

Inês Isabel Feliciano Salvador

Análise da Capacidade de Selamento de Um Cimento de Obturação

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2014

“Viver não é necessário. Necessário é criar.”

(Fernando Pessoa)

Inês Isabel Feliciano Salvador

Análise da Capacidade de Selamento de Um Cimento de Obturação

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2014

Inês Isabel Feliciano Salvador

Análise da Capacidade de Selamento de Um Cimento de Obturação

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

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2014

Resumo

Introdução: O sucesso no Tratamento Endodôntico depende da prevenção e controle da infecção do canal radicular, o qual é obtido com uma limpeza adequada, conformação dos canais radiculares, preenchimento e selamento tridimensional.

A micro-infiltração é considerada uma das causas que, com mais frequência, contribui para o fracasso do tratamento endodôntico sendo influenciada por muitas variáveis destacando-se, entre elas, as propriedades físicas e químicas dos cimentos obturadores. Outro fator muito importante que pode afetar o selamento é a desobturação parcial de um canal para colocação de um espigão intrarradicular.

Objetivos: O estudo em questão tem como objetivo avaliar *in vitro* a infiltração apical em dentes parcialmente desobturados imediatamente após a obturação e em dentes parcialmente desobturados 8 dias após a obturação usando *2Seal*[®] como cimento de obturação.

Materiais e Métodos: Usou-se uma amostra de 40 dentes monocanales os quais foram divididos em 4 grupos. Todos eles foram instrumentados com o sistema *ProTaper*[®]. Os dentes inseridos nos grupos I e II foram obturados com a técnica de condensação lateral, sendo que o primeiro grupo foi desobturado no mesmo dia em que a obturação foi efetuada e o segundo grupo 8 dias após. Os dois grupos restantes são os grupos controle positivo e negativo, que servem para atestar a ocorrência de infiltração apical, pelo foramen radicular. Para testar a micro-infiltração usou-se o método de penetração de corante, sendo o corante escolhido Azul-de-Metileno a 2%.

Resultados: No grupo dos controles positivos (grupo III) o corante infiltrou o comprimento total do dente, e no grupo dos controles negativos (grupo IV) não se verificou qualquer tipo de infiltração.

O grupo I apresenta uma microinfiltração média de 5,06 mm e o grupo II de 2,98 mm, com desvios padrão de 3,07 e 2,67, respectivamente.

Conclusões: Após a recolha e análise dos dados concluiu-se neste estudo que em dentes obturados com a técnica de condensação lateral e com este cimento, a desobturação 8 dias após a obturação provoca significativamente menos micro-infiltração que uma desobturação imediata ($p= 0.042$).

Sendo este um estudo *in vitro* é importante referir que os resultados obtidos podem não ser equivalentes na prática clínica.

Não menos importante, é a necessidade de realizar mais estudos, com diferentes tempos de desobturação, diferentes cimentos obturadores e diferentes métodos de obturação, a fim de se perceber qual a influência destes fatores na quantidade de micro-infiltração apical. Possuir este conhecimento é fundamental para a decisão do clínico aquando da colocação de um espigão, de forma a selecionar as melhores condições para um selamento apical o mais satisfatório possível.

Palavras-chave: *“immediate AND delayed post space preparation”, “apical microleakage AND endodontic sealers”, “apical microleakage AND endodontic posts”, “apical microleakage AND obturation systems”, “resin based AND endodontic sealers”, “zinc oxide eugenol AND endodontic sealers”, “aggregate trioxide mineral AND endodontic sealers”, “glass ionomer AND endodontic sealers” e “bioceramic material”.*

Abstract

Introduction: Success on the Endodontic Treatment depends on the prevention and infection control of the root canal, which is obtained through proper cleaning, root canal forming, filling and tridimensional sealing.

Micro-infiltration is considered as one of the most frequent causes that leads to root canal treatment failure since it is influenced by many variables, mainly the sealing cement's physical and chemical properties. Another important factor that might affect sealing is the partial removal of a canal's filling to place a post.

Aim: Evaluate *in vitro* apical infiltration on teeth whose obturation was immediately removed after being placed and on teeth unobturated 8 days after obturation using 2Seal[®] as sealing cement.

Materials and methods: a sample of 40 single rooted teeth was used and divided into 4 groups. All teeth were instrumented with the ProTaper[®] system Teeth from group I and II were obturated with the lateral condensation technique, being the first group unobturated on the same day that they were obturated and the second group 8 days later. The two remaining groups are positive and negative control groups with the purpose to attest for the occurrence of apical infiltration through the radicular foramen. Micro-infiltration was tested with the dye penetration method, being methylene blue at 2% the chosen dye.

Results: in the positive control group (group III) the dye penetrated the entire length of the teeth, and the negative control group (group IV) there was not any kind of infiltration.

Group I had an average microleakage 5.06 mm and 2.98 mm in group II, with standard deviations of 3.07 and 2.67, respectively.

Conclusion: After the data collecting it was concluded that teeth obturated with lateral condensation technique and with this cement, unobturation 8 days after the obturation

causes significantly less micro-infiltration when comparing with immediate unobturation ($p= 0.042$).

Since this is an in vitro study it's important to state that the results obtained might not be equivalent on clinical practice.

Not less relevant is the necessity to address further studies using different desobturation times, different sealing cements and different obturation methods to understand the influence of these factors on the apical micro-infiltration's quantity. This knowledge is fundamental for the professional's decision when about to place a post and so that it's possible to choose the best conditions for an apical sealing as satisfying as possible.

Key-Words: *“immediate AND delayed post space preparation”, “apical microleakage AND endodontic sealers”, “apical microleakage AND endodontic posts”, “apical microleakage AND obturation systems”, “resin based AND endodontic sealers”, “zinc oxide eugenol AND endodontic sealers”, “aggregate trioxide mineral AND endodontic sealers”, “glass ionomer AND endodontic sealers” e “bioceramic material”.*

Dedicatória

Aos meus avós, por toda a ajuda, apoio e ensinamentos ao longo do meu percurso de vida.

À minha mãe, pelos valores que me tem vindo a transmitir e, por todo o apoio e compreensão ao longo de todo o meu percurso académico.

À minha irmã, para que se orgulhe, e se motive na ampliação do conhecimento.

À minha amiga Cláudia Rodrigues, que sempre me apoiou e ajudou em tudo aquilo que me propuz fazer.

Agradecimentos

À minha orientadora Doutora Ana Cláudia Moura Teles, por toda a dedicação, empenho, preocupação e disponibilidade inestimáveis.

Ao meu co-orientador Dr. Luís França Martins, pela boa vontade, dedicação e apoio.

A todo o grupo de docentes de Endodontia, pois graças a eles desenvolvi o gosto que tenho hoje por esta área da Medicina Dentária.

À Doutora Sandra Gavinha, pela confiança depositada em mim e pela permissão da utilização do espaço das Clínicas Pedagógicas da FCS – UFP, tão importante para que a realização deste estudo fosse possível.

Aos restantes docentes por terem sido tão importantes no meu desenvolvimento intelectual e pessoal, nestes anos que representaram os primeiros passos de uma longa caminhada profissional.

À Dr^a Márcia Filipa Carcau Cascão pelos seus ensinamentos no uso dos instrumentos de observação e quantificação.

Ao Dr André Príncipe pela amizade, e incansável ajuda, tão importante ao longo deste ano.

Ao João Miranda, por sempre me ter acompanhado, quer na vida pessoal, quer na vida académica.

À Marina Salgueiro, pela preciosa colaboração no trabalho laboratorial.

À Raquel Pessoa pela ajuda prestada com relação ao programa de estatística SPSS.

Aos colegas Raunan Romanini, Filipe Todo Bom e Francisco Zoio que me disponibilizaram, com tanta simpatia os dentes usados neste estudo.

Índice Geral

I. Introdução.....	1
II. Desenvolvimento.....	4
1. Materiais e Métodos.....	4
1.1. Pesquisa bibliográfica	4
1.2. Dimensão da Amostra.....	4
1.3. Lista de materiais.....	4
1.4. Protocolo experimental.....	5
1.5. Avaliação da micro-infiltração apical (imagens obtidas a partir do software <i>Motic Plus 2.0</i> [®]).....	10
1.6. Análise estatística dos resultados.....	10
2. Obturação endodôntica	11
3. Guta-Percha.....	12
4. Cimentos Obturadores.....	13
4.1. Cimentos à base de óxido de zinco eugenol (<i>Roth</i> [®] , <i>Kerr PCS</i> [®] , <i>ProcoSol</i> [®] , <i>Endomethasone</i> [®])	15
4.2. Cloropercha.....	18
4.3. Cimentos à base de hidróxido de cálcio (<i>Sealapex</i> [®] , <i>Apexit</i> [®] , <i>CRCS</i> [®])	18
4.4. Cimentos à base de ionómero de vidro (<i>KetacEndo</i> [®])	21
4.5. Cimentos à base de resina (<i>AH Plus</i> [®] , <i>Epiphany</i> [®] , <i>EndoRez</i> [®] , <i>Acroseal</i> [®] , <i>2seal</i> [®]).....	23
4.6. Cimentos à base de silicone (<i>Roekoseal</i> [®] , <i>GutaFlow</i> [®]).....	27
4.7. Cimentos à base de MTA (<i>MTA Fillapex</i> [®] , <i>ProRoot</i> [®]).....	27
4.8. Cimentos biocerâmicos (<i>Endosequence</i> [®] , <i>BioAggregate</i> [®] , <i>BioDentine</i> [®] , <i>ProRoot Endo Sealer</i> [®]).....	30
5. Técnicas de obturação endodôntica	31

5.1. Condensação lateral	31
5.2. Técnicas termoplásticas	35
5.2.1. Técnica de condensação da guta-percha termoplastificada.....	35
5.2.2. Técnica <i>System B</i> [®]	36
5.2.3. Técnica de injeção de guta-percha termoplastificada	37
5.2.4. Técnica híbrida de Tagger.....	38
5.2.5. Técnica Thermafil	39
6. Espigões	40
6.1. Tipos de espigões.....	41
7. Desobturação.....	42
7.1. Métodos de desobturação	42
7.2. Quantidade de material remanescente	43
7.3. Momento da desobturação (imediate/tardia)	44
8. Micro-infiltração	46
8.1. Métodos de avaliação de micro-infiltração.....	46
8.1.1. Penetração de corante.....	46
8.1.2. Transporte fluído ou filtração fluída	48
8.1.3. Método de dissolução de corante	49
8.1.4. Método de infiltração de bactérias e toxinas.....	50
8.1.5. Eletroquímico	50
9. Resultados	50
10. Discussão.....	52
10.1. Análise crítica dos resultados	52
10.2. Dificuldades do estudo	55
III. Conclusão	57

IV. Bibliografia 58

Índice de Figuras

Figura 1 – Material para obturação dos grupos I e II	7
Figura 2 – Obturação dos grupos I e II.....	7
Figura 3 – Desobturação dos grupos I e II	7
Figura 4 – Grupo I em Azul-de-Metileno.....	8
Figura 5 – Grupo II em Azul-de-Metileno	8
Figura 6 – Grupo III e IV em Azul-de-Metileno	8
Figura 7 – Cortes longitudinais das amostras.....	9
Figura 8 – Lupa de aumento <i>Leica EZ40</i> [®]	9
Figura 9 – Exemplos de imagens obtidas com a lupa de aumento <i>Leica EZ40</i> [®] (A – Grupo I; B – Grupo II; C – Grupo III e D – Grupo IV)	10
Figura 10 – <i>Motic Plus, 2.0</i> [®]	10

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Valores estatísticos (micro-infiltração apical/mm); obtidos: Grupo I e II – Desobturação imediata e tardia (8 dias após a obturação)..... 51

Tabela 2 – Teste *t-Student* quanto ao nível de significância entre os Grupos I e II 51

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Valores de micro-infiltração (mm), mediana e desvio padrão nos Grupos I e II.....	51
--	----

Índice de Siglas e Abreviaturas

ISO – International Organization for Standardization

ADA – American Dental Association

FDA – Food and Drug Administration

SCR – Sistema de Canais Radiculares

I. Introdução

O sucesso no Tratamento Endodôntico depende da prevenção e controlo da infecção do canal radicular, o qual é obtido com uma limpeza adequada, conformação dos canais radiculares, preenchimento e selamento tridimensional. Os microorganismos presentes no interior dos canais radiculares podem permanecer ativos no interior dos túbulos dentinários mesmo após instrumentação e irrigação dos mesmos. É, portanto, fundamental que o selamento seja o mais hermético possível (em toda a extensão do comprimento de trabalho), de forma a impedir que as bactérias e as suas toxinas atinjam o ápice radicular (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006; Bernardes *et al.*, 2010).

A micro-infiltração pode ser coronal, pelo contacto dos canais radiculares com bactérias presentes na flora oral, ou apical. Esta é considerada uma das causas que, com mais frequência, contribui para o fracasso do tratamento endodôntico sendo influenciada por muitas variáveis destacando-se, entre elas, as propriedades físicas e químicas dos cimentos obturadores (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Outro fator muito importante que pode afetar o selamento é a desobturação parcial de um canal para colocação de um espigão intrarradicular. É necessária a colocação de espigões em dentes cuja estrutura dentária não é suficiente para suportar uma restauração. Desta forma, ao removermos a guta-percha do canal para colocação do mesmo a técnica usada para remoção, a quantidade de material obturador remanescente bem como o momento da desobturação parcial do canal influenciam o selamento do mesmo (Jalalzadeh & Mashouf, 2010).

O processo de desobturação parcial de um canal radicular pode provocar o deslocamento ou torção do material obturador remanescente o que cria uma passagem para a invasão de bactérias e reinfeção do sistema de canais comprometendo assim a sua capacidade de selamento (Chen & Chang, 2011; Al-Sabawi *et al.*, 2012).

Há uma contradição de resultados para o momento em que se deve fazer a desobturação e a quantidade de material obturador que deverá ser deixado no canal (Attam & Talwar, 2010).

Zmener (1980) (*cit. in* Chen & Chang 2011) e Hiltner *et al.* (1992) defendem que devem ser deixados, pelo menos, quatro milímetros de material obturador de modo a não comprometer o selamento apical. Porém, outros estudos consideram que o comprimento ideal é de cinco milímetros (Gopikrishna & Parameswaren, 2006; Jalalzadeh & Mashouf, 2010; Al-Sabawi *et al.*, 2012).

A escolha deste tema assenta no facto do sucesso do tratamento endodôntico ser constantemente ameaçado pela micro-infiltração bacteriana. Tendo em conta que a preparação de um canal para colocação de um espigão é dos fatores mais relevantes a contribuir para a micro-infiltração, despertou-me especial interesse perceber qual a melhor altura para realizar a desobturação do canal e qual o cimento mais indicado na obturação do mesmo.

Este trabalho é constituído por duas partes: revisão bibliográfica e estudo *in vitro*.

