



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ESTUDO IN VITRO DA CAPACIDADE DE SELAMENTO APICAL
DE CIMENTO ENDODÔNTICO MODIFICADO COM
CLORHEXIDINA**

Trabalho submetido por
Joaquim Maria de Lacerda Franco Morais
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2016



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ESTUDO IN VITRO DA CAPACIDADE DE SELAMENTO APICAL
DE CIMENTO ENDODÔNTICO MODIFICADO COM
CLORHEXIDINA**

Trabalho submetido por
Joaquim Maria de Lacerda Franco Morais
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Diego António Velázquez González

outubro de 2016



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ESTUDO IN VITRO DA CAPACIDADE DE SELAMENTO APICAL DE CIMENTO ENDODÔNTICO MODIFICADO COM CLORHEXIDINA

Trabalho submetido por
Joaquim Maria de Lacerda Franco Morais
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Diego António Velázquez González

e coorientado por
Mestre António Vilas

outubro de 2016

Dedicatória

A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer
o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento.

Platão

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Diego González, por toda a compreensão, incansáveis ajuda e apoio prestados durante a realização deste projeto.

Ao meu co-orientador, Professor António Vilas, pela motivação e ajuda que sempre me deu tendo sido essencial durante este período.

Ao Professor Mário Rito, por estar sempre disponível para ajudar em tudo o que fosse necessário. Foi uma ajuda preciosa.

Ao Professor Doutor José Martins dos Santos, pela ajuda com o material necessário que foi muito importante para a conclusão deste trabalho.

Ao Professor José Pereira, pelo auxílio na realização da análise estatística.

À Cooperativa de Ensino Superior Egas Moniz, por me ter proporcionado um ensino de excelência durante este curso e por ter proporcionado todas as condições necessárias à realização deste trabalho.

Aos meus pais, pela inspiração que são, por sempre me motivarem a seguir os meus sonhos e por me apoiarem independentemente das adversidades.

Aos meus irmãos e cunhadas, por terem sempre a palavra certa no momento certo, por estarem sempre presentes nos bons e maus momentos e pelo apoio incondicional que são.

À minha namorada Filipa, que esteve sempre presente, pronta para apoiar e ajudar em todas as circunstâncias. Sem ti tudo teria sido mais difícil.

Muito obrigado a todos.

Resumo

Objetivos: Análise *in vitro* da capacidade de selamento apical de um cimento endodôntico quando modificado ou não com solução de digluconato de clorhexidina a concentrações de 2% e 3%.

Materiais e métodos: Foram utilizados 40 incisivos inferiores de bovino, distribuídos aleatoriamente em três grupos de estudo (n=10) e dois grupos de controlo (n=5). Para standardizar a amostra, os dentes foram seccionados a 15 mm de comprimento, a partir do ápex radicular. De seguida, foram preparados biomecanicamente e posteriormente obturados, segundo a técnica de condensação lateral a frio. O cimento foi preparado de acordo com o grupo de teste: Grupo 1- AH Plus®; Grupo 2- AH Plus® + CHX 2%; Grupo 3- AH Plus® + CHX 3%. A capacidade de selamento apical dos diferentes cimentos endodônticos foi testada utilizando o teste de filtração passiva por tinta. De seguida, foi realizado o processo de diafanização. Posteriormente, as amostras foram observadas na lupa estereoscópica. Os resultados foram analisados estatisticamente no programa IBM SPSS Statistics (versão 22.0) com recurso ao teste Kruskal-Wallis. O nível de significância foi de $p \leq 0,05$.

Resultados: O grupo 2 foi o grupo que apresentou menor infiltração com um valor médio de 0,2mm, o grupo 3 apresentou valores médios de 0,55mm e o grupo 1, o que apresentou maior infiltração de tinta, obteve um valor médio de 0,85mm. Apesar das diferenças nos valores médios de cada grupo, estas não são estatisticamente significativas.

Conclusões: Não existem diferenças na capacidade de selamento apical entre o cimento endodôntico AH Plus, AH Plus + CHX 2% e AH Plus + CHX 3%.

Palavras-chave: AH Plus, clorhexidina, diafanização, teste de filtração por tinta, capacidade de selamento apical

Abstract

Aim: *In vitro* analysis of the apical sealing ability of an endodontic cement when combined with a solution of chlorhexidine digluconate at 2% and 3% concentration.

Materials and methods: There were used 40 bovine inferior incisors, randomly distributed into three study groups (n=10) and two control groups (n=5). In ways to standardize the sample, the teeth were cut at 15 mm of length, from the apex. Then, they were biomechanically prepared followed by the obturation using the cold lateral condensation technique with endodontic cement. The cement was prepared according with the test group: Group 1 - AH Plus®; Group 2- AH Plus® + CHX 2%; Group 3- AH Plus® + CHX 3%. The apical sealing ability of the different cements was tested using a dye penetration test. Then, the samples were submitted to a clearing procedure. After all, they were observed under magnification. The results were statistically analyzed using the IBM SPSS Statistics (version 22.0) program by means of Kruskal-Wallis test. The significance level was at $p \leq 0,05$.

Results: Group 2 presented the least infiltration with a mean value of 0,2mm, group 3 presented mean values of 0,55mm and group 1, the one with the greater dye infiltration, presented mean values of 0,85mm. Despite of the differences between mean values, these did not have statistically significance.

Conclusion: There is no difference in the apical sealing ability between the endodontic cement AH Plus, AH Plus + CHX 2% and AH Plus + CHX 3%.

Keywords: AH Plus, chlorhexidine, clearing technique, dye penetration test, apical sealing ability

Índice

I- Introdução	13
1- Endodontia – Considerações gerais	13
2- Tratamento endodôntico	14
2.1- Diagnóstico	14
2.2- Abertura coronária	15
2.3- Instrumentação	15
2.3.1- Formação de <i>Smear layer</i>	17
2.4- Irrigação em endodontia	18
2.4.1- Hipoclorito de Sódio (NaOCl)	19
2.4.2- Ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e Ácido cítrico	20
2.4.3- Clorhexidina (CHX)	21
2.5- Medicação intracanal	24
2.6- Obturação	25
2.6.1- Materiais de obturação	26
2.6.1.1- Cones de prata	26
2.6.1.2- Gutta-percha	27
2.6.1.3- Cones revestidos	27
2.6.1.4- Materiais à base de resina	28
2.6.2- Cimentos endodônticos	28
2.6.2.1 - Cimento endodôntico AH Plus®	30
2.7- Restauração definitiva	31
3- Importância do estudo	31
4- Objectivos do trabalho	32

4.1- Objectivos gerais.....	32
4.2- Objectivos específicos	32
5- Hipóteses do trabalho.....	33
5.1- Hipótese Nula (H_0).....	33
5.2- Hipótese Alternativa (H_1)	33
II- Materiais e Métodos	35
1- Pesquisa bibliográfica	35
2- Considerações éticas	35
3- Local do estudo	35
4- Amostra.....	35
4.1- Tamanho	35
4.2- Critérios de inclusão	35
4.3- Critérios de exclusão.....	35
4.4- Formação de grupos.....	36
5- Lista de material.....	36
6- Procedimento	37
6.1- Seleção e preparação das amostras	37
6.2- Instrumentação.....	39
6.3- Obturação.....	39
6.3.1- Preparação do cimento endodôntico	39
6.3.2- Obturação dos canais	42
6.4- Teste de filtração por tinta	44
6.5- Diafanização	45
6.6- Observação das amostras	46

7- Critérios de avaliação.....	50
8- Análise estatística	51
III- Resultados.....	53
IV- Discussão.....	55
V- Conclusão.....	63
VI- Bibliografia.....	65

