*. (2010). Apical microleakage evaluation of system B compared with cold lateral technique: *In vitro* study. *Australian Endodontic Journal*, 36, pp. 48-53.

Ferreira, M., Leitão, J. e Carrilho, E. (2007). Reabsorção Radicular Interna. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 48(2), pp. 121-126.

Gençoğlu, N., Oruçoğlu, H e Helvacioğlu, D. (2007). Apical Leakage of Different Gutta-Percha Techniques: Thermafil, Js Quick-Fill, Soft Core, Microseal, System B ad Lateral Condensation with Computerized Fluid Filtration Meter. *European Journal of Dentistry*, 1, pp. 97-103.

Gilhooly, RMP., *et alii* (2001). Comparison of lateral condensation and thermomechanically compared warm a-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 91(1), pp. 89-94.

Hschmeister, D. (2002). The Sealing Ability and Retention Characteristics of Mineral Trioxide Aggregate in a Model of Apexification. *Journal of Endodontics*, 28(5), pp. 386-390.

Hegde, N. e Hegde, N. (2013). Internal and External Root Resorption Management: A Report of Two Cases. *Internacional Journal of Pediatric Dentistry*, 6 (1), pp. 44-47. ✓

Ingle, J., Backland, L. e Baumgartner, J. (2008). *Ingle's Endodontics 6*. Ontario, BC Decker.

Kerezoudis, N., Valavanis, D. e Proutzos, F. (1999). A method of adapting gutta-percha master cones for obturation of open apex cases using heat. *International Endodontic Journal*, 32, pp. 53-60.

Lopes, H. e Siqueira Jr., J. (2010). *Endodontia: Biologia e Técnica*, 3ª Edição. Rio de Janeiro, Guanabara.

Machado, M. (2013). Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *International Endodontic Journal*, 46, pp.1083-1087.

Martins, S. *et alii.* (2011). Comparação da obturação endodôntica pelas técnicas de condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafill: estudo piloto com microtomografia computadorizada. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 52(2), pp. 59-69.

Mente, J. *et alii.* (2009). Mineral trioxide Aggregate Apical Plugs in Teeth with Open Apical Foramina: A Retrospective Analysis of Treatment Outcome, *Journal of Endodontics*, 35(10), pp. 1354-1358.

Moore, A., Howley, M. e O'Connell, A. (2011). Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dental Traumatology*, 27, pp.166-173.

Page, M., Hargreaves, K. e Eideeb, M. (1995). Comparison of concentric condensation technique with laterally condensed Gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 21 (6). pp. 306-313.

Parirokh, M. e Torabinejad, M. (2010). Mineral Trioxide Aggregate: a Comprehensive Literature Review – Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *Journal of Endodontics*, 36(1), pp. 16-27.

Parirokh, M. e Torabinejad, M. (2010). Mineral Trioxide Aggregate: a Comprehensive Literature Review – Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations. *Journal of Endodontics*, 36(2), pp. 190-202.

Parirokh, M. e Torabinejad, M. (2010). Mineral Trioxide Aggregate: a Comprehensive Literature Review – Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *Journal of Endodontics*, 36(3), pp. 400-413.

Peng, L. *et alii.* (2007). Outcome of Root Canal Obturation by Warm Gutta-percha versus Cold Lateral Condensation: A Meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 33(2), pp. 106-109.

Rafter, M. (2005). Apexification: a review. *Dental Traumatology*, 21, pp. 1-8 □

Rajeswari, P. *et alii.* (2011). In-Vitro Evaluation of Apical Micro Leakage of Termafil and Obtura II Heated Gutta Percha in Comparison with Cold Lateral Condensation Using Fluid Filtration System. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(2), pp. 173-177.

Rao, A., Rao, A. e Shenoy, R. (2009). Mineral Trioxide Aggregate – A Review. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 34(1), pp. 1-8.

Samadi, F. *et alii.* (2014). A Comparative Evaluation of Efficacy of Different Obturation Techniques used in Root Canal Treatment of Anterior Teeth: An *in vitro* Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 7(1), pp.1-5.

Sarris, S. *et alii.* (2008). A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanente incisors in children – a pilot study. *Dental Traumatology*, 24, pp. 79-85.

Silva, C. *et alii.* (2010). Agregado de Trióxido Mineral (MTA). *Aplicações em Odontopediatria. Revista da Ordem dos Médicos Dentistas*, 7, pp. 14-21.

Song, M. e Kim, E. (2012). A Prospective Randomized Controlled Study of Mineral Trioxide Aggregate and Super Ethoxy-Benzoic Acid as Root-end Filling Materials in

Endodontic Microsurgery. *Journal of Endodontics*, 38(7), pp. 875-879.

Sonmez, D., Sari, S. e Çetinbas, T. (2008). A Comparison of four pulpotomy techniques in primary molars: A Long-term Follow-up . *Journal of Endodontics*, 34 (8), pp. 950-955.

Stefopoulos, S. *et alii*. (2008). Comparative *in vitro* study of the sealing efficiency of white vs grey ProRoot mineral trioxide aggregate formulas as apical barriers. *Dental Traumatology*, 24, pp. 207-213.

Teles, A. (2002). Estudo comparativo da capacidade de selamento de três técnicas de obturação de canais radiculares. [Em linha]. Disponível em <[http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/9719/5/4596_TM_01_P .pdf](http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/9719/5/4596_TM_01_P.pdf)>. [Consultado em 03/0/2014].

Veríssimo, D. e Vale, M. (2006). Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *Journal of Oral Science*, 48(3), pp. 93-98.

Witherspoon, D. *et alii*. (2008). Retrospective Analysis of Open Apex Teeth Obturated with Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, 34(10), pp. 1171-1176.

Yared, G. (2007). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminar observations. *International Endodontic Journal*, 41, pp.339-344.