De modo a ir de encontro aos objetivos propostos, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica até Junho de 2014, nas bases de dados, *Pubmed (Medline)*, *Scielo* e *B-on*. Na pesquisa seleccionou-se no tipo de artigos “*Clinical trial*”, “*review*” e “*meta-analysis*”, com a disponibilidade de texto “*Free full text available*” e “*Full text available*”, as palavras-chave foram: “*immediate AND delayed post space preparation*”, “*apical microleakage AND endodontic sealers*”, “*apical microleakage AND endodontic posts*”, “*apical microleakage AND obturation systems*”, “*resin based AND endodontic sealers*”, “*zinc oxide eugenol AND endodontic sealers*”, “*aggregate trioxide mineral AND endodontic sealers*”, “*glass ionomer AND endodontic sealers*” e “*bioceramic material*”. Seleccionaram-se os artigos em português e inglês; foram realizadas leituras do resumo/abstract e foram excluídos os que não se relacionavam com o tema. Não foi feita nenhuma limitação temporal à data dos artigos pesquisados, fazendo um total de 68 artigos seleccionados.

Foi também utilizado 6 livros pelo seu interesse e complementaridade dos artigos.

Como complemento, pretendeu-se avaliar *in vitro* a infiltração apical em dentes desobturados imediatamente após a obturação e em dentes obturados 8 dias após a obturação usando *2Seal*[®] como cimento de obturação.

Neste sentido, usou-se uma amostra de 40 dentes monocanales os quais foram inseridos em 4 grupos. Todos eles foram instrumentados com o sistema *ProTaper*[®]. Os dentes inseridos nos grupos I e II foram obturados com a técnica de condensação lateral, sendo que o primeiro grupo foi desobturado no mesmo dia em que a obturação foi efetuada e o segundo grupo 8 dias após. Os dois grupos restantes são os grupos controle positivo e negativo, que servem para atestar a ocorrência de infiltração apical, pelo foramen radicular. Para testar a micro-infiltração usou-se o método de penetração de corante, sendo o corante escolhido Azul-de-Metileno a 2%.

Para se poder observar a infiltração os dentes foram cortados longitudinalmente. Para tal, recorreu-se a um disco diamantado, fazendo 1 corte longitudinal na superfície vestibular e outro na superfície lingual/palatina. As metades foram observadas usando a lupa de aumento “*Leica EZ40*[®]” existente no Laboratório CERLAB da FCS-UFP.

Efectuaram-se fotografias em suporte digital com uma ampliação de 8x. Posteriormente, efectuou-se a medição da infiltração ao micrómetro, usando o programa “*Motic Plus 2.0*[®]”. A infiltração foi medida deste o ponto mais apical do dente, até ao ponto infiltrado mais coronal. Este registo foi efectuado com base na leitura de 3 observadores independentes. Os valores foram introduzidos numa folha de cálculo do Microsoft Office Excel 2007.

Foi usado o IBM[®] SPSS[®] statistics versão 22, para efectuar a análise estatística. Com recurso ao teste de t-student independente comparou-se a infiltração apical entre a desobturação imediata e a desobturação tardia, estabelecendo-se um nível de significância de $p < 0,05$

II. Desenvolvimento

1. Materiais e Métodos

1.1. Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi limitada a artigos científicos publicados em inglês, português e até Julho de 2014. Utilizou-se os motores de busca *Pubmed*, *Science Direct*, *B-On*, *Elvesier*, *SciELO* e *Wiley*. Recorreu-se às seguintes expressões-chave: “*immediate AND delayed post space preparation*”, “*Apical microleakage AND endodontic sealers*”, “*apical microleakage AND endodontic posts*”, “*apical microleakage AND obturation systems*”, “*resin based AND endodontic sealers*”, “*zinc oxide eugenol AND endodontic sealers*”, “*aggregate trioxide mineral AND endodontic sealers*”, “*glass ionomer AND endodontic sealers*” e “*bioceramic material*”. Da conjugação das diferentes palavras e expressões-chave resultaram 24511 artigos. Destes, com base na leitura do título e respectivo *abstract*, foram incluídos 129 artigos. Após a leitura dos artigos seleccionados na íntegra optou-se por excluir ainda 62 artigos, por não se enquadrarem no âmbito deste trabalho ou por terem sido impossíveis de adquirir, o que resultou num total de 68 artigos consultados. Para complementar foram ainda utilizadas 6 obras literárias e informação proveniente do Repositório Aberto da Universidade do Porto. Obtiveram-se, no final, referências 74 bibliográficas.

1.2. Dimensão da amostra

De forma a realizar este estudo observacional *in vitro*, utilizou-se uma amostra de 40 dentes monocanales extraídos por motivos desconhecidos. Todos eles foram armazenados em soro fisiológico até ao momento em que foram obturados, inclusive após a instrumentação.

1.3. Lista de materiais

- 40 Dentes monocanales;
- Soro fisiológico;
- Turbina;
- Contra- ângulo;
- Motor Endodôntico *X-SMARTTM* (Millefer-Dentsply)
- Limas *ProTaper[®]* (Dentsply-Maillefer);
- Régua endodôntica;
- Películas radiográficas;
- Limas K (Dentsply-Maillefer);
- *Spreaders* digitais ABCD;
- Cones de papel absorvente (VDW[®] GmbH);
- Cones de Guta-Percha (ISO [International Organization for Standardization] standardized color coded, VDW[®] GmbH);
- Cones de Guta-Percha ABCD (Dentsply-Maillefer);
- Hipoclorito de sódio a 3%;
- Ácido cítrico a 10%
- Cimento à base de resina (*2Seal*, VDW[®] GmbH);
- Condensador vertical;
- Lamparina;
- Instrumento de bola;
- Verniz de unhas de cor azul (*Love Me[®]*);
- Cera rosa;
- Solução de Azul-de-metileno a 2%;
- Estufa incubadora;
- Placas de Petri;
- Disco Diamantado, rpm 15'000;
- Brocas de desobturação do sistema *ProTaper[®]* ;
- Lupa de ampliação, *Leica EZ40[®]*;

1.4. Protocolo experimental

Armazenaram-se os dentes em soro fisiológico;

Instrumentaram-se os dentes recorrendo à sequência de limas *ProTaper*[®] Sx, S1, S2, F1 e F2, e motor *X-SMART*[™], obtendo-se na porção apical do canal radicular uma conicidade de 8%, sendo estes posteriormente armazenados, em soro fisiológico.

Em ambos os grupos após a instrumentação dos canais foi feita a calibragem apical com recurso a limas K, de modo a atribuir um cone principal de Guta-Percha para cada canal.

Após este procedimento, procedeu-se à divisão da amostra em 4 grupos:

Grupo I – composto por 17 dentes, usou-se a técnica de condensação lateral a frio e um cimento à base de resina (*2Seal*[®]). Cones principais de Guta-Percha (com calibre correspondente, em cada dente, ao da lima usada na calibragem apical) e cones acessórios com os seus respetivos *spreaders* digitais (ABCD), terminando com condensação vertical. Neste grupo a desobturação parcial do canal fez-se no mesmo dia em que os dentes foram obturados, com o auxílio de desobturação do Sistema *ProTaper*[®].

Grupo II – composto por 17 dentes, usou-se a técnica de condensação lateral a frio e um cimento à base de resina (*2Seal*[®]). Cones principais de Guta-Percha (com calibre correspondente, em cada dente, ao da lima usada na calibragem apical) e cones acessórios com os seus respetivos *spreaders* digitais (ABCD), terminando com condensação vertical. Neste grupo a desobturação parcial do canal fez-se sete dias após a obturação, com o auxílio de desobturação do Sistema *ProTaper*[®].

Cobriram-se as raízes dos dois grupos com verniz de cor azul (*Love Me*[®]), com exceção dos 2 mm apicais, com o intuito de impermeabilizar as paredes do canal, impedindo a infiltração de corante nas mesmas e promovendo o contacto deste com a porção apical da raiz.



Figura 1 – Material para obturação dos Grupos I e II

Figura 2 – Obturação dos Grupos I e II



Figura 3 – Desobturação dos Grupos I e II

Grupo III – controlos positivos – compostos por 3 dentes. Estes dentes não se obturaram mas aplicou-se verniz na mesma área que os dois grupos anteriores.

Grupo IV – controlos negativos – compostos por 3 dentes. Aplicou-se verniz na totalidade do comprimento da raiz, inclusivé em toda a porção apical, de forma a impedir a entrada de corante.

De seguida realizou-se o selamento coronal de todos os dentes com o auxílio de cera rosa.

Procedeu-se então à fixação dos dentes numa placa de cera rosa, servindo esta de suporte dos mesmos para que, quando colocados numa placa de Petri, com Azul-De-Metileno, este envolva 2/3 da raiz de todos os dentes.

De seguida procedeu-se ao armazenamento dos dentes, juntamente com o recipiente, em estufa a uma temperatura constante de 37°C durante o período de 8 dias. A quantidade de corante presente no recipiente também foi mantida constante, sendo controlada diariamente. Após 8 dias, retirou-se os dentes da estufa, separou-se cada um deles da placa de cera, e envolveu-se os mesmos em gaze.

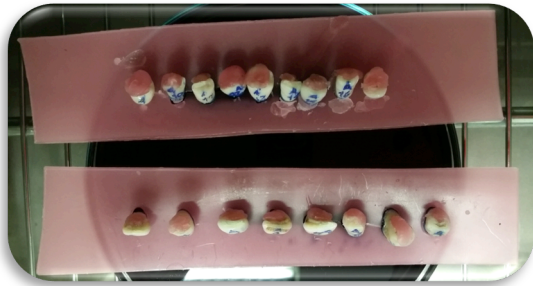


Figura 4 – Grupo I em Azul-de-Metileno

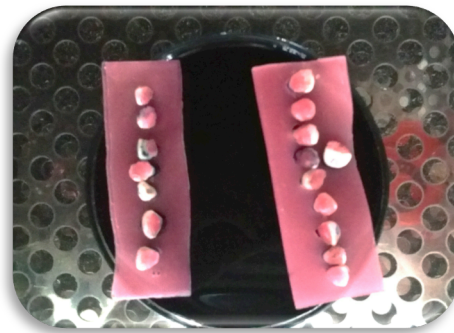


Figura 5 – Grupo II em Azul-de-Metileno

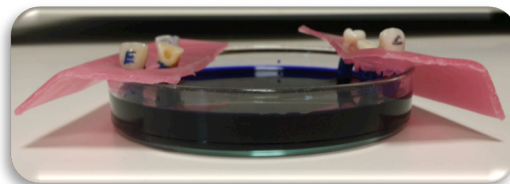


Figura 6 – Grupos III e IV em Azul-de-Metileno

Para se poder observar a infiltração de corante, cortaram-se os dentes longitudinalmente. Para tal, recorreu-se ao auxílio de um disco de corte diamantado, fazendo dois cortes longitudinais, um na superfície vestibular e outro na superfície lingual/palatina. Estes cortes foram feitos de modo a manter íntegro o canal radicular, de forma a minimizar qualquer alteração, quer no material obturador, quer nas

superfícies coradas. Tentando diminuir o aquecimento do disco, recorreu-se ao auxílio de um jacto de ar frio, contra a superfície de corte. Após o término dos cortes recorreu-se ao auxílio de uma espátula, inserindo-a num dos sulcos com ligeiro movimento de rotação, com a finalidade de separar as metades.



Figura 7 – Cortes longitudinais das amostras

Para se observar a infiltração, seleccionou-se aleatoriamente uma metade de cada dente. Observou-se as metades recorrendo a uma lupa de aumento “*Leica EZ40[®]*”, com maquina fotográfica incorporada, existente no Laboratório CERLAB da FCS-UFP. Efetuaram-se fotografias em suporte digitais a cada metade, à medida que se foram observando na lupa, com uma ampliação de 8x. De seguida efetuou-se a medição da infiltração, com o recurso ao *software “Motric Plus 2.0[®]”* (permite realizar medições, com base nas fotografias, numa escala nanométrica).



Figura 8 – Lupa de aumento *Leica EZ40[®]*

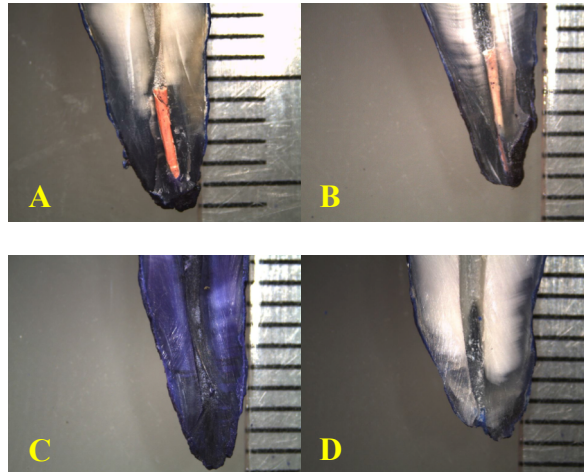


Figura 9 – Exemplos de imagens obtidas com a Lupa de aumento *Leica EZ40*[®]

A – Grupo I; **B** – Grupo I; **C** – Grupo III; **D** – Grupo IV



Figura 10 – *Motic Plus, 2.0*[®]

1.5. Avaliação da micro-infiltração apical (imagens obtidas através do software *Motic Plus 2.0*[®])

1.6. Análise estatística dos resultados

Usou-se o software *IBM*[®] *SPSS*[®] versão 22, para efetuar a análise estatística. Com recurso ao teste *t-student* independente comparou-se a infiltração apical entre a desobturação imediata e a desobturação tardia, estabelecendo-se um nível de significância de $p < 0.05$.

2. Obturação endodôntica

O sucesso do tratamento endodôntico requer uma adequada instrumentação e limpeza dos canais radiculares, sendo fundamental um bom selamento hermético com um material dimensionalmente estável e biocompatível (Pinheiro *et al.*, 2009).

É igualmente dada relevância à obturação tendo em conta que a qualidade da mesma pode determinar o prognóstico do tratamento (Gil *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2011).

Já em 1912, o Dr. Prinz referiu que havendo uma obturação deficiente do canal radicular, o soro servirá de alimento para os microorganismos proliferarem no interior dos túbulos dentinários com infeção primária, sendo esta a causa de uma futura inflamação periapical persistente e conseqüente insucesso do tratamento endodôntico (Bueno *et al.*, 2005).

Esta etapa deve ser realizada com alguma precisão, sendo a constrição apical, localizada a 0,5-1mm do ápice radiológico, o limite da sua extensão (Genç, 2010).

Segundo Guimarães *et al.* (2004) (*cit. in* Gil *et al.*, 2009), a forma de obturação ideal é aquela que permita um selamento tridimensional do sistema de canais radiculares, oferecendo repouso aos tecidos periapicais. Desta forma, a osteogénese é favorecida, o ligamento periodontal é estimulado à sua reinserção, a lâmina dura reintegra-se e há formação de osteocemento, devolvendo, ao dente, as suas funções.

Antes de se prosseguir com a obturação é necessário certificarmo-nos das seguintes condições (Soares & Goldberg, 2003):

- o sistema de canais deverá apresentar-se desinfetado e devidamente conformado;
- não deve existir qualquer exsudado no sistema de canais;
- o contacto dos canais com a cavidade oral deverá ser impossibilitado.

Segundo Alkahtani *et al.* (2013), aproximadamente, 60% dos fracassos endodônticos estão associados a uma deficiente obturação. Se a obturação se apresentar incompleta criam-se condições ideais à proliferação bacteriana e, conseqüentemente à recontaminação dos canais radiculares.