ANEXOS

Índice de Figuras

Figura 1- Dente de bovino após limpeza e desinfecção.....	38
Figura 2- Radiografia inicial (vestibular).....	38
Figura 3- Radiografia inicial (mesial).....	38
Figura 4- Corte da amostra com disco diamantado.....	39
Figura 5- Vista coronal e forma do canal radicular.....	39
Figura 6- Amostra cortada com 15mm.....	39
Figura 7- AH Plus® (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha).....	40
Figura 8- Pesagem para grupo com concentração de CHX 3%.....	42
Figura 9- Pesagem para grupo com concentração de CHX 2%.....	42
Figura 10- Radiografia com cone de gutta-percha (vestibular).....	42
Figura 11- Confirmação do cone de gutta-percha principal.....	42
Figura 12- Radiografia com cone de gutta-percha (mesial).....	42
Figura 13- Cimento endodôntico AH Plus® com CHX.....	43
Figura 14- Radiografia final (vestibular).....	46
Figura 15- Aspeto final da obturação.....	46
Figura 16- Radiografia final (mesial).....	46
Figura 17- Estufa Memmert INE 400.....	44
Figura 18- Superfície radicular coberta por duas camadas de verniz.....	45
Figura 19- Controlo negativo coberto com verniz.....	45
Figura 20- Amostra submersa em tinta-da-china.....	45
Figura 21- Controlo da diafanização 24h.....	46
Figura 22- Controlo da diafanização 48h.....	46
Figura 23- Controlo da diafanização 84h.....	46

Figura 24- Controlo da diafanização 120h.....	46
Figura 25- Lupa estereoscópica Leica ATC 2000.....	47
Figura 26- Exemplo de amostra do grupo 1 após diafanização.....	47
Figura 27- Exemplo de amostra do grupo 2 após diafanização.....	47
Figura 28- Exemplo de amostra do grupo 3 após diafanização.....	48
Figura 29- Controlo positivo.....	48
Figura 30- Controlo positivo (terço apical).....	48
Figura 31- Controlo negativo.....	49
Figura 32- Controlo negativo (Terço apical).....	49
Figura 33- Distribuição dos valores médios de infiltração apical (mm) por grupo.....	53

Índice de Tabelas

Tabela 1- Resumo das características dos irrigantes abordados. Adaptado de (Zehnder, 2006).....	24
Tabela 2- Classificação com base na composição de cimentos endodônticos. Adaptado de (Tomson et al., 2014).....	30
Tabela 3- Grupos de estudo atendendo às concentrações de clorhexidina.....	36
Tabela 4- Informação sobre composição, lote, validade, tempo de presa e trabalho do cimento endodôntico utilizado.....	41
Tabela 5- Medição da infiltração em milímetros das amostras do grupo 1	50
Tabela 6- Medição da infiltração em milímetros das amostras do grupo 2	50
Tabela 7- Medição da infiltração em milímetros das amostras do grupo 3	50
Tabela 8 – Valores de média, desvio-padrão e Intervalo de confiança correspondentes à infiltração de tinta.....	53

Lista de abreviaturas

°C – Grau Celsius

ANSI/ADA - Instituto Americano Nacional de Padronização/Associação Americana
Dentária

CBCT – Tomografia computadorizada de feixe cônico

CHX – Digluconato de Clorhexidina

CT – Comprimento de trabalho

EDTA - Ácido etilenodiaminotetracético

GP – Gutta-Percha

JCE – Junção cimento-esmalte

LAP – Lima apical principal

LEA – Localizador eletrônico apical

μL – Microlitro

μm – Micrómetro

mL – Mililitro

mm – Milímetro

NaOCl – Hipoclorito de sódio

Ni-Ti – Níquel-titânio

I- Introdução

1- Endodontia – Considerações gerais

Segundo a *European Society of Endodontology* (2006), a “Endodontia está encarregue do estudo da forma, função e saúde e ainda da prevenção e tratamento de lesões e doenças da polpa dentária e região periradicular”.

Em 1890, Miller observou que microrganismos podiam ser encontrados no tecido pulpar e descreveu a polpa como um centro de infeções que pode dar origem a abscessos dentoalveolares. Estudos indicam que um limitado número de espécies de microrganismos são capazes de se estabelecer nos canais radiculares, apesar de na cavidade oral ser grande a variedade de flora microbiana. Nesta última, mais de 700 espécies de bactérias foram detetadas até a data, comprovando a drástica diferença das condições presentes nos canais radiculares comparativamente com outras partes da cavidade oral (Malmberg, Björkner, & Bergenholtz, 2016).

A periodontite apical é essencialmente uma doença inflamatória de etiologia microbiana causada primariamente pela infeção do sistema de canais radiculares. Na presença de necrose pulpar, sequela de cárie, trauma, doença periodontal ou procedimentos cirúrgicos invasivos, o sistema de canais radiculares encontra-se desprovido de defesas do hospedeiro, o que facilita o desenvolvimento de infeções endodônticas (Siqueira Jr & Rôças, 2016).

O principal microrganismo associado à patogénese da periodontite apical é a bactéria, no entanto, foi observada a associação de vírus, fungos e arqueas a infeções endodônticas. Em estados avançados de infeção endodôntica pode ser observada a organização bacteriana em biofilme aderido às paredes do canal radicular (Siqueira Jr & Rôças, 2016).

Quando ocorre o contacto das bactérias com as defesas do hospedeiro dá-se uma resposta inflamatória levando ao aparecimento de periodontite apical. O contacto bacteriano com os tecidos perirradiculares ocorre através da *foramina* apical e lateral, bem como na presença de perfurações radiculares (Siqueira Jr & Rôças, 2016).

A periodontite apical pode ser caracterizada como aguda (sintomática) ou crónica (assintomática) dependendo dos fatores bacterianos assim como do hospedeiro (Siqueira Jr & Rôças, 2016).

Infeções primárias dos canais radiculares são tipicamente polimicrobianas dominadas por bactérias anaeróbias estritas. Os microrganismos encontrados mais frequentemente antes do tratamento são bacilos anaeróbios Gram-negativos, cocos anaeróbios Gram-positivo, bacilos anaeróbios e facultativos Gram-positivo, *Lactobacillus* e *Streptococcus* facultativos Gram-positivo. Durante o tratamento, as bactéria anaeróbias estritas são relativamente fáceis de remover, enquanto por outro lado, bactérias anaeróbias facultativas como *Streptococci*, *Enterococci* e *Lactobacilli* têm maior capacidade de sobreviver à preparação químico-mecânica e à medicação intracanal (Zehnder, 2006). A espécie *Enterococcus faecalis* pode ser encontrada em canais tratados e por tratar, sendo altamente associada ao insucesso endodôntico, tal como outros aeróbios e anaeróbios facultativos (Tennert et al., 2014).

A presença de sintomas num dente com tratamento endodôntico está associada a periodontite apical, podendo ser classificada em emergente (surge após o tratamento), persistente (aquela que persiste mesmo após tratamento) ou recorrente (com aparecimento após cura). As infeções radiculares persistentes ou secundárias são, maioritariamente, as causas da presença de periodontite apical após o tratamento endodôntico. No entanto, infeções extraradiculares podem também estar associadas (Siqueira Jr, Rôças, Ricucci, & Hülsmann, 2014).

Em alguns casos, o aparecimento de periodontite apical pode estar associada a infeções localizadas além do sistema de canais radiculares, podendo ser estas sobre a forma de biofilme ligado à superfície radicular externa ou como colónias coesivas presentes no infiltrado inflamatório. Apesar de ser difícil a saída das bactérias do canal e de ser estabelecida uma infeção para além do canal radicular em contacto com as defesas do hospedeiro, existem certas circunstâncias em que esta situação pode ocorrer e resultar em doença persistente. Assim, uma das possíveis causas de periodontite apical pós-tratamento pode dever-se a infeções extraradicular (Ricucci, Siqueira Jr, Lopes, Vieira, & Rôças, 2015).

2- Tratamento endodôntico

2.1- Diagnóstico

No início da execução de um diagnóstico, o Médico Dentista deve realizar uma boa história clínica, médica e dentária, onde deve estar incluído um cuidadoso exame intra e

extraoral. Durante o exame intraoral pode ser necessário recorrer a diversos testes, como, palpação, teste de mobilidade, análise oclusal, percussão, transiluminação, avaliação periodontal, despiste de fratura dentária, anestesia local seletiva, testes de vitalidade pulpar e radiografia (European Society of Endodontology, 2006). A radiografia deve ser realizada com recurso a paralelizador, devendo conter nos seus limites toda a raiz dentária e zona periapical. Recentemente tem sido demonstrado que a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) tem maior capacidade de deteção de patologias periapicais comparativamente com a radiografia convencional. Em adição, a CBCT ajuda na identificação de variações anatómicas, obstruções, instrumentos fraturados, fraturas radiculares, reabsorções radiculares e a qualidade e extensão de obturações pré-existentes. Por outro lado, a radiação emitida pela CBCT é significativamente maior que a da radiografia convencional, devendo a sua utilização ser restrita a situações onde há um claro benefício em termos de plano de tratamento (Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., Darcey, J., & Qualtrough, 2015).