Muitas técnicas de obturação foram desenvolvidas na tentativa de se obter um selamento tridimensional de forma a aumentar a qualidade do selamento apical. Assim sendo, surgiram, então, técnicas como a condensação termoplastificada, a técnica de injeção e a técnica que emprega transportadores, revestidos de guta-percha termoplastificada (Gil *et al.*, 2009).

No entanto, segundo Torabinejad *et al.* (1990), Dulac *et al.* (1999), Siquera *et al.* (2000), Boussetta *et al.* (2003), Jarrett *et al.* (2004) e Shipper & Trope (2004) (*cit in* Attam & Talwar, 2010), nenhuma delas garante um completo selamento do sistema de canais radiculares.

3. Guta-Percha

Em 1847, Hill introduziu o primeiro material endodôntico composto à base de guta-percha (Hargreaves & Cohen, 2011a).

A guta-percha é universalmente aceita como material “*Gold standard*” para a obturação dos canais radiculares (Fathia *et al.*, 2012). Este material é inerte, dimensionalmente estável, biocompatível e, ainda tem a seu favor, a plasticidade, quando aquecido (Stratton *et al.*, 2006 *cit. in* Attam & Talwar, 2010).

Pode dizer-se que a guta-percha é um polímero linear cristalino que, quando submetido a uma determinada temperatura, atinge o seu ponto de fusão, facto que resulta numa variação da estrutura resultante (Hargreaves & Cohen, 2011a).

A fase cristalina da guta-percha apresenta-se de duas formas: fase alfa e fase beta. A fase alfa representa o material tal como é extraído da natureza e a fase beta é uma representação do mesmo após o seu processamento. A aplicação de calor sobre este

material conduz a uma transição de fases. A transição de fase beta para alfa acontece por volta dos 46°C. Se a temperatura continuar a aumentar, entre os 54°C e os 60°C, verifica-se a formação de uma substância amorfa. O lento arrefecimento da gutta-percha leva à obtenção da fase alfa. Por sua vez, o arrefecimento à temperatura ambiente, permite a obtenção da fase beta (Hargreaves & Cohen, 2011a).

Os cones de gutta-percha, usados atualmente em Endodontia, contêm, apenas, 20% deste material. No resto da sua composição apresentam óxido de zinco, ceras, sulfatos de metal e várias resinas. (Hargreaves & Cohen, 2011a).

Este material não tem propriedades adesivas nem é capaz de se adaptar à dentina das paredes do canal. Esta incapacidade aliada a uma possível inadequada fluidez da gutta-percha são fatores determinantes para que o selamento se torne insuficiente. Assim sendo, é normalmente utilizada em associação com um cimento (Alkahtani *et al.*, 2013).

4. Cimentos obturadores

Os cimentos endodônticos têm um papel muito importante na obturação: eles cobrem os espaços vazios entre os cones de gutta-percha e preenchem pequenas discrepâncias de ajuste entre a gutta-percha e as paredes do canal (Aydemir *et al.*, 2009).

Um bom cimento endodôntico deve ser capaz de proporcionar uma boa ligação entre o material obturador do núcleo e a dentina do canal, de modo a prevenir uma possível infiltração (Fathia *et al.*, 2012).

Normalmente, são compostos por uma mistura de substâncias que endurecem através de uma reação química. Consoante o tipo de cimento esta reação pode provocar a libertação de material tóxico, o que diminui a sua biocompatibilidade (Hargreaves & Cohen, 2011b).

Um cimento endodôntico deve ter um certo grau de radiopacidade, de modo a torná-lo visível quando exposto a radiografias, sendo a maior parte dos cimentos menos

radiopacos que a guta-percha para que possamos diferenciá-los (Hargreaves & Cohen, 2011b).

Para que preencha irregularidades, ramificações do sistema de canais e os túbulos dentinários é importante que um cimento endodôntico tenha uma certa fluidez. Os constituintes dos cimentos e o tempo de presa têm sido relatados como determinantes na fluidez dos mesmos. Existem medidas padrão internacionais para que durante a mistura dos componentes do cimento, a fluidez obtida seja a desejada (Almeida *et al.*, 2007).

Foram feitas várias investigações de modo a introduzir, nos cimentos, propriedades físico-químicas que eliminassem possíveis infiltrações e recontaminações do sistema de canais radiculares. Por conseguinte, desenvolveram-se novos materiais, sendo estes classificados de acordo com os seus constituintes (Silva *et al.*, 2011).

Embora tenham surgido novos cimentos com as características melhoradas, nenhum cimento endodôntico tem todos os requisitos necessários para que seja um cimento ideal (Akhavan *et al.* 2011).

Grossman (1982), resumiu 13 requisitos que idealmente um cimento deveria possuir (Desai & Chandler, 2009):

1. Deve ter fluidez quando misturado para se obter uma boa adesão entre a guta-percha e a parede do canal
2. Deve proporcionar selamento hermético
3. Deve ser radiopaco, de modo a ser visualizado na radiografia
4. As partículas do pó devem ser muito finas para que se misturem facilmente com o líquido
5. Não deve contrair depois de endurecer

6. Não deve pigmentar a estrutura dentária
7. Deve ser bacteriostático ou pelo menos não incentivar o crescimento bacteriano
8. Deve difundir-se lentamente
9. Deve ser insolúvel nos fluidos tecidulares
10. Deve ser bem tolerado pelo tecido periapical
11. Deve ser solúvel em solventes comuns, se for necessário remover a obturação do canal radicular
12. Não devem ser citotóxicos
13. Devem ser biocompatíveis

4.1. Cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (*Roth*[®], *Kerr PCS*[®], *ProcoSol*[®], *Endomethasone*[®])

Muitos cimentos endodônticos são compostos por óxido de zinco e eugenol, sendo este cimento modificado e adaptado à prática de Endodontia.

Estes cimentos podem conter na sua composição: corticosteróides, para a supressão da inflamação; paraformaldeído com efeitos anti-microbianos e de mumificação pulpar (terapia antiquada que consistia na remoção da porção coronal de uma polpa intencionalmente desvitalizada, sendo o remanescente pulpar fixado quimicamente, (com recurso ao paraformaldeído); e germicidas, com ação antiséptica. (Capelas *et al.*, 2008; Hargreaves & Cohen, 2011b)

Embora estes compostos melhorem certas qualidades dos cimentos, o óxido de zinco, por si só, é efetivo como agente anti-microbiano, o que o torna um componente muito valioso (Orstavik, 2005a ; Hargreaves & Cohen, 2011b).

De forma a proporcionar um maior contraste radiográfico, Rickert juntou pós de prata ao cimento de óxido de zinco e eugenol e Grossman, sais de bismuto e bário. (Orstavik, 2005a).

A reação de presa destes cimentos tem como base uma reação de quelação entre o eugenol e os iões de zinco do óxido de zinco. O mesmo pode acontecer com o óxido de zinco contido na guta-percha ao entrar em contacto com os iões de cálcio da dentina. Esta reação pode ser a base da explicação da pouca deformação associada a estes cimentos após ganharem presa (Tyagi *et al.*, 2013).

Os estudos de Michaud *et al.* (2008) (*cit. in* Tyagi *et al.*, 2013) demonstraram que o aumento do volume de eugenol nos cimentos leva ao aumento de volume da guta-percha.

Estes cimentos têm fraca capacidade de selamento, quando comparados com outros cimentos endodônticos. Este facto relaciona-se com a sua alta solubilidade, o que leva a um fraco poder de adesão dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (Tyagi *et al.*, 2013).

As propriedades físico-químicas destes cimentos são consideradas adequadas; contudo, se, acidentalmente, eles entrarem em contacto com os tecidos periapicais poderá ser desencadeada uma resposta inflamatória local e crónica (Pinheiro *et al.*, 2009).

O tempo de presa dos cimentos endodônticos é normalmente ajustado de modo a permitir um adequado tempo de trabalho (Hargreaves & Cohen, 2011b).

No entanto, Allan *et al.* (2001) chegaram à conclusão que os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol são particularmente lentos a ganhar presa.

O tempo de presa dos cimentos à base de óxido de zinco varia muito de acordo com os seguintes parâmetros: as condições ambientais (por exemplo temperatura e humidade) e os componentes adicionais do cimento, como a resina, o tipo de óxido de zinco e o tamanho das partículas (Camps *et al.*, 2004).

Podemos enumerar as seguintes vantagens em relação aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (Tyagi *et al.*, 2013):

1. baixa contração de polimerização quando comparados com cimentos à base de resina;
2. propriedade anti-microbiana de longa duração, atingindo um espectro alargado de microorganismos que inclui suspensões de *Enterococcus faecalis* e bactérias anaeróbicas até 7 dias após mistura;
3. fácil manipulação;
4. radiopacidade aceitável;
5. a relação pó / líquido de 1:3 causa expansão volumétrica da guta-percha, o que leva a um aumento do selamento do canal;
6. alterações dimensionais inferiores quando comparados com outros cimentos endodônticos.

Como desvantagens destes cimentos podemos referir que (Tyagi *et al.*, 2013):

1. vários estudos demonstraram infiltração apical em redor dos cimentos de óxido de zinco e eugenol aumentando com o tempo de armazenamento (medido até 2 anos);
2. maior solubilidade em comparação com outros cimentos contemporâneos tornando-o assim mais propenso para causar infiltração embora dentro dos limites das normas ISO.

4.2. Cloropercha

Cloropercha é um cimento composto pela mistura de “guta-percha branca” e clorofórmio, tendo sido usado na prática clínica durante muitos anos (Hargreaves & Cohen, 2011b).

A deficiente capacidade de adesão da cloropercha aliada a um determinado grau de toxicidade levaram ao desuso deste cimento (Hargreaves & Cohen, 2011b).

Não há evidências de que as quantidades usadas em Endodontia possam potencializar o aparecimento de alguma patologia (Hargreaves & Cohen, 2011b).

Podem ser usados dois substitutos do clorofórmio: halotano e terebintina (Hargreaves & Cohen, 2011b).

Se compararmos o halotano com o clorofórmio, este é menos efetivo e apresenta maior grau de toxicidade local. Por outro lado, a terebintina pode potencializar reações alérgicas (Hargreaves & Cohen, 2011b).

Deste modo, podemos concluir que nenhuma das duas substâncias é adequada (Hargreaves & Cohen, 2011b).

4.3. Cimentos à base de hidróxido de cálcio (*Sealapex*[®], *Apexit*[®], *CRCS*[®])

Nos dias de hoje, são comercializados muitos cimentos que na sua base têm hidróxido de cálcio (Rajput *et al.*, 2004).

O potencial terapêutico deste composto como protetor pulpar e o seu uso entre sessões de Endodontia, como medicação intracanal, levou à criação destes cimentos (Orstavik, 2005a).

Os cimentos à base de hidróxido de cálcio foram idealizados de forma a reunir num cimento obturador as propriedades biológicas deste composto aliadas às propriedades físico-químicas necessárias para um bom selamento radicular (Marín-Bauza *et al.*, 2012).

O hidróxido de cálcio surgiu com o propósito de estimular o aparecimento de pontes de dentina, quando usado como material de recobrimento direto. Desta forma, podemos supor que o mesmo aconteça no interior do canal e, assim, se desenvolva tecido dentário duro, inclusive na zona do ápex, formando-se uma barreira que proporciona selamento biológico (Rajput *et al.*, 2004).

Há duas razões principais que levam à utilização destes cimentos na prática clínica: a estimulação dos tecidos periapicais, com a finalidade de promover a cura; e a sua atividade antimicrobiana (Desai & Chandler, 2009).

A sua grande biocompatibilidade conduziu a que cada vez mais se proponha o uso dos mesmos na obturação dos canais radiculares (Pinheiro *et al.*, 2009).

Estes cimentos têm uma elevada atividade anti-microbiana. Este efeito deve-se à libertação de iões hidróxilo, que elevam o pH acima de 12,5. Este tipo de materiais que possuem propriedades anti-microbianas tendem a perder volume após introdução no canal, podendo, desta forma, comprometer a qualidade do selamento (Slutzky-Goldberg *et al.*, 2008).

A teoria subjacente à aplicação de hidróxido de cálcio é que os agentes patogénicos serão incapazes de sobreviver no ambiente alcalino criado com a libertação de iões hidróxilo em meio aquoso, sendo estes radicais livres altamente oxidantes que apresentam reatividade extrema com um grande número de biomoléculas (Sathorn *et al.*, 2007).

Devido aos efeitos biológicos atribuídos ao hidróxido de cálcio, a aplicação deste cimento na obturação do sistema de canais radiculares tornou-se indicada. Por outro lado, um cimento endodôntico deve obedecer a vários requisitos físico-químico, sendo

que o hidróxido de cálcio falha em alguns parâmetros como: falta de radiopacidade, pouca fluidez, pouca viscosidade, permeabilidade, e solubilidade com o tempo (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

A reação que leva este cimento a ganhar presa é muito complexa e heterogênea. O contacto com a humidade leva à formação de uma superfície rija, mas no centro do cimento este continua com uma consistência pastosa. Esta heterogeneidade é especialmente importante caso se vá preparar o canal para colocação de um espigão (Orstavik, 2005a).

As duas razões mais importantes para a sua utilização em Endodontia são a estimulação dos tecidos periapicais e os seus efeitos anti-microbianos. Porém é um cimento endodôntico que necessita de solubilidade para a libertação de hidróxido de cálcio e para ter uma atividade prolongada, facto que é inconsistente com a proposta de um cimento, pois não preenche todos os critérios de um cimento ideal colocando a sua biocompatibilidade em causa (Mohammadi & Dummer, 2001; Dessai & Chandler, 2009).

Segundo Witherspoon *et al.* (2006), Murray & García-Godoy (2006) e Patel & Cohenca (2006) os cimentos à base de hidróxido de cálcio apresentam as seguintes vantagens:

1. bactericida a bacteriostático;
2. capacidade de estimular a calcificação;
3. estimulação dos tecidos periapicais;
4. interrupção da reabsorção interna;
5. barato e fácil de manipular.

Segundo os mesmos autores estes cimentos apresentam as seguintes desvantagens (Witherspoon *et al.*, 2006; Murray & García-Godoy, 2006; Patel & Cohenca, 2006):

1. solubilidade após algum tempo no canal, levando à promoção da microinfiltração;
2. não é radiopaco;
3. tem pouca fluidez ;
4. não tem boa viscosidade;
5. não adere à dentina.

4.4. Cimentos à base de ionómero de vidro (*KetacEndo*[®])

Estes cimentos surgiram na década de 80 e têm vindo a ser usados em estudos de micro-infiltração. A sua biocompatibilidade e adesão à dentina das paredes do canal, conferem-lhes propriedades desejáveis num material obturador (Orstavik, 2005a).

Os cimentos à base de ionómero de vidro têm sido amplamente usados em algumas áreas da Medicina, nomeadamente cirurgia otológica, reconstrutiva e ortopédica, dado que ao ganharem presa não há libertação de calor os tecidos não serão afectados (De Bruyne & De Moor, 2004).

Estes cimentos foram introduzidos na Medicina Dentária por Wilson e Kent, em 1971, inicialmente como um material restaurador, mas, na Endodontia, a sua aplicabilidade remete para o ano de 1979, por Pitt Ford. Consistem num pó de vidro e um polímero ácido solúvel em água, tal como poli (ácido acrílico). O pó de vidro é um cálcio (ou estrôncio) aluminofluorossilicato. A presa dos cimentos ocorre num ambiente de neutralização, e envolve a formação inicial de cálcio ou poliacrilato de estrôncio e formação posterior de poliacrilato de alumínio (Czarnecka *et al.*, 2007).

A capacidade destes cimentos se ligarem à dentina, a libertação de flúor a longo prazo e a sua biocompatibilidade fazem com que a aplicação dos mesmos seja vantajosa em Endodontia. Apresentam adesividade ao tecido ósseo e ao metal mesmo antes de ganhar

presa e não apresenta encolhimento após o seu endurecimento (presa) (De Bruyne & De Moor, 2004).

De acordo com McLean (1992), este material apresenta vantagens sobre os cimentos convencionais por ter adesividade à hidroxiapatite, propriedades anti-cariogénicas, por libertação de flúor de modo constante e porque tem compatibilidade biológica. Em 1991, o cimento de ionómero de vidro foi introduzido como um cimento endodôntico (*Ketac-Endo*[®]) (Carvalho-Júnior *et al.*, 2003).

Desde então, muitos estudos foram realizados para determinar a aplicabilidade do cimento de ionómero de vidro na Endodontia Moderna (Carvalho-Júnior *et al.*, 2003).

Vários estudos relacionados com as propriedades físico-químicas destes cimentos têm sido mencionados na literatura. Wu *et al.* (1994/1995) relataram que o cimento *Ketac-Endo*[®] proporciona menor infiltração apical quanto menor a espessura da camada que é utilizada. Kaplan *et al.* (1997) referiram que o cimento *Ketac-Endo*[®] apresenta maior desintegração quando em contacto com a humidade antes do seu tempo de presa completo. Durante o tempo de presa do cimento de ionómero de vidro, a presença de humidade pode provocar a dissolução de aniões e catiões, que formam a matriz, para as zonas circundantes do cimento. Esta dissolução de iões não permite que a água, que faz parte da composição de cimento, hidrate a matriz tornando-o instável. Este processo resulta num cimento mais fraco e mais solúvel. Clinicamente, é difícil proteger o cimento *Ketac-Endo*[®] da contaminação da água durante a sua aplicação nos canais radiculares devido aos fluidos dos tecidos periapicais (Carvalho-Júnior *et al.*, 2003).

Estudos têm demonstrado evidências de inicial citotoxicidade em amostras preparadas de fresco, apresentando redução da toxicidade com o passar do tempo (Vasudev *et al.*, 2003).

Em resumo, os cimentos de ionómero de vidro apresentam as seguintes vantagens (Vasudev *et al.*, 2003; De Bruyne & De Moor, 2004; Singh *et al.*, 2001):

1. fácil de manusear;

2. mínima irritação nos tecidos periapicais (reação inflamatória inicial mínima que diminui após 20-30 dias);
3. mineralização óssea pela capacidade já conhecida destes cimentos libertarem flúor;
4. demonstraram menos infiltração devido a uma menor sensibilidade à humidade;
5. não apresenta encolhimento após ganhar presa;
6. penetração profunda na superfície da dentina;
7. em conjunto com a guta-percha apresenta uma boa adaptação ao canal radicular;
8. dentes obturados com estes cimentos apresentam resistência a fraturas verticais;
9. apresenta propriedades cariostáticas;
10. boa radiopacidade.

Como desvantagem destes cimentos podemos apontar a incapacidade de selamento do canal na presença de humidade nas suas irregularidades, no momento da aplicação do mesmo (De Bruyne & De Moor, 2004).

4.5. Cimentos à base de resina (*AH Plus*[®], *Epiphany*[®], *EndoRez*[®], *Acroseal*[®], *2Seal*[®])

Os cimentos endodônticos à base de resina foram desenvolvidos há mais de 50 anos por André Schroeder, sendo, na época, composto por uma resina bis-fenol que usa metenamina de modo a polimerizar. A metenamina liberta formaldeído quando o cimento ganha presa. A fim de contornar esta situação indesejável, a metenamina foi substituída por uma mistura de várias aminas que, ao polimerizarem, não libertam este composto. Outra fórmula muito utilizada na composição dos cimentos à base de resinas é o risorcinol-formaldeído. Este cimento tem um grande poder antibacteriano, mas, em

contrapartida, quando ganha presa, encolhe e deixa um tom avermelhado em toda a estrutura dentária envolvente (Orstavik, 2005a).

Existem ainda os cimentos compostos à base de resina epóxi (*AH Plus*[®]). Estes cimentos são comercializados no formato de duas pastas, uma pasta com resina epóxi e outra pasta amina, ambas contêm um preenchimento radiopaco e aerosol (Gopikrishna & Parameswaren, 2006).

A capacidade de adesão destes cimentos varia de marca para marca, mas de uma forma geral todos eles apresentam uma boa capacidade de adesão, isto deve-se à facilidade que os mesmos têm de penetrar nas micro-irregularidades do canal, devido à sua alta capacidade de deformação e longo tempo de presa (Tyagi *et al.*, 2013).

Os cimentos à base de resina têm mostrado uma penetração mais profunda no interior dos túbulos dentinários do que cimentos endodônticos convencionais. A penetração dos cimentos de resina deve-se às suas propriedades físicas, tais como fluidez, tensão superficial, solubilidade, viscosidade, tempo de trabalho e tempo de presa. Os cimentos de resina são conhecidos por ter um fluxo adequado, e uma penetração mais profunda, devido à sua estrutura de película fina. A fluidez é portanto essencial, pois reflecte a sua capacidade de penetrar em pequenas irregularidades e ramificações do sistema de canais radiculares e túbulos dentinários (Chandra *et al.*, 2012).

Também é de ressaltar as excelentes propriedades mecânicas destes cimentos, a sua alta radiopacidade, baixa solubilidade, pouco encolhimento ao ganhar presa e boa compatibilidade com os tecidos periapicais (Gopikrishna & Parameswaren, 2006).

Existem ainda os cimentos compostos por metil-metacrilato (*Epiphany*[®]), sendo chamados de cimentos “ligáveis”, pois formam um monobloco juntamente com o restante material obturador (*Resilon*[®]) e as paredes do canal (Tyagi *et al.*, 2013).

Para que se forme uma ligação coesa entre o cimento e o restante material obturador é necessário que os cones de guta-percha sejam cobertos por adesivo de polibutadina diisocinato-metacrilato. Este adesivo tem uma camada hidrofóbica que adere ao

poliisopreno da superfície da guta-percha, e uma camada hidrofílica que se liga quimicamente à dentina (Tyagi *et al.* 2013).

O cimento composto por metil-metacrilato foi proposto para a obturação de molares permanentes, jovens, cariados, com exposição da polpa sem necrose total da mesma (Orstavik, 2005a).

Este apresenta pobre biocompatibilidade, é imiscível em água e encolhe quando ganha presa, sendo portanto uma alternativa pouco viável (Orstavik, 2005a).

Segundo Tyagi *et al.* (2013) podemos considerar as seguintes vantagens em relação aos cimentos de resina:

Cimentos à base de resina epóxi:

1. boa fluidez;
2. boas propriedades de manuseio;
3. boa biocompatibilidade.

Cimentos à base de metil-metacrilato:

1. quando usados juntamente com *Resilon*[®] forma o chamado “monobloco” o que melhora significativamente o selamento apical;
2. boa radiopacidade;
3. polimerização lenta, o que melhora o alívio do stress de contração.
4. bem tolerados pelo tecido conjuntivo e ósseo.

O mesmo autor considerou como desvantagens dos cimentos à base de resina (Tiagy *et al.*, 2013):

Cimentos à base de resina epóxi:

1. estes cimentos podem conter na sua composição Bisfenol A diglicidil éter, o qual foi identificado como componente mutagénico e possivelmente citotóxico;
2. a grande adesão destes cimentos à parede do canal aumenta a dificuldade na sua remoção com instrumentos rotatórios;
3. menos resistência à fratura quando comparado com os cimentos à base de metil-metacrilato.

Cimentos à base de metil-metacrilato:

1. alguns destes cimentos, por exemplo *Epiphany*[®], apresentam citotoxicidade mesmo após diluição;
2. presença de monómeros residuais no canal após desobturação;
3. pouco solúveis nos solventes vulgarmente utilizados em endodontia, o que dificulta a sua remoção em áreas com istomos, canais laterais e ramificações apicais contínuas;
4. valores de solubilidade inferiores aos estabelecidos pela *American Dental Association* (ADA).

4.6. Cimentos à base de silicone (*RoekoSeal*[®], *GuttaFlow*[®])

O silicone é usado há muito tempo como material de selamento em varias áreas da construção civil.

Algumas empresas especializadas na criação de material dentário tiveram em conta a capacidade de adesão, a estabilidade química e o carácter hidrofóbico do silicone, introduzindo-o como cimento obturador nos mercados, em 1984 (Orstavik, 2005a; Tyagi *et al.*, 2013).

Estes cimentos apresentam uma grande capacidade de selamento, à semelhança de qualquer cimento obturador, e não apresentam toxicidade, desde que não ocorra extravasamento apical. Por outro lado carecem de propriedades anti-microbianas (Tyagi *et al.*, 2013).

À matriz de silicone foram adicionados pós de guta-percha, cujas partículas têm dimensão inferior a 30 nm, e partículas de prata com a finalidade de conservar o cimento (Tyagi *et al.*, 2013).

Estas nanopartículas de prata encontram-se uniformemente distribuídas pelo cimento e não provocam corrosão ou alteração da coloração do mesmo; pelo contrário, são suficientes para prevenir futuras contaminações bacterianas e são altamente biocompatíveis (Tyagi *et al.*, 2013).

Atualmente, os cimentos à base de silicone polimerizam sem que hajam alterações dimensionais deste material sendo a platina o seu agente catalisador (Orstavik, 2005a).

4.7. Cimentos à base de MTA (*MTA Fillapex*[®], *ProRoot*[®])

O agregado de trióxido mineral (MTA) foi desenvolvido na Universidade Loma Linda e recebeu aprovação da *Food and Drug Administration* (FDA) para uso humano em 1998. Desde então, o MTA tem mostrado excelentes propriedades biológicas em vários estudos *in vivo* e *in vitro* que são atribuídas ao seu pH alcalino e capacidade de libertação de iões cálcio. A capacidade de libertação de iões cálcio pode estar incluída na bioatividade de um cimento endodôntico, assim como na manutenção de um pH elevado durante um longo período de tempo. A libertação destes iões e pH alcalino são frequentemente associados com cimentos endodônticos biológicos, sendo estas características importantes do MTA (Roberts *et al.*, 2008; Massi *et al.*, 2011).

O MTA surgiu na medicina dentária como o material de escolha para reparação de perfurações da raiz e barreira apical. Atualmente, ele é utilizado não só em perfurações da raiz, mas também no Tratamento Endodôntico como cimento endodôntico, na obturação da porção apical de dentes imaturos, e em obturações retrógradas (Scarparo *et al.*, 2010).

Vitti *et al.* (2012) concluíram que, em sistemas de cultura de células, o MTA demonstrou aumentar a proliferação de fibroblastos do ligamento periodontal, induzir a diferenciação de osteoblastos e estimular a mineralização das células pulpares. Esta biocompatibilidade e potencial bioativo despertou o interesse de cientistas de todo o mundo para melhorar as características de manipulação e algumas propriedades físico-químicas do MTA com a intenção de expandir a sua aplicabilidade em Endodontia.

Os novos cimentos à base de MTA refletem uma exigência atual, ter materiais para terapia endodôntica que são capazes de estimular o processo de cicatrização dos tecidos periapicais, em vez de meramente materiais biocompatíveis ou inertes (Salles *et al.*, 2012).

Como resultado, o *MTA Fillapex*[®] representa a combinação de um material de excelentes propriedades biológicas, como o MTA, com resinas e outros componentes para melhorar diversas propriedades pretendidas por um cimento endodôntico incluindo a adesividade, a estabilidade dimensional, o tempo de trabalho, a radiopacidade, a fluidez e efeitos antibacterianos (Salles *et al.*, 2012).

O próprio MTA consiste em partículas finas hidrofílicas de silicato tricálcico, óxido de alumínio, óxido de tricálcico, gesso (sulfato de cálcio di-hidratado), e outros óxidos minerais. O gesso é determinante quanto à definição de tempo. Assim sendo, estes cimentos geralmente contêm menos gesso para permitir mais tempo de trabalho (Camilleri *et al.*, 2009).

Por outro lado, as suas características físicas dificultam o processo de manipulação e de preenchimento do sistema de canais difícil (Scarparo *et al.*, 2010).

A título comparativo, os cimentos de MTA apresentam melhores resistências de ligação à dentina quando comparados com os cimentos à base de óxido de zinco eugenol e possuem uma capacidade de selamento semelhante aos cimentos à base de resina epóxi (Neelakantan *et al.*, 2013, Grotra *et al.*, 2013).

Silva *et al.* (2013) realizaram um estudo para avaliar a citotoxicidade, radiopacidade, pH e a fluidez do *MTA Fillapex*[®] para posterior comparação com o *AH Plus*[®]. O MTA Fillapex mostrou citotoxicidade grave quando as células foram expostas a fresco no cimento, esta toxicidade não diminuiu ao longo dos períodos testados. Uma possível explicação para estes resultados é a presença de componentes tóxicos, tais como o salicilato de resina, a resina de diluição e a sílica na sua composição. O *AH Plus*[®] exibiu citotoxicidade moderada em condições frescas e tornou-se não citotóxico após 2 semanas, provavelmente como resultado da diluição na eliminação de substâncias tóxicas presentes nesta formulação. A radiopacidade de ambos os cimentos está de acordo com a norma ISO recomendada. O pH do *MTA Fillapex*[®] foi significativamente maior até ao período de 7 dias, este resultado indica que o *MTA Fillapex* tem uma forte capacidade de libertação de iões hidróxido. Em relação à fluidez, tanto o *MTA Fillapex*[®] como o *AH Plus*[®] apresentaram valores aceitáveis de acordo com as recomendações ISO que estabelece a fluidez mínima necessária para cimentos de 20 mm (Silva *et al.*, 2013).

Segundo Tiagy *et al.* (2013) podemos apresentar as seguintes vantagens em relação a estes cimentos:

1. altamente biocompatíveis;
2. estimulam a mineralização;
3. promovem depósitos cristalinos de apatite ao longo das paredes do canal;
4. têm adequada libertação de cálcio.

O mesmo autor aponta como desvantagens destes cimentos (Tiagy *et al.*, 2013):

1. não são capazes de se ligar à dentina do núcleo;
2. a extrusão destes materiais pelo canal radicular está associada com dor sentida pelo paciente.

4.8. Cimentos biocerâmicos (*Endosequence*[®]; *BioAggregate*[®]; *BioDentine*[®]; *ProRoot Endo Sealer*[®])

As biocerâmicas são materiais cerâmicos biocompatíveis, inertes para o corpo humano, que são usados numa variedade de procedimentos médicos. Estes materiais são óxidos cerâmicos ou metálicos com requisito de biocompatibilidade para qualquer função como tecidos humanos ou para reabsorver e estimular a regeneração dos tecidos naturais. As aplicações endodônticas incluem material cirúrgico de preenchimento do ápice radicular, material de reparação radicular, material de selamento do canal radicular e recobrimento pulpar (Hilley & McNally, 2013).