2.2- Abertura coronária

O objetivo da abertura coronária passa pela remoção do teto da câmara pulpar de modo a que a câmara possa ser convenientemente limpa e, assim, se consiga uma boa visualização dos orifícios dos canais radiculares, permitir uma via de inserção sem interferências e retilínea dos instrumentos, oferecer retenção suficiente para a restauração temporária conservando o mais possível estrutura dentária saudável (European Society of Endodontology, 2006).

O soalho da câmara pulpar é mais escuro que o teto e que as paredes da câmara e, por definição, está localizado ao nível ou abaixo da JCD. Para a remoção do remanescente de teto da câmara pode ser usada uma broca de extremidade não cortante podendo assim alargar o acesso sem interferir com o soalho da câmara pulpar (Darcey, Taylor, Roudsari, Jawad, & Hunter, 2015a).

2.3- Instrumentação

A instrumentação dos canais tem como objetivos a remoção de detritos infetados e tecido pulpar, criação de espaço suficiente para o irrigante penetrar em toda a extensão do canal

e permitir uma configuração do canal para uma adequada obturação (Patel & Barnes, 2011). Segundo Schilder citado por Darcey et al. (2015), os objetivos mecânicos da preparação do canal são:

- Forma cônica contínua do ápex até à coroa
- Estreitamento do canal ao nível apical
- A preparação deve seguir o canal radicular
- A posição do forâmen apical deve ser mantida
- O diâmetro do forâmen apical deve ser mantido o mais pequeno possível

Para que a instrumentação seja o mais próxima possível da constrição apical é necessário estabelecer um comprimento de trabalho (CT). Os métodos para esta determinação podem ser através de sensação tátil, utilização de cones de papel ou referência do doente (Patel & Barnes, 2011; Darcey, Taylor, Roudsari, Jawad, & Hunter, 2015b). Hoje em dia, o método mais eficaz e com maior precisão passa pela utilização de medidores eletrónicos como localizador eletrónico apical (LEA) e posterior confirmação com recurso a radiografia. Apesar do LEA, na grande maioria das vezes, ser preciso, é aconselhada a realização de uma radiografia com uma lima no interior do canal para confirmação do CT. A determinação do CT baseia-se em vários procedimentos, e não só a sua determinação como também a sua manutenção no decorrer do tratamento endodôntico, é fundamental para o êxito (European Society of Endodontology, 2006). A determinação do CT deve ser o mais exata possível uma vez que um canal sobreobturado pode reduzir o sucesso do tratamento até 62% e por cada milímetro não instrumentado o sucesso diminui em 12% (Ng, Mann, & Gulabivala, 2011).

As limas utilizadas para a preparação biomecânica dos canais radiculares podem ser encontradas em diferentes materiais, sendo fabricadas em aço inoxidável ou em níquel-titânio (Ni-Ti) (Patel & Barnes, 2011). A introdução das limas Ni-Ti, há aproximadamente três décadas, veio permitir a execução de instrumentações em sistemas canulares mais complexos e com menos erros de procedimento (Peters, 2008). Apesar deste tipo de limas ser frequentemente associado a sistemas mecânicos, movimentos rotatórios ou reciprocantes, muitos fabricantes produzem limas manuais dos seus sistemas mecânicos que podem ser usadas na mesma sequência. A principal vantagem das limas de Ni-Ti é a sua excelente flexibilidade quando comparada com limas de aço inoxidável do mesmo diâmetro (Patel & Barnes, 2011). De acordo com Peters (2008), as alterações

no trajeto do canal são mínimas, o que indica que as paredes deste não são excessivamente instrumentadas, havendo um transporte mínimo do canal mesmo em canais curvos. Apesar das vantagens apresentadas pelas limas rotatórias Ni-Ti, as limas manuais permitem uma melhor sensibilidade, averiguar a direção e magnitude da curvatura do canal (Darcey et al., 2015b).

Uma das limitações dos sistemas anteriormente descritos é o formato redondo da preparação dos canais, o que em canais ovais representa uma grande quantidade de superfície por instrumentar ou um alargamento excessivo. Para contornar este problema, foi desenvolvido um novo sistema, o *Self Adjusting File* (SAF). Este sistema é capaz de se adaptar a qualquer canal, recorre a movimento vertical em vez de rotatório e incorpora um sistema de irrigação através do interior da lima, permitindo a ativação e transporte de irrigante pelo sistema de canais radiculares (Metzger, 2014).

Independentemente do sistema de limas ou material destas é aconselhada uma preparação dos canais segundo a técnica *crown-down*, uma vez que esta apresenta diversas vantagens, como:

- Previne a extrusão apical de tecido pulpar necrótico ou dentina infetada
- Elimina interferências coronais, diminuindo o risco de erros iatrogénicos
- Permite a introdução de irrigantes na porção apical numa fase mais precoce
- Melhora a exatidão da determinação do comprimento de trabalho
- Melhoria do *feedback* táctil durante a instrumentação manual da porção apical (Patel & Barnes, 2011)

A complexidade anatómica do sistema de canais radiculares e a configuração das limas endodônticas levam a que uma elevada percentagem de superfície canalar não seja instrumentada. Deste modo, a desinfeção apenas com recurso a preparação mecânica não é suficiente, devendo ser complementada com irrigação (Patel & Barnes, 2011).

2.3.1- Formação de *Smear layer*

Durante a instrumentação do canal radicular há a formação de uma camada de detritos, orgânicos e inorgânicos, à qual se dá o nome de *smear layer*. É estimado que a espessura desta camada seja de 2-5 μm , podendo a sua espessura variar conforme o tipo e poder de corte dos instrumentos utilizados, bem como, se a dentina se encontra humedecida ou não

no momento da instrumentação. Na sua constituição podemos encontrar detritos de dentina, remanescente dos processos odontoblásticos, polpa e bactérias (Violich & Chandler, 2010).

A questão sobre a remoção ou não do *smear layer* tem sido controversa, no entanto, os estudos indicam que a permanência desta camada nas paredes do canal pode dificultar a penetração da medicação nos túbulos dentinários, bem como interferir na adaptação dos materiais de obturação. A remoção da camada de *smear layer* parece favorecer a hermeticidade da obturação, tal como, melhorar a desinfecção. Os métodos utilizados para a remoção do *smear layer* passam pela irrigação tradicional, com activação sónica, ultrassónica ou com recurso a laser (Violich & Chandler, 2010).

2.4- Irrigação em endodontia

A irrigação é fundamental durante todo o procedimento endodôntico. Esta tem funções mecânicas, tendo a capacidade de reduzir a fricção dos instrumentos rotatórios assim como prevenir o extravasamento e impactação de detritos ao nível do foramen apical. Apresenta também funções microbiológicas e químicas, sendo esta fundamental na ação antimicrobiana tendo ação ativa contra bactérias, devendo ainda ter capacidade de dissolução da matéria orgânica e inorgânica (Haapasalo, Shen, Qian, & Gao, 2010; Haapasalo, Shen, Wang, & Gao, 2014).

Segundo Wu et al. citado por Gregorio et al. (2012), uma grande porção do canal radicular fica por instrumentar. A variabilidade morfológica e anatómica como, comunicações intracanalares, intercanalares, istmos ou canais ovais podem ser considerados alguns acidentes anatómicos responsáveis por diminuir a percentagem de canal radicular instrumentado e, assim, aumentar o desafio na desinfecção deste. Assim, é de extrema importância que exista uma irrigação exímia para que esta atue nas zonas onde não existiu instrumentação e permita a eliminação dos microrganismos presentes nessas zonas (de Gregorio et al., 2012).

Assim, o irrigante ideal deve ter as seguintes características:

- Ação de lavagem (remoção de detritos)
- Redução da fricção durante a preparação canalar
- Controlo da temperatura

- Facilitar a remoção de dentina (lubrificante)
- Dissolver matéria inorgânica (dentina)
- Penetrar na periferia do canal
- Dissolver matéria orgânica (colagénio, polpa e biofilme)
- Ação contra bactérias e leveduras
- Ser biocompatível e não apresentar efeito cáustico ou citotóxico
- Não ser alérgico
- Não reagir negativamente com outros materiais dentários
- Não enfraquecer a estrutura dentária
- Baixo custo (Haapasalo et al., 2014)

Sendo que não existe um irrigante que combine todas estas propriedades é utilizada uma sequência de irrigantes (Haapasalo et al., 2014). Os irrigantes mais frequentemente utilizados e as suas características estão resumidamente descritos na tabela 1.