Estes cimentos oferecem uma variedade de novas opções de tratamento com o potencial de melhorar o prognóstico do tratamento em muitos procedimentos endodônticos. Estes materiais parecem demonstrar biocompatibilidade e propriedades antimicrobianas semelhantes ao do MTA. As biocerâmicas têm-se mostrado promissoras e podem superar materiais tradicionalmente utilizados, devido à sua biocompatibilidade aparentemente superior e características melhoradas (Hilley & McNally, 2013).

Os cimentos biocerâmicos apresentam as seguintes vantagens (Tiagy *et al.*, 2013):

1. boa biocompatibilidade;
2. não induzem efeitos citotóxicos críticos;
3. alta alcalinidade (pH 12,8) aumenta o processo de mineralização e também as suas propriedades bactericidas;

4. baixo ângulo de contacto, o que permite que estes cimentos se espalhem facilmente sobre as paredes, preenchendo por sua vez possíveis canais laterais;
5. promovem a osteocondução;
6. boa radiopacidade ;
7. no caso de ocorrer sobreobturação a resposta inflamatória decorrente não é significativa;
8. boa fluidez;
9. apresentam maior resistência à fratura que os cimentos convencionais.

Como desvantagem destes cimentos podemos apontar a sua dificuldade de remoção do interior do canal no caso de retratamento (Tiagy *et al.*, 2013).

5. Técnicas de obturação endodôntica

A obturação com guta-percha requer a realização de condensação de modo a se obter o melhor preenchimento tridimensional dos canais. A técnica de condensação lateral tem sido o método de eleição para obturação do sistema de canais radiculares. No entanto, existem casos nos quais os canais possuem irregularidades que levam a que esta técnica não seja capaz de garantir um adequado selamento apical. De forma a suprir esta necessidade surgiram novas técnicas de obturação que utilizam guta-percha termoplastificada (Gil *et al.*, 2009).

5.1. Condensação lateral

Apesar da evolução que se tem verificado nas técnicas de obturação, a condensação lateral ou técnica biológica controlada continua a ser a técnica universalmente mais usada (Johnson & Kulild, 2011).

O seu uso é justificado pelos seus resultados a longo prazo, pela previsibilidade durante a colocação, por ser relativamente fácil de usar, permitindo, ao clínico, um bom controlo do limite apical de obturação e é, definitivamente, uma das mais económicas (Kertsen *et al.*, 1986; Dummer *et al.*, 1993; Gilhooly *et al.*, 2001 *cit. in* Aydemir *et al.*, 2009).

No entanto, apesar das vantagens apresentadas, verificam-se muitas irregularidades na massa final de guta-percha, podendo esta não preencher o canal de modo tridimensional. O uso de cimento endodôntico ajuda, de certa forma, a contornar esta situação, mas uma inadequada distribuição do mesmo leva à existência de espaços vazios comprometendo, assim, o selamento hermético do sistema de canais radiculares. (Aydemir *et al.*, 2009).

A técnica de condensação lateral é composta por um conjunto de etapas, as quais deverão ser respeitadas pela sua ordem.

Primeiramente, deverá ser eleito o cone principal de guta-percha. Este é escolhido de acordo com o diâmetro do canal após a sua instrumentação; ou seja, o diâmetro da última lima usada na preparação apical do canal com a totalidade do comprimento de trabalho (Hargreaves & Cohen, 2011a).

Este cone será, então, calibrado com recurso a uma régua calibradora de acordo com as normas ISO. Seguidamente, para marcar a medida do comprimento de trabalho usa-se uma pinça; o cone deverá estender-se desde a referência oclusal previamente selecionada, até ao limite apical endodôntico, obturando-o. Daí a designação de técnica biológica controlada (Leonardo, 2008; Hargreaves & Cohen, 2011a).

O cone principal deverá adaptar-se perfeitamente à constrição apical, previamente respeitada durante a instrumentação e, deste modo, é suposto que o mesmo ofereça uma certa resistência à tração no sentido coronal ou movimento “*tugback*” (Leonardo, 2008).

Feita esta verificação, prossegue-se com a radiografia de conometria, com o fim de se confirmar o posicionamento do cone relativamente ao ápice radiológico. Proceda-se,

depois, à escolha do condensador lateral que deverá entrar numa extensão do canal, ficando aquém 1-2 mm do comprimento de trabalho (Leonardo, 2008).

É preferível que este seja digital em vez de manual, pois segundo Sawn & Messer (1995), a sensibilidade táctil é menor, causando maior tensão localizada, sobretudo no terço apical, podendo levar a fraturas verticais da raiz. Esta situação pode estar relacionada com uma deficiente quantidade de dentina no terço apical ou com o maior diâmetro do condensador quando comparado ao diâmetro do terço mais estreito do canal.

De seguida, irriga-se o lúmen do canal com o intuito de remover a *smear layer* (protocolo final de irrigação) e seca-se o mesmo com cones de papel.

O cimento é preparado e com o auxílio da última lima usada no preparo do canal, procedemos à aplicação de uma fina camada do mesmo. A lima é envolvida com o cimento excepto na sua extremidade apical, de modo a evitar extrusão do material obturador e introduzida no canal, sendo o comprimento de trabalho o limite da sua extensão. Vários estudos apontam esta técnica como a que menos causa extrusão de material e, quando isso acontece, o material usado em conjunto com a mesma é pouco prejudicial para os tecidos periapicais (Dummer *et al.*, 1993; Gilhooly *et al.*, 2001; Leonardo, 2008).

Após introduzirmos a lima esta é retirada com movimentos de rotação anti-horária, de forma a deixar o canal pincelado com o cimento (Teles, 2002).

O cone principal deverá ser envolvido em cimento na sua totalidade inclusive na porção apical, levando-o posteriormente ao canal radicular, com movimentos de vaivém de modo a permitir a saída do ar, evitando assim que o cimento extravase. Estando o cone principal devidamente posicionado, prosseguimos com a colocação do condensador lateral, lateralmente ao cone. O condensador lateral é removido com movimentos giratórios, procurando simultaneamente compactar a guta-percha contra as paredes do canal. Um cone acessório, com o mesmo calibre que o condensador lateral, é colocado

no espaço deixado pelo condensador. O procedimento é repetido até que o condensador não penetre mais que o terço cervical do canal (Teles, 2002).

A porção dos cones que sai da câmara pulpar é cortada ao nível da entrada do canal, com o recurso a um instrumento aquecido, num movimento contra a parede dentinária. Com o recurso a um condensador vertical fazemos pressão vertical na entrada dos canais. Neste momento, a guta-percha ainda se encontra plastificada, permitindo desta forma melhorar o selamento tridimensional (Hargreaves & Cohen, 2011a).

A fim de remover todos os resíduos de material obturador, com o auxílio de uma bolinha de algodão, humedecida em álcool, procedemos à limpeza da câmara pulpar.

A cavidade coronal deverá agora ser restaurada, sendo que essa restauração deverá fornecer um selamento satisfatório de modo a evitar infiltrações marginais de bactérias e fluidos da cavidade oral, que possam eventualmente atingir o canal e comprometer todo o tratamento endodôntico (Bodrumlu & Tunga, 2007).

A invasão coronal de microorganismos após um tratamento endodôntico bem sucedido, pode ser a razão da falha do mesmo a longo prazo e a causa do desenvolvimento de periodontite apical, ainda que o canal tenha sido devidamente obturado. O selamento da entrada dos canais com ionomero de vidro, ou compósito fluido claramente diminui a invasão de microorganismos provenientes de restaurações infiltradas (De Bruyne & De Moor, 2004; Ebert *et al.*, 2010).

Por fim, remove-se o isolamento absoluto e faz-se uma radiografia, a fim de avaliar a qualidade da obturação.

5.2. Técnicas termoplásticas

5.2.1. Técnica de condensação da guta-percha termoplastificada

Esta técnica foi primeiramente proposta por Schilder, em 1967 e, desde então, tem vindo a sofrer modificações de modo a torná-la a mais rápida e eficaz (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Consiste na termoplastificação seguida de condensação, a frio, da guta-percha promovendo, assim, o deslocamento apical e lateral do material obturador plastificado, o que favorece o selamento tridimensional do canal (Bueno *et al.*, 2005).

Quando termoplastificada a guta-percha induz uma variação de temperatura na extensão entre 4 a 5 milímetros. Desta forma, no momento da condensação, com a aplicação de calor, a massa de guta-percha termoplastificada adaptar-se-á ao canal na extensão entre 4 a 5 milímetros no sentido apical (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

O aquecimento da guta-percha à temperatura entre 40 e 45°C, por um instrumento condutor de calor, leva a que esta se plastifique. À medida que a guta-percha arrefece, com o auxílio de um condensador vertical frio, realiza-se a condensação vertical que “obriga”/força a massa plastificada a preencher as irregularidades do sistema de canais (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Após todo o preparo do canal deve proceder-se à escolha dos condensadores verticais a serem usados devendo-se escolher três, e cada um destes deverá ter diâmetro ligeiramente inferior à região apical, média e cervical do canal. Desta forma é certo que a compressão do instrumento atuará sobre a massa de guta-percha e não sobre as paredes do canal (Orstavik, 2005b).

O aquecimento do condutor de calor pode ser feito à chama de uma lamparina, mas a preferência está nos aparelhos especializados para este fim, uma vez que nos permitem ajustar a temperatura desejada (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Esta técnica de obturação divide-se, então, em duas fases: fase apical ou *downpack*, e fase ápice-coroa, ou *backfill* (Orstavik, 2005b).

A *downpack* corresponde à obturação do terço apical no sentido coroa-ápice e é executada pela colocação dos condensadores aquecidos, do maior para o de menor diâmetro, no interior do canal intercalados por condensação vertical, a frio. Estes ciclos são repetidos até que o menor condensador alcance 4 a 5 milímetros do comprimento de trabalho estimado (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

A *backfill* corresponde ao preenchimento dos terços médio e cervical do canal, no sentido ápice-coroa, podendo este ser realizado pela introdução de segmentos de cone de guta-percha plastificados, seguida pela condensação vertical, a frio, ou através da injeção de guta-percha termoplastificada no interior do mesmo (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

5.2.2. Técnica *System B*[®]

Esta técnica, desenvolvida por Buchanan em 1996, pode também ser também chamada de onda contínua de compactação, pois é desempenhada com recurso a um aparelho (*System B*[®]) o qual permite que ocorra simultaneamente a termoplastificação e a condensação a frio, da guta-percha no interior do canal radicular. Desta forma, cria-se uma onda única de aquecimento e compactação do material (Bueno *et al.*, 2005).

O condensador escolhido terá que apresentar diâmetro correspondente ao do cone de guta-percha selecionado, podendo este ser F, FM, M ou ML. Após introdução do condensador no canal, este deverá ser deslocado para apical até as paredes do canal oferecerem resistência ao seu deslocamento, sendo normalmente entre 3 a 4 milímetros do comprimento de trabalho (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Após este procedimento coloca-se o cursor do condensador na medida pretendida e cimenta-se o cone. De seguida introduz-se o condensador, previamente aquecido a uma temperatura de 200°C, sendo este direcionado através do cone de guta-percha para apical até à medida de 3 a 4 milímetros de distância da medida de travamento. Neste

momento desliga-se o aparelho, e por arrefecimento do condensador há um aumento da resistência da massa de guta-percha à compressão, o que origina a paragem do deslocamento apical do mesmo na medida pré estabelecida (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Continua-se a exercer pressão no sentido apical e liga-se o dispositivo de modo a reaquecer o condensador . Este é então removido do canal e arrasta consigo todo o material obturados que se encontra numa posição mais coronal à sua. Desta forma, dá-se, então, por terminada a fase coroa-ápice, que como podemos observar tem algumas semelhanças com a mesma fase da técnica de Schilder (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

A fase ápice-coroa desta técnica pode ser executada da mesma forma que na fase anterior através da injeção de guta-percha termoplastificada (Orstavik, 2005b).

O estudo realizado por Bueno *et al.* (2005) mostra que a obturação, quando realizada pela técnica *System B*[®], proporciona um selamento apical significativamente melhor quando comparada com a técnica de condensação lateral, uma vez que há uma maior quantidade de guta-percha no interior do canal evitando de uma forma considerável a microinfiltração (Bueno *et al.*, 2005).

5.2.3. Técnica de injeção de guta-percha termoplastificada

Desde 1977 que os sistemas de injeção de guta-percha termoplastificada têm vindo a evoluir sendo, atualmente, os mais comercializados o *Obtura II*[®] e o *Ultrafil*[®]. Em ambos os sistemas a guta-percha é plastificada e posteriormente injetada e compactada com o recurso a condensadores verticais manuais, frios, no interior do canal (Lopes & Siqueira Jr., 2004) .

O *Obtura II*[®] consiste num aparelho semelhante a uma pistola que tem acoplada uma câmara de aquecimento da guta-percha à temperatura de 160°C de forma a que adquira fluidez suficiente para ser introduzida no canal (Lopes & Siqueira Jr., 2004) .

O *Ultrafil*[®] também é um sistema de injeção porém para o aquecimento da gutta-percha é necessário o uso de uma câmara aquecedora portátil, que disponibiliza três diferentes tipos de gutta-percha com consistências variadas: baixa viscosidade, viscosidade moderada e alta viscosidade (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Para a introdução da gutta-percha termoplastificada no canal o sistema *Obtura II*[®] utiliza agulhas de prata e o sistema *Ultrafil*[®] recorre a agulhas de aço inoxidável. Quanto ao processo de obturação é semelhante nos dois sistemas. (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Primeiro, pincelam-se as paredes do canal com um cimento obturador; de seguida, introduz-se a agulha até uma medida entre 3 a 5 milímetros do comprimento de trabalho. Quando esta medida é atingida aperta-se o gatilho e, simultaneamente, com a injeção remove-se a agulha. Depois com a ajuda de um condensador vertical, a frio, compacta-se a gutta-percha. O canal é, então, obturado por segmentos, por dois ou mais ciclos repetidos de injeção seguida de compactação vertical do material obturador plastificado (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Estes sistemas surgiram na tentativa de ser os melhores no que diz respeito à adaptação do material obturador às irregularidades do SCR. Contudo, num estudo realizado por Kumar *et al.* (2012) o qual visava verificar qual a técnica de obturação (condensação lateral, técnica injetável e gutta-percha fluida) produziria maior número de lacunas, verificou-se que o desempenho da técnica de gutta-percha injetável apresenta resultados semelhantes ao da condensação lateral, sendo a gutta-percha fluida a que apresenta piores resultados.

5.2.4. Técnica híbrida de Tagger

McSpadden introduziu a técnica de condensação termomecânica no ano de 1979. Esta técnica visava selar tridimensionalmente os canais radiculares, através da aplicação de calor, por meio de condensadores, semelhantes a uma lima Hedstroëm, com a particularidade das suas espiras serem invertidas. O sistema funciona através da adaptação do condensador ao contra-ângulo que promove a rotação do mesmo, no

sentido horário, sem refrigeração, e leva à plastificação da guta-percha, por atrito, e condensação apical e lateral (Gil *et al.*, 2009).

Cinco anos mais tarde, Tagger aliou a técnica de condensação lateral ao uso dos condensadores de McSpadden, surgindo assim a técnica híbrida. Esta técnica consiste na execução da técnica de condensação lateral do terço apical, seguida da utilização dos condensadores no terço médio e cervical. Segundo Tagger *et al.* (1984) (*cit. in* Gil *et al.*, 2009) quando comparada com a condensação lateral, esta técnica garante maior rapidez na execução, melhor condensação do material e menor consumo de guta-percha.

No entanto, segundo Rocha *et al.* (1985) e Berbert *et al.* (1986) (*cit. in* Gil *et al.*, 2009) garantem que o uso de cimento obturador aliado a esta técnica é fundamental para reduzir a infiltração marginal.

5.2.5. Técnica *Thermafil*[®]

É uma técnica que emprega transportadores plásticos revestidos por guta-percha termoplastificada com o recurso a fornos específicos.

O protótipo desta técnica foi desenvolvido por Johnson em 1978, que em vez de transportadores plásticos usava limas de aço inoxidável recobertas por guta-percha. Johnson afirmava que esta técnica teria a capacidade de preencher todas as lacunas do canal e istmos (Ravanshad & Khayat, 2004).

Atualmente, encontram-se transportadores recobertos por guta-percha, na sua fase alfa, possuindo um limitador de penetração de silicone e demarcações de 18, 19, 20, 22 e 24. Os calibres disponíveis variam entre 20 e 140 (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

A técnica consiste no aquecimento do carregador previamente selecionado, cujo calibre corresponde ao da primeira lima do *step-back*, sendo este introduzido no canal com a guta-percha plastificada exercendo pressão apical. Após devidamente acomodado no canal procede-se ao corte do cabo do carregador, 1 a 2 milímetros acima da entrada do

canal. Para terminar recorre-se ao auxílio de um condensador vertical e compacta-se a guta-percha que envolve o carregador (Lopes & Siqueira Jr., 2004).

Embora seja esperado que esta técnica mostre resultados superiores em relação à condensação lateral, no que diz respeito ao selamento apical, os estudos de Ravanshad & Khayat (2004) mostram precisamente o contrário. No estudo de micro-infiltração apical desempenhado por estes autores, no qual comparam as duas técnicas, a presença de micro-infiltração no grupo obturado com o sistema *Thermafil*[®] é significativamente maior do que no grupo obturado com condensação lateral. Segundo os autores pode dever-se ao facto de a guta-percha encolher após o arrefecimento criando lacunas no canal (Ravanshad & Khayat, 2004).

Por outro lado, Gopikrishna & Parameswaren (2006), no seu estudo onde compararam o selamento coronal proporcionado por três técnicas de obturação termoplástica (*Simplifill*[®], *Thermafil*[®] e Condensação de Guta-Percha Termoplastificada) com o selamento proporcionado pela técnica de condensação lateral, após preparação para colocação de espigão, concluíram que esta última técnica proporciona significativamente mais micro-infiltração. Os autores sugerem que a justificação para estes resultados resida no stress provocado durante a preparação para colocação de espigão na técnica de condensação lateral. Sendo que nas técnicas termoplásticas, a obturação é feita por terços, não é necessário este procedimento, mantendo-se a integridade do selamento.

6. Espigões

A Endodontia não é feita apenas em dentes que apresentam patologia pulpar, mas também em dentes que necessitam de retenção intrarradicular. Podemos dizer que o procedimento, para colocação posterior de um espigão, é uma etapa crítica; assim sendo, alguns cuidados deverão ser tomados para conservar a estrutura dentária, manter o selamento apical e a assépsia (Grecca *et al.*, 2009; Attam & Talwar, 2010).

Os dentes que são submetidos a tratamento endodôntico deverão ser restaurados apropriadamente, de modo a substituir a estrutura dentária perdida, manter a função e a estética, e a proteger o dente contra eventuais infecções (Rahimi *et al.*, 2008).

Um espigão é um material usado em tratamentos restauradores, o qual é colocado no interior do canal radicular em dentes cuja coroa está danificada, servindo como retenção adicional da restauração (Rahimi *et al.*, 2008; Chen & Chang, 2011).

6.1. Tipos de espigões

Os espigões podem ser classificados como ativos ou passivos, paralelos ou cônicos e, também por a composição do seu material (Schwartz & Robbins, 2004).

Uma grande parte dos espigões são enroscados e visam um contacto mais marcado com as paredes do canal, podendo ser classificados como ativos. Por outro lado, os espigões também podem ser classificados como passivos sendo estes unicamente retidos no canal através do cimento (Schwartz & Robbins, 2004).

Os espigões do tipo ativos produzem um maior efeito retentivo que os espigões do tipo passivo, mas por outra parte o stress provocado no interior do canal também é superior, sendo, portanto, indicados em dentes com raízes curtas e com bastante dentina remanescente. Os espigões enroscados são compostos por titânio. As ligas de titânio são usadas na composição de vários tipos de espigões pré-fabricados, estando na base da sua utilização o facto deste material não oxidar. Por outro lado, estas ligas têm baixa resistência à fratura, devendo, por isso, ser evitado o seu uso (Schwartz & Robbins, 2004).

A composição dos espigões cimentados é mais variada. Podem ser usados espigões em fibra de carbono, fibra de quartzo, fibra de vidro, zircónio, bronze, titânio e aço inoxidável (Schwartz & Robbins, 2004).

Os espigões paralelos de metal são mais retentivos que os espigões cónicos e induzem menos stress no interior do canal, pois o efeito de cunha destes é menor (Schwartz & Robbins, 2004).

Por outro lado, a colocação de um espigão cónico requer uma menor remoção de dentina, sendo, portanto, o seu uso indicado em dentes com raízes finas e com morfologia delicada (Schwartz & Robbins, 2004).

Se forem ignorados os cuidados que deverão ser tomados durante a preparação do canal para a colocação de um espigão, é possível que se crie uma entrada para bactérias que rapidamente reinfetarão o sistema canal, uma vez que os microrganismos e os seus produtos são a principal causa de patologias pulpares e periapicais (Grecca *et al.*, 2009).

7. Desobturação

7.1. Método de desobturação

Tem sido muito debatido, como, quando, e que quantidade de guta-percha deverá ser removida do interior do canal, antes da colocação de um espigão (Aydemir *et al.*, 2009).

Muitos estudos têm mostrado que a integridade do material obturador remanescente, poderá depender de vários fatores, sendo alguns destes: a técnica e os instrumentos usados na desobturação, o comprimento do material remanescente, a técnica de obturação, os cimentos usados e o seu tempo de presa, e tempo de remoção do material obturador (imediate ou tardio) (Aydemir *et al.*, 2009; Grecca *et al.*, 2009).

Diferentes métodos poderão ser usados na remoção de guta-percha nomeadamente instrumentos aquecidos, brocas Gates-Glidden, alargadores de pezzo, instrumentos manuais e solventes (Solano *et al.*, 2005).

Os instrumentos rotatórios usados na remoção de guta-percha, tornam este processo mais rápido e fácil, sendo este o método mais usado para este fim (Aydemir *et al.*,

2009). O grande problema deste método poderá ser o excesso de material removido (Chen & Chang, 2011).

Por outro lado, Neagly (1969) (*cit. in Aydemir et al.*, 2009), concluiu que o uso de instrumentos rotatórios não afeta significativamente o selamento apical independentemente do material usado na obturação, se esta for corretamente executada.

Haddix *et al.* (1990) (*cit. in Pesce et al.*, 2007), recomendam o uso da remoção mecânica de guta-percha quando comparado com os solventes orgânicos.

A remoção de guta-percha pelo método químico está associada a maior infiltração do que o método mecânico ou térmico. Isto acontece devido à alteração dimensional que a guta-percha sofre quando o solvente evapora (Attam & Talwar, 2010).

A dificuldade na manipulação destes solventes (Eucaliptol, Xilol, Clorofórmio, Terebintina, Halonato e Acetona) e o seu potencial tóxico e cancerígeno, representam problemas no uso deste método (Chen & Chang, 2011).

7.2. Quantidade de material remanescente

O comprimento do material obturador remanescente depende da retenção mecânica necessária para suportar o espigão, assim como da necessidade de manter material suficiente à promoção do selamento (Attam & Talwar, 2010).

Segundo Metzger *et al.* (2000) (*cit. in Chen & Chang 2011*) e Rahimi *et al.* (2008), a integridade do selamento apical do canal é proporcional à quantidade de material obturador remanescente.

É sabido que dentes totalmente obturados apresentam significativamente menos micro-infiltração do que dentes com três, quatro, cinco ou sete milímetros de material obturador remanescente (Gopikrishn & Parameswaren, 2006; Rahimi *et al.*, 2008).

Zmener (1980) (*cit. in* Chen & Chang 2011) e Hiltner *et al.* (1992) defendem que devem ser deixados, pelo menos, quatro milímetros de material obturador de modo a não comprometer o selamento apical. Porém, outros estudos consideram que o comprimento ideal é de cinco milímetros (Gopikrishna & Parameswaren, 2006; Jalalzadeh & Mashouf, 2010; Al-Sabawi *et al.*, 2012).

Haddix *et al.* (1990) consideram três milímetros o comprimento mínimo necessário de modo a preservar o selamento apical; por outro lado, Abramovitz *et al.* (2001) defendem que o mesmo comprimento leva à imprevisibilidade do selamento.

Em muitas situações clínicas, o mínimo de material obturador deve ser deixado de modo a promover a retenção do espigão; contudo, devemos ter em atenção que a quantidade removida não exceda a necessária à promoção de selamento apical (Pesce *et al.*, 2007).

Visto isto, conclui-se que o material obturador remanescente deve medir entre três a cinco milímetros, de forma a assegurar um selamento apical satisfatório.

7.3. Momento da desobturação (imediate/tardia)

A necessidade de um espigão requer uma desobturação parcial do canal. Esta pode ser realizada imediatamente após a obturação ou, algum tempo após a obturação, com recurso a instrumentos rotatórios (Abramovitz *et al.*, 2000).

Não existe um consenso em relação ao intervalo de tempo que deve existir entre a obturação do canal e a sua desobturação para colocação de um espigão (Attam & Talwar, 2010).

A Literatura afirma, geralmente, que o momento da desobturação parcial do canal não influencia a integridade do selamento apical (Attam & Talwar, 2010).

Jeffrey & Saunders (1987), por outro lado, afirmaram que seria necessário esperar que o cimento ganhasse presa de modo que, ao remover o material obturador, este não ficasse distorcido a ponto de causar dano no selamento apical.

Saunders & Saunders (1994) (*cit. in Solano et al.*, 2005) e Solano *et al.* (2005), defendem que a desobturação deve acontecer no dia em que for feita a obturação; contudo, Ewart & Saunders (1990), Karapanou *et al.* (1996) e Fan *et al.* (1999) (*cit. in Attam & Talwar*, 2010) sugerem diferentes intervalos de tempo.

Bishop & Briggs (1995) (*cit. in Aydemir et al.*, 2009), referenciaram a necessidade de uma restauração imediatamente a seguir ao término do tratamento endodôntico, de modo a proteger o dente de possíveis contaminações. Referiram, ainda, que este é o momento em que o clínico se encontra mais familiarizado com a anatomia dos canais e os seus pontos de referência.

Segundo Peso *et al.* (2009) não há diferenças significativas na capacidade de selamento no que diz respeito ao tempo em que o canal é desobturado.

Attam & Talwar (2010) referiram que, independentemente do comprimento do material obturador remanescente, uma desobturação imediata está associada a menor microinfiltração apical.

Os resultados do estudo de Jalalzadeh & Mashouf (2010) mostraram menos microinfiltração em dentes cuja desobturação foi imediata, tendo estes sido obturados com dois cimentos diferentes, um à base de óxido de zinco eugenol e outro à base de resina. Para justificar estes resultados os autores referem que não tendo o cimento ganho presa no momento da desobturação imediata, as lacunas no interior do canal serão preenchidas por uma melhor acomodação da guta-percha, diminuindo assim a microinfiltração.

Chen & Chang (2011) apontaram ser mais importante a técnica de obturação na garantia de um bom selamento apical, que propriamente o momento em que é feita a desobturação, dando principal destaque às técnicas termoplásticas. De qualquer forma,

estes autores verificaram uma menor penetração de corante em dentes desobturados sete dias após a sua obturação, tendo concluído que se deve esperar que o cimento ganhe presa antes de iniciarmos a desobturação.

Pelo contrário, Dhaded *et al.* (2013) compararam a micro-infiltração existente em amostras submetidas a desobturação imediata e tardia usando materiais obturadores distintos em cada grupo de amostras. Os grupos onde a desobturação foi imediata mostraram significativamente menos micro-infiltração que os grupos onde a desobturação aconteceu sete dias após a obturação.

Numa outra perspectiva, Barros *et al.* (2013) no seu estudo, no qual foram usados para obturar os canais cimento à base de hidróxido de cálcio (*Sealapex*[®]) e condensação lateral, concluíram não haver diferenças significativas entre uma desobturação imediata e uma desobturação sete dias após o termino da obturação (Barros *et al.*, 2013).

8. Micro-infiltração

8.1. Métodos de avaliação de micro-infiltração apical

8.1.1. Penetração de corante

A metodologia que visa a submersão de dentes em vários tipos de corante, foi descrita pela primeira vez em 1939 por Grossman e, desde então, tem sido a mais executada em estudos de micro-infiltração, devido à sua simples execução e sensibilidade (Bueno *et al.*, 2005).

A capilaridade é o fenómeno de maior importância neste método passivo, que é usado principalmente para avaliar a quantidade de corante que penetra, no terço apical, em qualquer espaço entre as paredes do canal e o material obturador (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Segundo Matloff *et al.* (1982) (*cit. in* Chen & Chang, 2011), a penetração de corante é o método mais sensível no estudo da micro-infiltração.

Para ter acesso à micro-infiltração de corante, as amostras deverão ser seccionadas longitudinalmente ou transversalmente. Outra possível hipótese é o uso da técnica de diafinização do dente que consiste na desmineralização e desidratação do mesmo, seguidas de uma submersão deste em metilsalicilato de modo a torná-lo transparente, sendo possível, desta forma, observar a quantidade de corante infiltrado (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Os cortes longitudinais são os mais utilizados para observar a infiltração de corante (Barros *et al.*, 2013).

Estes permitem examinar diretamente a penetração de corante quer no material obturador, quer na interface das paredes dentinárias (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Segundo Solano *et al.* (2005) (*cit. in* Pesce *et al.*, 2007) e Barros *et al.* (2013), a desvantagem desta técnica é que só o corante visível é medido e a quantidade total de corante infiltrado não pode ser medida com apenas uma secção.

Ahlberg *et al.* (1995) (*cit. in* Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006) sugeriram uma variação desta técnica que consiste no desgaste das raízes de modo a observar a infiltração do corante através de uma fina camada de dentina, reduzindo-se, assim, os riscos de dissolução do corante durante a realização das secções. Os autores também afirmam que esta forma de acesso à micro-infiltração de corante é a que fornece informação mais aproximada dos valores reais.