Para a aplicação dos irrigantes utiliza-se seringa e agulha. Pode-se utilizar uma agulha de calibre 27 ou 30, tendo semelhante efetividade. Existem agulhas de abertura lateral ou de abertura na porção final, sendo preferível a utilização de agulhas com abertura lateral uma vez que há maior segurança na prevenção de extravasamento. O irrigante atinge 1 a 3 mm além da ponta da agulha dependendo do tipo de agulha e do fluxo deste. Existem ainda outros sistemas de irrigação como a ativação sónica ou ultrassónica (Haapasalo et al., 2014).

2.4.1- Hipoclorito de Sódio (NaOCl)

O hipoclorito de sódio foi produzido pela primeira vez em França, por Javelle, no ano de 1789 tendo a solução ficado conhecida como “*Eau de Javelle*”. Mais tarde a solução de NaOCl com concentração de 0,5% começou a ser utilizada como antisséptico hospitalar, sendo usado como irrigante para feridas (Basrani & Haapasalo, 2012).

O composto químico NaOCl é conhecido pelas suas propriedades desinfetantes, assim como, pelo seu efeito branqueador. O NaOCl é esporicida, viricida e apresenta um largo espectro, tendo efeito antibacteriano não específico contra todos os microrganismos, apresentando, ainda, capacidade de dissolução de tecido orgânico, tendo maior capacidade de dissolução de tecido necrótico do que tecido vital. A aliar a estas

características, o NaOCl é acessível, de fácil aquisição e tem um largo período de validade o que o torna, em Endodontia, o irrigante de eleição (Mohammadi & Yazd, 2008; Basrani & Haapasalo, 2012).

A solução de NaOCl atua como um solvente orgânico e degrada ácidos gordos, transformando-os em sais de ácidos gordos (sabão) e glicerol (álcool) que reduz a tensão superficial da restante solução. O cloro, um forte oxidante, leva à oxidação irreversível do grupo sulfidrilo de enzimas essenciais bacterianas. O elevado pH do NaOCl interfere na integridade da membrana citoplasmática com inibição enzimática irreversível, alterações biosintéticas no metabolismo celular e degradação fosfolipídica observada na peroxidação lipídica (Mohammadi & Yazd, 2008; Basrani & Haapasalo, 2012). Ainda relativamente às propriedades do NaOCl, estudos demonstram que apresenta alguma capacidade de inativação das endotoxinas bacterianas (Siqueira Jr & Rôças, 2016).

Como irrigante endodôntico tem existido alguma controvérsia na concentração a utilizar de NaOCl tendo sido utilizado um intervalo de concentrações de 0,5% a 6%. De acordo com estudos clínicos, a efetividade contra *E. faecalis* e *C. albicans*, tanto em concentrações mais elevadas, como em concentrações menores, é semelhante. Por outro lado, está provado que maiores concentrações (NaOCl a 5%) têm melhores resultados na dissolução de tecido orgânico, no entanto, a toxicidade em caso de extravasamento para os tecidos periapicais, aumenta com a concentração. No caso do NaOCl ser utilizado com menores concentrações, visto que o poder de dissolução de tecido orgânico está ligado à concentração deste, é recomendado que se recorra a uma maior quantidade e tempo utilizado, maior temperatura da solução ou ativação ultrassônica, de forma a melhorar a sua eficácia (Basrani & Haapasalo, 2012).

2.4.2- Ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e Ácido cítrico

Deve ser utilizado como irrigante final, sendo um agente quelante de iões cálcio e ferro, é utilizado para a remoção da porção inorgânica do *smear layer*. A solução de EDTA é neutra ou ligeiramente alcalina uma vez que precipita em pH ácido. As concentrações utilizadas são normalmente de 15% ou 17%, no entanto, os estudos indicam que concentrações de 5% ou até 1% são eficazes na remoção do *smear layer*. Segundo Basrani & Haapasalo (2012), o EDTA tem capacidade de desmineralização de até 50 µm de

dentina. Apesar do EDTA ter capacidade antimicrobiana nula ou quase nula, pode agir de forma sinérgica com outros irrigantes e atacar de forma mais eficaz a parede celular (Haapasalo et al., 2014).

O ácido cítrico pode ser utilizado como irrigante final em substituição do EDTA, após irrigação com NaOCl para remoção do *smear layer*. Quando comparado com o EDTA, o ácido cítrico apresenta maior poder de desmineralização. As concentrações variam entre 1% e 50%, sendo a concentração de 10% a mais comum. Ambos os irrigantes podem ser encontrados na forma de líquido ou gel (Zehnder, 2006; Haapasalo et al., 2014).

A utilização intercalada de agentes quelantes e NaOCl está contraindicada, uma vez que a junção destes irrigantes leva à indisponibilidade dos íons cloro do NaOCl traduzindo-se numa menor capacidade de dissolução de tecido orgânico e diminuição da sua capacidade antimicrobiana (Rossi-Fedele, Doramac, Guastalli, Steier, & Poli De Figueiredo, 2012).

Estudos demonstram que a utilização de NaOCl depois da aplicação de agentes de desmineralização como o EDTA ou ácido cítrico levam a uma marcada erosão da dentina (Qian, Shen, & Haapasalo, 2011).

2.4.3- Clorhexidina (CHX)

A clorhexidina foi inicialmente apresentada nos anos 40, em Inglaterra, e foi considerada o primeiro antisséptico para a pele, feridas e mucosas, tendo sido provada a sua eficácia antibacteriana e segurança na área da medicina dentária em 1959, estando disponível na forma de solução ou gel (Marion, Pavan, Arruda, Nakashima, & de Moraes, 2013).

Esta apresenta capacidade antibacteriana contra organismos aeróbios e anaeróbios, assim como fungos, principalmente *Candida Albicans*. Apresenta um largo espectro de ação contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas sendo a ação contra as bactérias Gram-negativas mais limitada (Athanasiadis, Abbott, & Walsh, 2007; Gomes et al., 2013).

Esta substância química tem a capacidade de se ligar a superfícies carregadas negativamente permitindo assim a libertação lenta da molécula, mantendo o seu efeito antibacteriano por várias horas. A esta capacidade dá-se o nome de substantividade. Quando utilizada como irrigante endodôntico, esta tem a capacidade de se ligar à

hidroxiapatite, podendo o efeito perdurar até 12 semanas (Gomes et al., 2013; Marion et al., 2013).

A CHX pode ser encontrada como gluconato, acetato ou hidrocloreto sendo o mais comum o gluconato. É uma molécula catiónica sintética da classe das poliguanidas constituída por dois anéis simétricos 4-clorofenil e dois grupos biguanida ligados por uma cadeia hexametileno (Kanisavaran & Yazd, 2008).

A capacidade antibacteriana da CHX é explicada pela rápida adsorção da molécula catiónica à superfície aniónica da bactéria e por interações electroestáticas, possivelmente pontes de hidrogénio ou ligações hidrofóbicas (Marion et al., 2013).

Sendo uma molécula hidrofóbica e lipofílica, ocorre uma interação com fosfolípidos e lipopolissacarídeos presentes na membrana celular da bactéria levando à entrada na célula através de mecanismos de transporte passivos ou ativos. Existe uma interação entre os grupos fosfatos presentes na membrana celular e a carga positiva da molécula, que leva a um desequilíbrio osmótico aumentando a permeabilidade celular e permitindo que a molécula de CHX entre na bactéria (Athanassiadis et al., 2007; Kanisavaran & Yazd, 2008).

A baixa concentração (0,2%), a CHX atua como bacteriostático levando à saída de potássio e fosforo do interior da célula sem a danificar irreversivelmente. A alta concentração (2%), atua como bactericida provocando a precipitação do citoplasma bacteriano levando, assim, à morte celular (Kanisavaran & Yazd, 2008; Mohammadi & Abbott, 2009).

A solução de clorhexidina tem a sua utilização generalizada por várias áreas de medicina dentária, podendo ser aplicada no tratamento da gengivite, prevenção de cáries, após cirurgia oral ou extrações dentárias, em pacientes com dificuldades motoras ou em tratamento ortodôntico (Gomes et al., 2013).

Na endodontia esta é utilizada principalmente como irrigante ou como medicamento intracanal. Quando usado como irrigante intracanal, mostra semelhante efetividade contra *Enterococcus faecalis* a uma concentração de 2% quando comparado com o NaOCl a 5,25%. Apresenta como principal desvantagem, em comparação com o NaOCl, a incapacidade de dissolver matéria orgânica ou inorgânica. No entanto, quando utilizado na fórmula de gel tem ação reológica permitindo que os detritos permaneçam em

suspensão e, assim, após irrigação com solução salina ou água destilada, ocorra a exposição da entrada dos túbulos dentinários das paredes do canal. Tanto como irrigante como medicamento intracanal, a CHX apresenta a vantagem de ter elevada substantividade, prolongando o seu efeito (Gomes et al., 2013; Marion et al., 2013).

No tratamento endodôntico, tanto como irrigante bem como medicamento intracanal, não foram descritas reações adversas, sendo estas maioritariamente associadas à utilização tópica ou de aplicação oral. No entanto, alguns estudos demonstram uma prevalência de dermatite de contato na ordem dos 2%, tendo ainda sido descritas por Ohtoshi, Yamauchi e Tadokoro citados por Marion et al. (2013) reações anafiláticas imediatas, ainda que raras, onde foi observada a presença de anticorpos IgE no soro sanguíneo (Marion et al., 2013; Mohammadi & Abbott, 2009).

No protocolo de irrigação é importante ter em consideração as interações dos irrigantes, uma vez que podem haver interações químicas como precipitação ou alterações de cor. Está descrita a interação do NaOCl com a CHX em que ocorre a formação de um precipitado de cor alaranjada, constituído principalmente por para-cloroanilina, através de uma reação ácido-base. Esta reação é dependente da concentração do NaOCl, onde quando esta aumenta, maior é a pigmentação e maior é a formação de precipitado. Mesmo a concentrações muito baixas (0,023%) de NaOCl foi observada esta reação (Gomes et al., 2013; Marion et al., 2013).

O precipitado composto por para-cloroanilina, para além da pigmentação e da interação com a capacidade de selamento apresenta capacidades mutagénicas, citotóxicas e ainda carcinogénicas. Assim, entre estes dois irrigantes é aconselhado a total remoção do irrigante anterior, através da irrigação com água destilada ou solução salina, antes de ser colocado o segundo irrigante (Gomes et al., 2013; Marion et al., 2013).

Por outro lado, a CHX parece não ter qualquer interação negativa com ácido cítrico. Já quando misturada com EDTA, parece haver a formação de um precipitado, não havendo vestígios da presença de para-cloroanilina, sendo sugerido que este precipitado seja um sal formado pela neutralização da CHX catiónica pelo EDTA aniónico (Rossi-Fedele et al., 2012).

Tabela 1- Resumo das características dos irrigantes abordados. Adaptado de (Zehnder, 2006)

Irrigante	Tipo	Ação na flora	Capacidade de dissolução de tecidos	Inativação de endotoxinas	Ação no smear layer	Substatividade	Potencial alérgico
Hipoclorito de sódio	Halogéneo	++	+++	+	++(tecido orgânico)	-	+
EDTA	Ácido poliprótico	+	-	-	++ (tecido inorgânico)	-	-
Ácido cítrico	Ácido orgânico	-	-	-	+++ (tecido inorgânico)	-	-
Clorhexidina	Bisguanida	++	-	+	-	+	+

2.5- Medicação intracanal

Durante o tratamento endodôntico, quando há necessidade de serem realizadas múltiplas sessões de tratamento, são utilizados medicamentos intracanales de forma a melhorar a predictibilidade e o prognóstico (Athassiadis et al., 2007). A sua aplicação tem os seguintes objectivos:

- Eliminar e destruir quaisquer microrganismos remanescentes que não foram eliminados durante a preparação químico-mecânica
- Na presença de exsudado apical, ajudar à sua eliminação
- Diminuir a dor através da redução da inflamação periradicular
- Prevenir e, quando presente, impedir a reabsorção radicular
- Na eventual falha da restauração provisória, atua como barreira tanto química como física, prevenindo a reinfeção do sistema de canais radiculares (Athassiadis et al., 2007).

Na presença de exsudado inflamatório, dor ou resistência bacteriana ao tratamento a utilização de medicamentos intracanales parece ser benéfica (Athassiadis et al., 2007).

O hidróxido de cálcio é um medicamento intracanalhar amplamente utilizado em medicina dentária. A sua capacidade antibacteriana está ligada ao elevado pH (12,5 a 12,8). A existência de um meio alcalino ocorre pela libertação de iões hidroxilo (OH⁻), e esta alcalinidade torna o meio pouco suscetível ao desenvolvimento de microrganismos. Este deve ser utilizado, pelo menos, por um período de sete dias, atingindo os níveis de pH máximos ao fim de 3-4 semanas (Athanassiadis et al., 2007; Kawashima, Wadachi, & Suda, 2009; Lee et al., 2008). Vários estudos demonstraram que a combinação de hidróxido de cálcio com CHX apresenta vantagens, melhorando a capacidade antimicrobiana, quando comparada com a utilização do hidróxido de cálcio isoladamente (Athanassiadis et al., 2007).

De acordo com Barthel citado por Athanassiadis et al. (2007), a CHX quando utilizada como medicamento intracanalhar não interfere com a capacidade de selamento dos materiais de obturação. Os estudos indicam que a CHX em gel, quando utilizada como medicamento intracanalhar, apresenta maior capacidade contra *E. faecalis* do que o hidróxido de cálcio devendo ser utilizada por um curto período de tempo (3-5 dias), tendo como desvantagem não ser radiopaca e não atuar como barreira física. Como referido anteriormente, a CHX tem a vantagem de apresentar substantividade, conseguindo manter ação antimicrobiana mesmo após o período da sua aplicação (Athanassiadis et al., 2007; Gomes et al., 2013; Marion et al., 2013).

Para além do hidróxido de cálcio e da CHX, existem outros medicamentos intracanalhares como, antibióticos, biocidas não fenólicos, biocidas fenólicos e compostos iodados (Athanassiadis et al., 2007).

2.6- Obturação

Os objetivos da obturação passam pelo selamento tridimensional de todo o sistema de canais radiculares, previamente instrumentado, limpo e desinfetado. Esta previne a reinfeção pelo impedimento da entrada de fluído do tecido periapical para o interior do canal, uma vez que este pode atuar como substrato para os microrganismos remanescentes. Para além disso, evita a entrada de microrganismos e o seu fluxo para os tecidos periapicais (Darcey & Darcey, 2016; Patel & Barnes, 2011).

De acordo com Hammad et al. (2009), devemos obter um aglomerado de gutta-percha (GP) homogénio e bem compactado em todo o comprimento do canal devendo preencher

todas as irregularidades deste. É necessária a utilização de um cimento, uma vez que a GP não apresenta capacidades adesivas, não conseguindo selar hermeticamente o canal. Quando não se encontra devidamente obturado, o sucesso do tratamento de um sistema de canais radiculares bem preparado e dissinfetado pode estar comprometido (Gatewood, 2007; Hammad, Qualtrough, & Silikas, 2009).

De acordo com Grossman citado pela *American Association of Endodontists*, em 2009, o material de obturação deve ter as seguintes características:

- Deve ser de fácil inserção no sistema canal
- Deve selar o canal tanto lateral como apicalmente
- Não deve encolher depois de ser inserido
- Não deve ser sensível à humidade
- Deve ser bacterioestático ou pelo menos não estimular o crescimento bacteriano
- Deve ser radiopaco
- Não deve pigmentar a estrutura dentária
- Não deve ser irritante para os tecidos periapicais
- Deve ser estéril ou rápida e facilmente esterilizável antes da sua utilização
- Em caso de necessidade, deve ser de fácil remoção do canal

2.6.1- Materiais de obturação

2.6.1.1- Cones de prata

Os cones de prata foram introduzidos há aproximadamente 50 anos. Têm estabilidade dimensional e uma vez que são semirrígidos permitem ser inseridos com maior pressão apical de forma a criar um selamento apical do canal radicular. Estes devem sempre ser utilizados em conjunto com um cimento endodôntico e são encontrados numa variedade de diâmetros e tamanho estandardizado (Schilder & Hargreaves, 2006). Uma vez que tem sido verificado corrosão espontânea dos cones de prata na presença de sangue ou soro, a *American Association of Endodontists*, reafirmou em 2013, que novas técnicas e melhores materiais estão disponíveis, desaconselhando a utilização de cones de prata. Embora não esteja aconselhada a sua remoção profilática, em situações de presença de patologia endodôntica e de não permitir ou dificultar a restauração do dente, estes devem ser retirados.