Os cortes transversais são considerados a pior opção para aceder ao corante infiltrado, pois este tipo de acesso leva à perda de parte da dentina e do corante, e a medição da quantidade de corante infiltrado tem que ser feita individualmente em cada secção (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

A técnica de diafinização recomendada por Okumura em 1927, permite obter uma visão tridimensional da anatomia interna do dente e, por sua vez, da área infiltrada pelo corante, sem que haja perda de estrutura dentária. Esta técnica é de simples e rápida execução, sendo as substâncias usadas no seu desempenho de baixo nível de toxicidade (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Não obstante, por vezes, algumas amostras submetidas a esta técnica apresentam desmineralização deficiente ou desidratação incompleta, o que pode comprometer a transparência das amostras.

Segundo Martin *et al.* (2002) (*cit. in* Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006) a técnica de diafinização é mais precisa do que os cortes transversais na detecção de micro-infiltração apical.

O azul de metileno é o corante mais usado em estudos de micro-infiltração devido ao seu baixo custo, à sua facilidade de manipulação, ao seu alto grau de coloração, e peso molecular inferior ao das toxinas libertadas pelos micro-organismos (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

No entanto não é aconselhado o seu uso em estudos nos quais se opte pelo processo de diafinização, pois o mesmo pode desaparecer do canal radicular por ação dos reagentes usados nesta técnica. Neste caso, pode ser usada tinta da china cujas partículas têm dimensões superiores às dimensões bacterianas, e, por este motivo, se houver penetração de corante haverá necessariamente penetração de bactérias (Ravanshad & Khayat, 2004; Bueno *et al.*, 2005).

8.1.2. Transporte fluido ou filtração fluída

Este método foi descrito por Derkson *et al.* (1986) mas a sua aplicação na Endodontia, para medição de micro-infiltração apical, ocorreu somente em 1993 num estudo de Wu & Wesselink (Vasconcelos *et al.*, 2010).

Esta técnica consiste na conexão da coroa de um dente obturado a um tubo, o qual no seu interior se encontra preenchido por água a uma pressão inferior à atmosférica. O ápice deste mesmo dente é colocado num tubo capilar de 20 μ l com 170 mm de comprimento completamente preenchido com água. Por fim, uma pressão de 0,1 atm é aplicada através do tubo ligado à porção coronal, levando a que a água inicialmente no interior do tubo preencha os espaços vazios ao longo do canal radicular (Akhavan *et al.*, 2011).

A principal vantagem do método de transporte fluido é a manutenção da integridade da estrutura dentária de cada amostra após cada ensaio, sendo possível a análise das mesmas em vários períodos de estudo (Akhavan *et al.*, 2011).

Outra grande vantagem do transporte fluido é o registo dos resultados, que é feito automaticamente, o que fornece medidas quantitativas precisas evitando o erros por parte do operador no registo das mesmas (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Youngson *et al.* (1999) (*cit. in* Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006) referem não haver diferenças significativas entre medições obtidas através do método de transporte fluido ou através do método de penetração de corante, ainda que o método de transporte fluido seja mais sensível.

8.1.3. Método de dissolução de corante

Neste método os dentes são dissolvidos em ácidos que libertam o corante da interface e a densidade ótica do mesmo é medida com o auxílio de um espectrofotómetro (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

O método de dissolução de corante e o método do transporte fluido apresentam resultados semelhantes, o que se deve ao facto de os dois terem em consideração a porosidade existente na interface entre o material obturador e a superfície dentinária do canal, baseando-se ambos em medições quantitativas da passagem de soluções através desta interface (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

8.1.4. Método de infiltração de bactérias e toxinas

De acordo com Timpawat *et al.* (2001) (*cit. in* Jalalzadeh & Mashouf, 2010) e Alkahtani *et al.* (2013), no que diz respeito a medições de micro-infiltração, o método de infiltração bacteriana é o mais relevante em termos clínicos e biológicos.

Podem ser usadas várias estirpes bacterianas, na tentativa de avaliar a infiltração marginal sendo os resultados obtidos contraditórios. Estes dependem não só do tipo de bactérias usado, mas também da composição do cimento endodôntico, que pode conter agentes anti-microbianos (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Este método consiste em isolar as extremidades coronal e apical de cada amostra separadamente, em duas câmaras distintas. A cor turva do meio de cultura da câmara apical é a primeira indicação de contaminação de microrganismos (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

Estes estudos por infiltração bacteriana são mais qualitativos que quantitativos (Veríssimo & Sampaio do Vale, 2006).

8.1.5. Eletroquímico

O método eletroquímico é o mais objectivo na medição de infiltração no canal. É fácil de comparar e analisar, e proporciona a oportunidade de estudar a infiltração num período de tempo contínuo, com a vantagem de ser capaz de gravar o momento onde a máxima infiltração acontece. (Aydemir *et al.*, 2009).

9. Resultados

O grupo I apresenta uma microinfiltração média de 5,06 mm e o grupo II de 2,98 mm, com desvios padrão de 3,07 e 2,67, respetivamente. Estes resultados indicam haver menor infiltração quando a desobturação é efetuada 8 dias após a obturação (grupo II), do que quando é realizada de imediato (grupo I), possuindo uma diferença estatisticamente significativa, sendo que o valor de $p=0,042$.

No grupo dos controlos positivos (grupo III) o corante infiltrou o comprimento total do dente, e no grupo dos controlos negativos (grupo IV) não se verificou qualquer tipo de infiltração.

	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Grupo I	17	5,06	4,35	3,06	1,06	12,59
Grupo II	17	2,98	2,01	2,67	0,70	11,94

Tabela 1 – Valores estatísticos (micro-infiltração apical/mm), obtidos: Grupo I e II – desobturação imediata e tardia (8 dias após obturação)

	Teste t-Student (p)
Nível de Significância entre os dois grupos (I e II) ($p<0,05$)	0,042

Tabela 2 – Teste *t-Student* quanto ao nível de significância entre os Grupos I e II

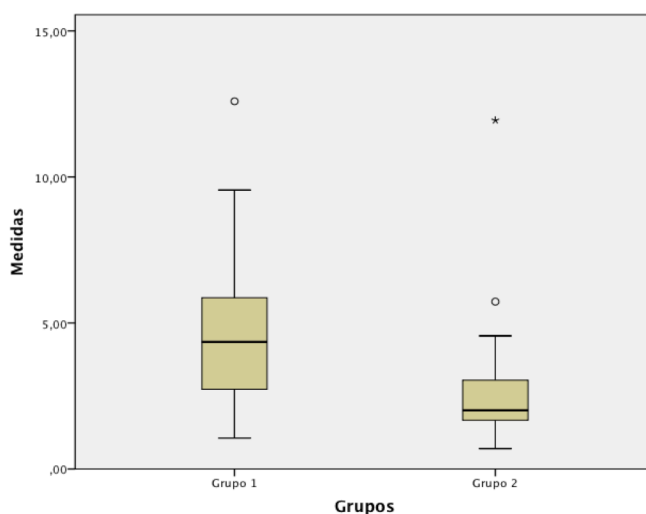


Gráfico 1 – Valores de micro-infiltração (mm), mediana e desvio padrão nos Grupos I e II

10. Discussão

10.1. Análise crítica dos resultados

O protocolo utilizado neste estudo resultou de uma detalhada pesquisa bibliográfica a qual ilustra metodologias usadas em estudos semelhantes, sendo ajustada às condições necessárias para o desempenho deste estudo.

Todos os dentes da amostra foram instrumentados com o auxílio de um motor do X-SMARTTM, com velocidade rotacional de 300 rpm. Assim os dentes foram instrumentados com as limas Sx, S1, S2, F1 e F2 correspondentes a este sistema, usando como lima de permeabilização a K10 entre cada lima.

A micro-infiltração apical é considerada uma das causas que, com mais frequência, contribui para o fracasso do tratamento endodôntico sendo influenciada por muitas variáveis destacando-se, entre elas, as propriedades físicas e químicas dos cimentos obturadores.

A técnica de condensação lateral tem sido o método de eleição para obturação do sistema de canais radiculares, usando guta-percha associada a um cimento endodôntico. No entanto, existem casos nos quais os canais possuem irregularidades que levam a que esta técnica não seja capaz de garantir um adequado selamento apical .

O comprimento do material obturador remanescente depende da retenção mecânica necessária para suportar o espigão, assim como da necessidade de manter material suficiente à promoção do selamento

A integridade do selamento apical do canal é proporcional à quantidade de material obturador remanescente.

Zmener (1980) defende que devem ser deixados pelo menos quatro milímetros de material obturador de modo a não comprometer o selamento apical. Porém, outros

estudos realizados por Gopikrishna & Parameswaren (2006), Al-Sabaw *et al.* (2012) e Jalalzadeh & Mashou (2010) consideram que o comprimento ideal é de cinco milímetros.

Optou-se neste estudo por manter cinco milímetros de material obturador remanescente.

A capacidade de adesão destes cimentos varia de marca para marca, mas de uma forma geral todos eles apresentam uma boa capacidade de adesão; isto deve-se à facilidade que os mesmos têm de penetrar nas micro-irregularidades do canal, devido à sua alta capacidade de deformação e longo tempo de presa.

Os cimentos à base de resina têm mostrado uma penetração mais profunda no interior dos túbulos dentinários do que cimentos endodônticos convencionais. A penetração dos cimentos de resina deve-se às suas propriedades físicas, tais como fluidez, tensão superficial, solubilidade, viscosidade, tempo de trabalho e tempo de presa (Chandra *et al.*, 2012).

A infiltração na obturação do canal, pode aumentar ou diminuir com o tempo. A dissolução do cimento aumenta a infiltração; por outro lado a expansão da guta-percha diminui-a. Um cimento que não esteja endurecido ou apenas parcialmente, pode permitir um deslocamento da guta-percha localizada apicalmente.

Os cimentos à base de óxido de zinco eugenol apresentam um longo tempo de presa, possuem uma fraca adaptação às paredes dentinárias e pior selamento apical quando comparados com cimentos à base resina e cimentos à base de hidróxido de cálcio, o que nos leva a concluir que não sejam os cimentos mais adequados para obturação dos canais radiculares.

O procedimento para colocação de um espigão, é uma etapa crítica, assim sendo, alguns cuidados deverão ser tomados para conservar a estrutura dentária, manter o selamento apical e a assésia.

Muitos estudos tais como Aydemir *et al.* (2009) e Grecca *et al.* (2009) têm mostrado que a integridade do material obturador remanescente, poderá depender de vários fatores, sendo alguns destes: a técnica e os instrumentos usados na desobturação, o comprimento do material remanescente, a técnica de obturação, os cimentos usados e o seu tempo de presa, e tempo de remoção do material obturador (imediate ou tardio).

Diferentes métodos poderão ser usados na remoção de guta-percha nomeadamente instrumentos aquecidos, brocas de desobturação, alargadores, instrumentos manuais e solventes.

Os instrumentos rotatórios usados na remoção de guta-percha, tornam este processo mais rápido e fácil, sendo este o método mais usado para este fim. O grande problema deste método poderá ser o excesso de material removido.

Neste estudo, optou-se pelo método de penetração de corante, Azul-de-Metileno 2% como forma de quantificar a micro-infiltração apical. A escolha deste corante partiu do facto deste possuir baixo peso molecular, característica esta que facilita o fenómeno de capilaridade, permitindo assim que o corante penetre com facilidade no interior do canal.

Para ter acesso à micro-infiltração de corante, as amostras deverão ser seccionadas longitudinalmente ou transversalmente.

Segundo Solano *et al.* (2005) e Barros *et al.* (2013) os cortes longitudinais são os mais utilizados para observar a infiltração de corante. Estes permitem examinar diretamente a penetração de corante, quer no material obturador, quer na interface das paredes dentinárias. A desvantagem desta técnica de corte é que só o corante visível é medido e a quantidade total de corante infiltrado não pode ser medida com apenas uma secção de corte.

Neste estudo, a média de micro-infiltração do grupo desobturado 8 dias após a obturação é inferior ($m= 2,98$ mm) à média do grupo onde a desobturação é imediata ($m= 5,06$ mm). Estes resultados indicam haver menor infiltração quando a desobturação

é efetuada 8 dias após a obturação (grupo II), do que quando é realizada de imediato (grupo I), possuindo uma diferença estatisticamente significativa, sendo que o valor de $p < 0,05$ ($p = 0,042$).

Outros dois estudos realizados na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, por Barros *et al.* (2013) e Paiva *et al.* (2010) nos quais foram usados protocolos semelhantes aos deste estudo, onde a principal diferença é a composição dos cimentos endodônticos usados: os resultados obtidos foram diferentes entre si e diferentes dos obtidos neste estudo.

No estudo de Paiva *et al.* (2010), o grupo onde a desobturação é efetuada de imediato apresenta menor micro-infiltração ($m = 1,23$ mm) que o grupo onde a desobturação é feita 8 dias após a obturação ($m = 2,36$ mm), sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Neste estudo o cimento usado foi um cimento à base de óxido de zinco eugenol.

No estudo de Barros *et al.* (2013) o grupo onde a desobturação é efetuada 8 dias após a obturação apresenta menor micro-infiltração ($m = 6,82$ mm) que o grupo onde a desobturação é imediata ($m = 7,42$ mm), não possuindo contudo diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Neste estudo foi usado um cimento à base de hidróxido de cálcio.

Tendo em consideração a semelhança dos protocolos usados para desempenhar os três estudos conclui-se que a diferença de resultados obtidos nestes estudos quanto à micro-infiltração deve-se ao tipo de cimento escolhido para obturar os canais radiculares.

10.2. Dificuldades do estudo

No desempenhar deste estudo a maior dificuldade apresentada foi a manutenção do comprimento do material obturador remanescente, que provavelmente está associado ao uso de desobturação mecanizada (sistema *ProTaper*[®]).

O facto de os dentes usados no estudo se apresentarem já desidratados, tendo em conta o longo período de tempo que decorreu entre a extração de cada dente e a realização do estudo, levou a uma certa dificuldade da separação das duas metades de cada dente da amostra.

Um problema residente em experiências realizadas *in vitro*, é que os resultados podem não ser extrapolados para condições reais clínicas.

III. Conclusão

Retomando o objetivo inicialmente traçado que consistiu em avaliar *in vitro* a infiltração apical em dentes desobturados imediatamente após a obturação e em dentes desobturados 8 dias após a obturação, concluiu-se que com este cimento, à base de resina, a melhor opção será uma desobturação tardia.

No estudo de Barros *et al.* (2013), o grupo onde a desobturação é tardia também apresenta menor micro-infiltração que o grupo onde a desobturação é imediata, não possuindo contudo diferenças estatisticamente significativas.

Apesar de na Literatura científica o cimento à base de óxido de zinco eugenol ser o que leva a maior infiltração, parece que no estudo de Paiva *et al.* (2010), este material, apresentou baixos valores de infiltração média no grupo desobturado de imediato.

Por outro lado, os cimentos à base de resina em relação a outros cimentos endodônticos apresentam uma melhor adesão à dentina já comprovada pela literatura, tendo-se verificado, neste estudo, que melhores resultados, relativos à micro-infiltração, serão obtidos quando a desobturação é feita 8 dias após a obturação.

É importante referir que, sendo o parâmetro em estudo a micro-infiltração apical, alguns passos protocolares poderiam alterar ligeiramente os resultados, como por exemplo, a direção dos cortes realizados nas amostras em estudo.

Sendo este um estudo *in vitro*, também é importante referir que os resultados obtidos podem não ser equivalentes na prática clínica.

Não menos relevante, é a necessidade de realizar mais estudos, com diferentes tempos de desobturação, diferentes cimentos obturadores e diferentes métodos de obturação, a fim de se perceber qual a influência destes fatores na quantidade de micro-infiltração apical. Possuir este conhecimento é fundamental para a decisão do clínico aquando da colocação de um espigão, de forma a selecionar as melhores condições para um selamento apical o mais satisfatório possível.

IV. Bibliografia

Abramovitz, I. *et al.* (2001). The unpredictability of seal after post space preparation: a fluid transport study. *Journal of Endodontics*, 27(4), pp. 292-295.

Akhavan, H. *et al.* (2011). Comparative Study on the Microleakage of Three Root Canal Sealers. *Iranian Endodontic Journal*, 6(1), pp. 1-5.

Al-Sabawi, N. *et al.* (2012). Effect of Different Techniques of Immediate and Delayed Post Space Preparation on Apical Seal. *Al – Rafidain Dental Journal*, 12(2), pp. 249-256.

Alkahtani, A. *et al.* (2013). An *In Vitro* Comparative Study of the Adaptation and Sealing Ability of Two Carrier-Based Root Canal Obturators. *The Scientific World Journal*, Volume 2013, pp. 1-7.

Allan, N. *et al.* (2001). Setting Times for Endodontic Sealers Under Clinical Usage and *in vitro* Conditions. *Journal of Endodontics*, 27(6), pp. 421-423.

Almeida, J. *et al.* (2007). Filling of Artificial Lateral Canals and Microleakage and Flow of Five Endodontic Sealers. *International Endodontic Journal*, 40(9), pp. 692-699.

Attam, K. & Talwar, S. (2010). A laboratory Comparison of Apical Leakage Between Immediate Versus Delayed Post Space Preparation in Root Canals Filled with Resilon. *International Endodontic Journal*, 43(9), pp. 775-781.

Aydemir, H. (2009). Effect of immediate and delayed post space preparation on the apical seal of root canals obturated with different sealers and techniques. *Journal Of Applied Oral Science*, 17(6), pp. 605-610.

Barros, J. *et al.* (2013). Influence of the timing of post space preparation on apical sealing. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 61(2), pp. 199-204.

Bernardes, R. *et al.* (2010). Evaluations of the Flow Rate of 3 Endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 109(1), pp. 47-49.

Bodrumlu, E. & Tunga, U. (2007). Coronal sealing ability of a new root canal filling material. *Journal of the Canadian Dental Association*, 73(7), p. 623.

Bueno, A. *et al.* (2005). Estudio Comparativo de Filtración Apical entre lá Técnica de Compactación Lateral en Frío y Técnica de Obturación con Sistem B[®]. *Revista Odontológica Mexicana*, 9(2), pp. 65-72.

Camilleri, J. *et al.* (2009). Evaluation of Selected Properties of Mineral Trioxide Aggregate Sealer Cement. *Journal of Endodontics*, 35(10), pp. 1412-1417.

Camps, J. *et al.* (2004). Influence of the Powder/Liquid Ratio on the Properties of Zinc Oxide-Eugenol-Based Root Canal Sealers. *Dental Materials*, 20(10), pp. 915-923.

Capelas, J. *et al.* (2008). Glossário de Termos Endodônticos – Parte II – G a O. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 49(1), pp. 57-62.

Carvalho-Júnior, J. *et al.* (2003). Evaluation of Solubility, Desintegration, and Dimensional Alterations of a Glass Ionomer. *Brazilian Dental Journal*, 14(2), pp. 114-118.

Chandra, S. *et al.* (2012). Depth of Penetration of Four Resin Sealers into Radicular Dentinal Tubules: A Confocal Microscopic Study. *Journal of Endodontics*, 38(10), pp. 1412-1416.

Chen, G. & Chang, Y. (2011). Effect of immediate and delayed post space preparation on apical leakage using three root canal obturation techniques after rotary instrumentation. *Journal of the Formosan Medical Association*, 110(7), pp. 454-459.

Czarnecka, B. *et al.* (2007). Ion Release by Endodontic Grade Glass-Ionomer Cement. *Journal of Materials Science*, 18(4), pp. 649-652.

De Bruyne, M. & De Moor, R. (2004). The Use of Glass Ionomer Cements in Both Conventional and Surgical Endodontics. *International Endodontic Journal*, 37(2), pp. 91-104.

Desai, S. & Chandler, N. (2009). Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers: A Review. *Journal of Endodontics*, 35(4), pp. 475-480.

Dhaded, N. *et al.* (2013). Evaluation of immediate and delayed post space preparation on sealing ability of Resilon–Epiphany and Gutta percha-AH plus sealer. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(6), pp. 514-517.

Dummer, P. *et al.* (1993). An *in vitro* study of the quality of root filling in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. *International Endodontic Journal*, 26(2), pp. 99-105.

Ebert, J. *et al.* (2010). Adhesive Coronal Seal of Syntac and Tetric Flow Following Different Dentine Pretreatment Protocols. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 7(4), pp. 439-444.

Ewart, A. & Saunders W. (1990). Investigation into the apical leakage of root-filled teeth prepared for a post crown. *International Endodontic Journal*, 23(5), pp. 239-244.

Fathia, E. *et al.* (2012). A comparative study of the microleakage of Resilon/Epiphany and Gutta-percha/AH-Plus obturating systems. *Iranian Endodontic Journal*, 7(3), pp. 139-143.

Genç, Ö. *et al.* (2010). Evaluation of three instrumentation techniques at the precision of apical stop and apical sealing of obturation. *Journal of Applied Oral Science*, 19(4), pp. 350-354.

Gil, A. *et al.* (2009). Revisão Contemporânea da Obturação Termoplastificada, Valendo-se da Técnica de Compactação Termomecânica. *Revista Saúde*, 3(3), pp. 20-29.

Gilhooly, R. *et al.* (2001). Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm α -phase gutta-percha with a single cone for obturating curved roots canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 91(1), pp. 89-94.

Gopikrishna, V. & Parameswaren, A. (2006) Coronal Sealing Ability of Three Sectional Obturation Techniques – Simplifill, Thermafil and Warm Vertical Compaction – Compared With Cold Lateral Condensation and Post Space Preparation. *Australlian Endodontic Journal*, 32(3), pp. 95-100.

Grecca, F. *et al.* (2009). Effect of timing and method of post space preparation on sealing ability of remaining root filling material: in vitro microbiological study. *Journal of the Canadian Dental Association*, 75(8), pp. 583.

Hargreaves, K. & Cohen, S. (2011a). Caminhos da polpa. *In*: Johnson, W. & Kulild, J. (Ed.). *Obturação do sistema de canais radiculares limpos e modelados*. Décima edição. Rio de Janeiro, RJ, Elsevier Editora Lda., pp. 324-358.

Hargreaves, K. & Cohen, S. (2011b). Caminhos da Polpa. *In*: Metzger, Z. *et al.* (Ed.). *Instrumentos, Materiais e Aparelhos*. Décima Edição. Rio de Janeiro, RJ, Elsevier Editora Lda., pp. 212-265.

Heddix, J. *et al.* (1990). Post preparation techniques and their effects on apical seal. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 64(5), pp. 515-519.

Hilley, L. & McNally, C. (2013). Bioceramics in Endodontics. *Clinical Update*, 35(4), pp. 1-2.

Hiltner, R. *et al.* (1992). Effect of Mechanical Versus Thermal Removal of Gutta-Percha on the Apical Seal Following Post Space Preparation. *Journal of Endodontics*, 18(9), pp. 451-454.

Jalalzadeh, S. & Mashouf, R. (2010). Bacterial microleakage and post space timing for two endodontic sealers: an in vitro study. *Journal of the Massachusetts Dental Society*, 59(2), pp. 34-37.

Jeffrey, I. & Saunders, W. (1987). An investigation into the bond strength between a root canal sealer and root-filling points. *International Endodontic Journal*, 20(5), pp. 583-585.

Karapanou, V. *et al.* (1996). Effect of immediate and delayed post preparation on apical dye leakage using two different sealers. *Journal of Endodontics*, 22(11), pp. 583-585.

Kumar, N. *et al.* (2012). Sealing Ability of Lateral Condensation, Thermoplasticized Gutta-Percha and Flowable Gutta-Percha obturation Techniques: a Comparative *in vitro* study. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 4(suppl. 2), pp. 131-135.

Leonardo, M. (2008). Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares: Princípios Técnicos e Biológicos. In: Leonardo, M. (Ed.). *Técnica Biológica Controlada, Complementada com Condensação Lateral Ativa*. Primeira Edição. São Paulo, SP, Editora Artes Médicas, pp. 1129-1130.

Lopes, H. & Siqueira Jr., J. (2004). Endodontia: Biologia e Técnica. In: Lopes, H & Siqueira Jr., J. (Ed.). *Obturação do Sistema de Canais Radiculares*. Segunda Edição. Rio de Janeiro, RJ, MEDSI Editora Médica e Científica Ltda., pp. 645-684.

Marín-Bauza, G. *et al.* (2012). Physicochemical Properties of Endodontic Sealers of Different Bases. *Journal of Applied Oral Science*, 20(4), pp. 455-461.

Massi, S. *et al.* (2011). pH, Calcium Ion Release, and Setting Time of an Experimental Mineral Trioxide Aggregate-based Root Canal Sealer. *Journal of Endodontics*, 37(6), pp. 844-846.

Mohammadi, Z. & Dummer, P. (2011). Properties and Applications of Calcium Hydroxide in Endodontics and Dental Traumatology. *International Endodontic Journal*, 44(8), pp. 697-730.

Murray, P. & García-Godoy, F. (2006). The incidence of pulp healing defects with direct capping materials. *The Journal of the American Dental Association*, 19(3), pp. 171-177.

Neelakantan, P. *et al.* (2013). Retreatability of 2 Mineral Trioxide Aggregate-based Root Canal Sealers: A Cone-beam Computed Tomography Analysis. *Journal of Endodontics*, 39(7), pp. 893-896.

Orstavik, D. (2005a). Endodontic Topics, volume 12. In: Orstavik, D. (Ed.). *Materials used for root canal obturation: Technical, biological and clinical testing*. Copenhagen, Blackwell Munksgaard, pp. 28-29.

Orstavik, D. (2005b). Endodontic Topics, volume 12. In: Whitworth, J. (Ed.). *Materials of filling root Canals: principles and practices*. Copenhagen, Blackwell Munksgaard, pp. 12-18.

Paiva, J. *et al.* (2010). Comparação da Infiltração apical entre a desobturação imediata do canal radicular e a desobturação após 8 dias para a preparação para o espaço do espigão. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Máxilofacial*, 51(1), pp. 197-205.

Patel, R. & Cohenca, N. (2006). Maturogenesis of a cariously exposed immature permanent tooth using MTA for direct pulp capping: a case report. *Dental Traumatology*, 22(6), pp. 328-333.

Pesce, A. *et al.* (2007). Effect of post space preparation on apical seal: Influence of time interval and sealer. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 12(6), pp. 464-468.

Pinheiro, C. *et al.* (2009). Bacterial leakage evaluation of root canals filled with different endodontic sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 108(6), pp. 56-60.

Rahimi, S. (2008). *In Vitro* Comparison of Three Different lengths of Remaining Gutta-Percha for Establishment of Apical Seal After Post-Space Preparation. *Journal of Oral Science*, 50(4), pp. 435-439.

Rajput, J. *et al.* (2004). An Evaluation of Sealing Ability of Endodontic Materials as Root Canal Sealers. *Journal Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 22(1), pp. 1-7.

Ravanshad, S. & Khayat, A. (2004). An *In Vitro* Evaluation of Apical Seal Ability of Thermafil Obturation Versus Lateral Condensation. *Journal of Dentistry of Theran University of Medical Science*, 1(4), pp. 48-55.

Roberts, H. *et al.* (2008). Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dental Materials*, 24(2), pp. 149-164.

Salles, L. *et al.* (2009). Evaluation of Selected Properties of Mineral Trioxide Aggregate Sealer Cement. *Journal of Endodontics*, 35(10), pp. 1412-1417.

Sathorn, C. *et al.* (2007). Antibacterial Efficacy of Calcium Hydroxide Intracanal dressing: A Systematic Review and Meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 40(1), pp. 2-10.

Sawn, L. & Messer, H. (1995). Root Associated with Different Obturation Techniques. *Journal of Endodontists*, 21(6), pp. 314-320.

Scarparo, R. *et al.* (2010). Mineral Trioxide Aggregate-based Sealer: Analysis of Tissue Reactions to a New Endodontic Material. *Journal of Endodontics*, 36(7), pp. 1174-1178.

Schwartz, R. & Robbins, J. (2004). Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of Endodontists*, 30(5), pp. 289-301.

Silva, E. *et al.* (2013). Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties of Calcium Silicate-based Endodontic Sealer MTA Fillapex. *Journal of Endodontics*, 39(2), pp. 274-277.

Silva, G. *et al.* (2011). Sealing Ability Promoted by Three Different Endodontic Sealer. *Iranian Endodontic Journal*, 6(2), pp. 86-89.

Singh, T. *et al.* (2011). Glass Ionomer Cements (GIC) in Dentistry: A review. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 1(1), pp. 26-30.

Slutzky-Goldberg, I. *et al.* (2008). Antibacterial Properties of Four Endodontic Sealers. *Journal of Endodontics*, 34(6), pp. 735-738.

Soares, I. & Goldberg, F. (2003). Endodoncia: Técnica y Fundamentos. In: Soares, I. & Goldberg, F. (Ed.). *Obturação del conducto radicular*. Buenos Aires, Editora Médica Panamera S.A., p. 141.

Solano, D. *et al.* (2005). Comparasion of Apical Leakage Between Immediate Versus Delayed Post Space Preparation Using AH Plus Sealer. *Journal of Endodontics*, 31(10), pp. 752-754.

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>. [Consultado em 02/02/2014].

Tyagi, S. *et al.* (2013) Evolution of root canal sealers: An insight story. *European Journal of General Dentistry*, 2(3), pp. 199-218.

Vasconcelos, B. *et al.* (2010). Apical sealing of root canal filling performed with five different endodontic sealers: analysis by fluid filtration. *Journal of Applied Oral Science*, 19(4), pp. 324-328.

Vasudev, S. *et al.* (2003). Root end filling materials – a Review. *Endodontology*, 15, pp. 12-18.

Veríssimo, D. & Sampaio do 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.

Vitti, R. *et al.* (2013). Chemical–physical properties of experimental root canal sealers based on butyl ethylene glycoldisalicylate and MTA. *Dental Materials*, 29(12), pp. 1287-1294.

Witherspoon, D. *et al.* (2006). Mineral trioxide aggregate pulpotomies: A case series Outcomes Assessment. *The Journal of the American Dental Association*, 137(5), pp. 610-618.