2.6.1.2- Gutta-percha

É um produto das árvores da família das *Sapodilla*, a gutta-percha e a borracha natural são polímeros do mesmo monómero. Apresenta duas fases, uma fase *alfa* e uma fase *beta*. A primeira é a fase que ocorre naturalmente, já a segunda fase ocorre quando a GP é aquecida a mais de 65°C, derretendo numa fase amorfa, sendo, posteriormente, arrefecida a uma velocidade superior a 0,5°C por hora, recristalizando em fase *beta*. A fase beta é a fase utilizada na endodontia. A sua constituição é maioritariamente de óxido de zinco (75%) e gutta-percha (20%), outros constituintes como sulfatos de metal, ceras e resinas são utilizados em concentrações mínimas (Gatewood, 2007).

Os cones de GP são produzidos com diâmetros e tamanhos standardizados e não standardizados (Darcey & Darcey, 2016). O fabricante esteriliza os cones com recurso a radiação, sendo, no entanto, possível utilizar NaOCl 5,25% durante um minuto para desinfeção antes da utilização. Está indicada a utilização de cimento endodôntico com cones de GP e diferentes técnicas de obturação podem ser utilizadas como, técnica de cone único, amolecimento com solventes, compactação lateral a quente e a frio, compactação vertical a quente, onda contínua de calor, técnica de injeção termoplástica, compactação termomecânica, núcleo transportador de calor e barreira apical. A GP, apesar de não cumprir todos os critérios para material obturador ideal, compre a grande maioria deles, sendo por isso o material mais amplamente usado (Gatewood, 2007; Li et al., 2014).

2.6.1.3- Cones revestidos

São cones de GP revestidos por resina, clorhexidina ou ionómero de vidro. Quando esta técnica é aplicada, é utilizado um único cone. Enquanto os cones de GP revestidos por resina devem ser utilizados com cimento resinoso, os cones revestidos por ionómero de vidro devem ser combinados com cimento de ionómero de vidro. Esta técnica tenta criar uma ligação entre as paredes do canal e o material central de obturação, diminuindo a microinfiltração (Darcey & Darcey, 2016).

2.6.1.4- Materiais à base de resina

Resilon™ é um novo material desenvolvido com o objectivo de substituir a GP, constituído por polímeros de policaprolactona à base de resina sintética. Tem também na sua constituição resina de metacrilato, vidro bioativo, sulfato de bário e o oxiclreto de bismuto. Este material deve ser utilizado com o cimento endodôntico Epiphany®, que segundo o fabricante, permite a adesão entre o Resilon™, cimento e paredes dentinárias do canal levando à criação de um “monobloco” (Shanahan & Duncan, 2011; Darcey & Darcey, 2016).

O Resilon™ pode ser encontrado em cones standardizados e não standardizados e uma vez que o comportamento é semelhante ao da GP, pode ser utilizado com a mesma variedade de técnicas de obturação já usadas com GP (Shanahan & Duncan, 2011). Sendo um sistema de adesão à dentina é necessário prepará-la com ácido e *primer*, quando utilizado este cimento é utilizado um *primer* ácido, e de seguida é aplicado o cimento Epiphany®. Visto ser um cimento de dupla polimerização é aconselhada a fotopolimerização da zona coronal, ocorrendo autopolimerização nas restantes porções do canal (Darcey & Darcey, 2016). Apesar de todas as vantagens referidas pelo fabricante, a evidência científica não consegue afirmar que seja um substituinte ou uma alternativa à GP, sendo por isso necessário continuar a realização de mais estudos (Shanahan & Duncan, 2011; Mohammadi, Jafarzadeh, Shalavi, Bhandi, & Kinoshita, 2015).

2.6.2- Cimentos endodônticos

Os cimentos endodônticos são necessariamente parte do processo de obturação, sendo a sua importância tanta ou maior que o material central de obturação para o sucesso do tratamento (Gatewood, 2007). Esta importância deve-se à sua capacidade de criar um selamento estanque do espaço canal, uma vez que preenche o espaço entre o material obturador e a parede do canal, bem como o espaço entre o cone principal e acessórios, no caso de condensação lateral a frio. Para além disso, tem capacidade de preencher as irregularidades da anatomia complexa do sistema de canais radiculares, como istmos e canais laterais, atuando também como lubrificante, facilitando o assentamento do cone principal e acessórios. Em adição, pode ser utilizado como um meio de administração de capacidade antimicrobiana à obturação (Tomson, Polycarpou, & Tomson, 2014).

Grossman citado por Darcey et al. (2016), descreveu as características ideais de um cimento endodôntico, que deve:

- Apresentar viscosidade quando misturado para promover uma boa adesão à parede do canal, após presa
- Ser radiopaco
- Não contrair após a reação de presa
- Ser bacteriostático ou pelo menos não promover o crescimento bacteriano
- Não ser solúvel nos fluidos tecidulares
- Ser solúvel em solventes comuns de forma a que a sua remoção seja facilitada, quando necessária
- Estabelecer um selamento hermético
- Ser constituído por partículas de pó finas para que seja facilmente misturado com a porção líquida
- Não pigmentar a estrutura dentária
- Ter tempo de presa lento
- Não ser irritante para os tecidos periapicais

Visto os cimentos endodônticos poderem contactar com os tecidos periapicais, atualmente, tem-se como objetivo não só não ser irritante para os tecidos periapicais mas ainda ter capacidade de promover a regeneração desses tecidos (Tomson et al., 2014).

Apesar de existir uma grande variedade de cimentos endodônticos nenhum cumpre todos os critérios de cimento ideal. Para uma melhor segmentação dos cimentos endodônticos estes podem ser divididos com base na sua composição (tabela 2).

Tabela 2- Classificação com base na composição de cimentos endodônticos. Adaptado de (Tomson et al., 2014)

Classificação de cimentos endodônticos
Cimento à base de óxido de zinco eugenol
Cimento à base de hidróxido de cálcio
Cimento à base de ionómero de vidro
Cimento à base de resina
Cimento à base de silicato de cálcio
Cimento à base de silicone
Cimento biocerâmico

2.6.2.1 - Cimento endodôntico AH Plus®

O cimento endodôntico AH Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) é classificado como um cimento à base de resina epóxi-amina. Segundo o fabricante, devido às suas excelentes propriedades este é considerado o “*Gold standard*”, sendo largamente utilizado como referência nos estudos dos cimentos endodônticos. Sendo o sucessor do cimento AH 26®, este apresenta semelhantes propriedades como, boa radiopacidade, baixa solubilidade, baixa contração, adesão à dentina e boa biocompatibilidade sem as desvantagens do antecessor como a liberação de formaldeído ou descoloração dentária. Quando extravasado para os tecidos periapicais, não ocorre reabsorção do mesmo e pode-se dar uma reação inflamatória que em poucas semanas se resolve (Tomson et al., 2014). Pode ser encontrado nas casas comerciais sob a forma de duas pastas, misturados pelo utilizador no momento da utilização, ou sob a forma de AH Plus Jet™, uma seringa auto-misturadora que faz de forma prática a mistura nas proporções corretas.

A boa capacidade de selamento apical do cimento endodôntico AH Plus® está comprovada por diversos estudos como os realizados por Miletić, Anić, Pezelj-Ribarić, & Jukić (1999); Ivana Miletić et al. (2002) e Santos et al. (2010).

2.7- Restauração definitiva

O sucesso do tratamento endodôntico a longo prazo está intimamente ligado com a qualidade da reabilitação que será realizada no dente em tratamento (Siqueira Jr et al., 2014; Martin et al., 2016). Após a conclusão do tratamento endodôntico, a colocação da restauração definitiva deve ser o mais breve possível (Siqueira Jr et al., 2014). Os estudos indicam que a entrada de microrganismos no canal radicular, quando a restauração provisória é perdida, ocorre em apenas dois dias, podendo comprometer o sucesso do tratamento endodôntico (Eliyas, Jalili, & Martin, 2015). Quando não é possível restaurar de imediato, é aconselhado o selamento dos orifícios caninares com resina composta ou cimento de ionômero de vidro de forma a prevenir a contaminação do sistema de canais radiculares com saliva (American Association of Endodontics, 2004). Com base na revisão bibliográfica realizada por Gillen et al. (2011), a probabilidade de cura da periodontite apical aumenta quando, tanto a obturação como a restauração definitiva foram bem executadas. Por outro lado, quando um dos procedimentos apresenta falhas, essa probabilidade diminui, não havendo diferenças significativas nas diferentes combinações (Gillen et al., 2011).

Para além do selamento coronal, a restauração definitiva vem restaurar a forma, estabilidade oclusal, proteger o remanesce dentário de possíveis fraturas, promover a manutenção dos tecidos periodontais e ainda reestabelecer a estética (Martin et al., 2016).

3- Importância do estudo

Na última década têm sido incorporados agentes antimicrobianos nos materiais dentários para lhes conferir capacidade antimicrobiana. Estudos indicam que a incorporação de clorhexidina e cetrimida no cimento ionômero de vidro confere melhores propriedades antibacterianas (Bailón-Sánchez, Baca, Ruiz-Linares, & Ferrer-Luque, 2014).

As propriedades antimicrobianas inerentes aos materiais são transitórias e raramente se estendem por mais de sete dias. Existe evidência clínica que as propriedades antimicrobianas associadas aos cimentos endodônticos são insuficientes para a proteção contra infecções bacterianas persistentes (Gjorgievska, Apostolska, Dimkov, Nicholson, & Kaftandzieva, 2013).

Assim, e visto que o sucesso endodôntico passa não só pela eliminação dos microrganismos presentes, mas também por evitar a reinfecção após uma boa obturação, é vantajosa a presença de capacidade antimicrobiana nos cimentos endodônticos, já que é provável que este contacte com microrganismos remanescentes (Gjorgievska et al., 2013).

Recentemente, foi demonstrado que a incorporação de cloreto de benzalcônio e cloreto de cetilpiridínio nos cimentos endodônticos melhora a capacidade antibacteriana contra *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus casei* e *Actinomyces viscosus* (Bailón-Sánchez et al., 2014).

De acordo com Bailón-Sánchez et al. (2014), a modificação do cimento endodôntico AH Plus® com clorhexidina e/ou cetrimida melhora a sua capacidade antibacteriana.

Os autores Ruiz-Linares et al. (2013), realizaram um estudo onde são avaliadas as propriedades físicas do cimento endodôntico AH Plus® modificado com clorhexidina e/ou cetrimida, no qual foi concluído que, dentro dos parâmetros da ANSI/ADA, esta modificação não altera as propriedades físicas deste cimento endodôntico.

Apesar de existir um estudo sobre as propriedades físicas do AH Plus® modificado com clorhexidina, não foi encontrado nenhum estudo sobre a influência desta modificação na capacidade de selamento apical.

Baseado no exposto anteriormente, estabelecemos os objetivos deste trabalho de investigação, que passamos a descrever de seguida.

4- Objectivos do trabalho

4.1- Objectivos gerais

Avaliar o selamento apical de cimento endodôntico com e sem incorporação de digluconato de clorhexidina.

4.2- Objectivos específicos

4.2.1- Medir a filtração apical em milímetros mediante o teste de filtração apical passiva da tinta e posterior diafanização, em canais radiculares obturados

com o cimento endodôntico AH Plus® modificado ou não com digluconato de CHX a 2 e 3%, organizada pelos seguintes grupos:

Grupo 1 – AH Plus®

Grupo 2 – AH Plus® + CHX 2%

Grupo 3 – AH Plus® + CHX 3%

4.2.2- Comparar os resultados obtidos

5- Hipóteses do trabalho

5.1- Hipótese Nula (H_0)

Não existem diferenças na capacidade de selamento apical nos materiais testados.

5.2- Hipótese Alternativa (H_1)

Existem diferenças na capacidade de selamento apical nos materiais testados.

II- Materiais e Métodos

1- Pesquisa bibliográfica

A revisão da literatura científica utilizada para a realização desta dissertação foi conseguida através da consulta de fontes primárias e secundárias, obtidas nas bases de dados PUBMED/MEDLINE e B-on. Durante a pesquisa, foram utilizadas diferentes combinações de palavras como: “*AH Plus*”, “*clorhexidine*”, “*Apical sealing ability*”. A pesquisa foi realizada segundo o limite temporal de 10 anos e com limite linguístico para a língua inglesa e portuguesa. Rejeitaram-se os artigos não relacionados com o tema e aqueles sem resumo em inglês. A partir do material encontrado foram também consultadas outras fontes.

2- Considerações éticas

O estudo realizado foi submetido à Comissão de Ética da Cooperativa de Ensino Superior Egas Moniz. O documento referente à sua aprovação encontra-se nos anexos.

3- Local do estudo

Este trabalho de investigação foi realizado no Departamento de Medicina Dentária Conservadora e com a colaboração do Laboratório de Biomateriais do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.

4- Amostra

4.1- Tamanho

Foram utilizados quarenta dentes incisivos inferiores de bovino para a realização deste estudo. Após a extração, os dentes foram conservados em água destilada a uma temperatura de 4°C.

4.2- Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão dos dentes na amostra do estudo foram a presença de um canal radicular, raiz totalmente formada, morfologia canalar do tipo I de acordo com a classificação de Vertucci e canal permeável.

4.3- Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão dos dentes na amostra do estudo foram raízes com cracks, defeitos de reabsorção radicular ou ápices abertos.

4.4- Formação de grupos

Atendendo à modificação do cimento endodôntico com a CHX e a sua percentagem os grupos de estudo foram organizados da seguinte forma:

Tabela 3- Grupos de estudo atendendo às concentrações de clorhexidina

Grupos em estudo	Número de amostras	Cimento endodôntico
Grupo 1	n=10	AH Plus®
Grupo 2	n=10	AH Plus® + Clorhexidina a 2%
Grupo 3	n=10	AH Plus® + Clorhexidina a 3%

5- Lista de material

- Água destilada
- Agulha de irrigação Hawe (Kerr, Bioggio, Suíça)
- Álcool etílico absoluto (100%)
- Aparelho de raio-X Fona XDG (Fona Dental, Bratislava, Eslováquia)
- Balança Precisa 125A (Precisa Gravimetrics, Dietikon, Suíça)
- Cabo de bisturi (Asa Dental, Lucca, Itália)
- Cimento endodôntico AH Plus® (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha)
- Condensadores digitais (VDW GmbH, München, Alemanha)
- Cones de *Gutta-percha* (R&S Dental, Tremblay-en-France, França)
- Cones de papel (R&S Dental, Tremblay-en-France, França)
- Cureta de *Gracey* (Asa Dental, Lucca, Itália)
- Disco de corte diamantado (Edenta AG, Au, Suíça)
- Espátula reta de metal (Asa Dental, Lucca, Itália)
- Estufa Memmert INE 400 (Memmert GmbH, Schwabach, Alemanha)
- Folhas de papel encerado para spatulação de cimentos (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha)
- Lamparina
- Limas endodônticas *K-file* (Mani, Utsunomiya, Japão)
- Lupa estereoscópica Leica ATC 2000 (Leica Microsystems, Buffalo, EUA)

- Máquina fotográfica Nikon D7100 (Nikon, Tokyo, Japão)
- Micromotor (KMD, Loiu, Espanha)
- Micropipeta p100 (Gilson®, Middleton, EUA)
- Objetiva Tokina 100mm f/2.8 AT-X M100 (Tokina, Tokyo, Japão)
- Peça de mão (KMD, Loiu, Espanha)
- Pinça metálica (Asa Dental, Lucca, Itália)
- Programa Sidexis XG (Sirona Dental, Salzburg, Áustria)
- Programa Statistical Package for the Social Sciences, SPSS® versão 22 para Windows (IBM Corporation, Nova Iorque, EUA)
- Régua endodôntica (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça)
- Salicilato de metilo 100%
- Seringa de irrigação (Chirana, Nitriansky, Eslováquia)
- Sistema RVG HDR-500/600 (Handy, Xangai, China)
- Solução de ácido nítrico 5%
- Solução de álcool etílico 80%
- Solução de álcool etílico 90%
- Solução de cloramina-T tri-hidratada 1%
- Solução de digluconato de clorhexidina 20% (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemanha)
- Solução de EDTA 17%
- Solução de Hipoclorito de sódio 5,25%
- Tinta-da-china (Sennelier, Paris, França)
- Transportador de calor N° 1/3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça)
- Verniz (Cien, Frechen, Alemanha)

6- Procedimento

6.1- Seleção e preparação das amostras

Após a seleção dos dentes de bovino (figura 1), foi removido todo o tecido mole e restos ósseos da superfície radicular com recurso a curetas de *Gracey*. De seguida, os dentes foram desinfetados numa solução de Cloramina-T tri-hidratada a 1% pelo período máximo de uma semana e posteriormente armazenados em água destilada a 4°C até à sua utilização (ISO/TS 11405, 2015).



Figura 1- Dente de bovino após limpeza e desinfecção

Foram realizadas duas radiografias iniciais a todas as amostras em duas posições (vestibular e mesial) para determinar a anatomia interna (figuras 2 e 3).



Figura 2- Radiografia inicial (vestibular)



Figura 3- Radiografia inicial (mesial)

Para homogeneização da amostra, mediram-se 15mm desde o ápex radicular de cada dente e com recurso a um disco diamantado, com abundante refrigeração, acoplado a uma peça de mão, todas as amostras foram seccionadas a esse comprimento (figuras 4, 5 e 6).



Figura 4- Corte da amostra com disco diamantado

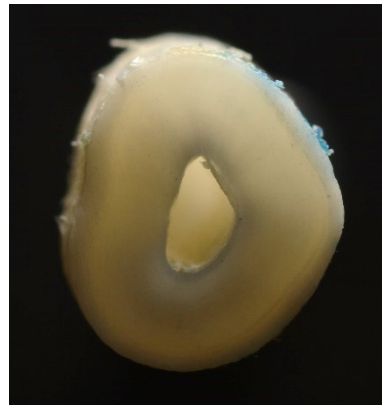


Figura 5- Vista coronal e forma do canal radicular



Figura 6- Amostra cortada com 15mm

6.2- Instrumentação

A permeabilidade de todos os dentes foi determinada pelo trespasse apical de uma lima calibre 10 *K-file*. Para a determinação do CT foi utilizada uma lima calibre 10 *K-file* até ser visível o trespasse apical desta e foi subtraído 1mm a esse comprimento.

As porções apicais de todos os canais radiculares foram instrumentadas manualmente de forma sequencial até à lima calibre 60 *K-file*, lima apical principal (LAP). De acordo com a técnica “*step-back*” foram realizados cinco incrementos, sequenciais, do diâmetro da lima com redução do CT em 1mm em cada aumento, até atingir a dilatação de calibre 110. Entre cada lima, foi realizado trespasse apical com a lima calibre 10 *K-file* para manter a permeabilidade.

O canal radicular foi irrigado, utilizando uma agulha de abertura lateral, com 2mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5,25%, entre cada lima. Após a preparação canalar, foi realizada uma irrigação de 10mL de hipoclorito de sódio a 5,25%, 10mL de EDTA a 17%, deixando atuar por três minutos, para remoção do *smear layer* e 10mL de água destilada. O canal foi seco com recurso a cones de papel de calibre 60.

6.3- Obturação

6.3.1- Preparação do cimento endodôntico

Foi utilizado o cimento endodôntico AH Plus® (figura7). Este foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante. O cimento endodôntico foi espatulado com recurso a

uma espátula reta de metal sobre papel encerado, fornecido pelo fabricante, nas mesmas proporções (1:1) de pasta A e pasta B, até se obter uma mistura homogênea.



Figura 7- AH Plus® (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha)

Tabela 4- Informação sobre composição, lote, validade, tempo de presa e trabalho do cimento endodôntico utilizado

Cimento	Composição	Lote	Validade	Tempo de presa e trabalho
AH Plus® (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha)	Pasta A: Resina epóxi bisfenol-A, Resina epóxi bisfenol-F, Tungstato de cálcio, Óxido de zircônio, Sílica, Pigmentos de óxido de ferro	1604000874	03/2018	Tempo de trabalho: 4 Horas a 23°C Tempo de presa: 24 Horas a 37°C
	Pasta B: Dibenzildiamina, aminoadamantano, diamina-tricyclodecane, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, óleo de silicone			

Antes da manipulação do cimento endodôntico, foi calculado em função de peso/volume a quantidade de clorhexidina necessária para atingir as percentagens de CHX 2% e 3%. As pastas A e B foram pesadas na balança Precisa 125A. Foram medidos 184,1µL de solução de digluconato de clorhexidina a 20% para 1,2278g de cimento endodôntico AH Plus®. Para o cimento endodôntico com concentração de 3% foram medidos 77,7µL dessa solução para 0,7771g de cimento endodôntico AH Plus®, de forma a obter uma concentração de 2% (figuras 8 e 9).



Figura 8- Pesagem para grupo com concentração de CHX 3%



Figura 9- Pesagem para grupo com concentração de CHX 2%

6.3.2- Obturação dos canais

As amostras foram, aleatoriamente, distribuídas por 3 grupos experimentais (n=10) e dois grupos de controlo (n=5). Todos os grupos foram obturados segundo a técnica de condensação lateral a frio. Foi utilizado o cimento endodôntico AH Plus® sem qualquer modificação (grupo 1) e modificado com clorhexidina a 2% e 3% (grupo 2 e 3, respetivamente).

Para a obturação segundo a técnica de condensação lateral a frio, foram utilizados cones de gutta-percha com conicidade de 0,2 e calibre 60, que atingissem o comprimento de trabalho e apresentassem sensação de “tug-back”. Foram realizadas duas radiografias com o cone de gutta-percha principal (figuras 10, 11 e 12).

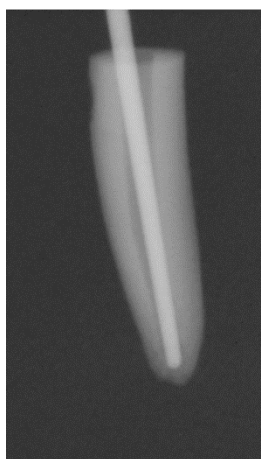


Figura 10- Radiografia com cone de gutta-percha (vestibular)

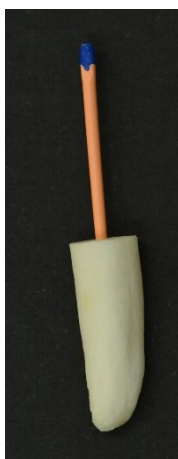


Figura 11-Confirmação do cone de gutta-percha principal

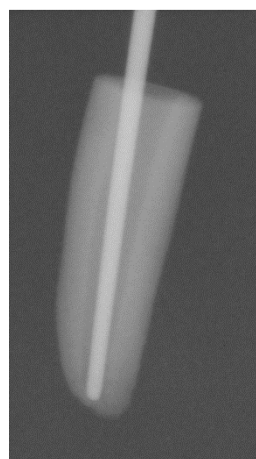


Figura 12- Radiografia com cone de gutta-percha (mesial)

Os cimentos foram modificados através da adição de clorhexidina (figura 13), excepto nos grupos 1 e de controlo negativo nos quais não houve adição de clorhexidina.



Figura 13- Cimento endodôntico AH Plus® com CHX

O cimento endodôntico foi inserido no interior do canal com auxílio de um condensador lateral com movimento de rotação. A ponta do cone principal foi ligeiramente humedecida com cimento endodôntico e colocado no interior do canal. Para a condensação lateral, foi utilizado um condensador digital de aço inoxidável com conicidade de 0,2, calibre 35, que chegava a 1mm do comprimento de trabalho. Foram utilizados cones secundários de gutta-percha de calibre 30 para preenchimento dos espaços deixados pela utilização do condensador. O processo de colocação dos cones secundários foi repetido até não ser possível colocar o condensador lateral além do terço coronal. O excesso de gutta-percha foi removido utilizando um instrumento de corte aquecido e compactado verticalmente com um condensador vertical (figura 15). Após a obturação, foram realizadas 2 radiografias, em duas projeções diferentes, a cada raiz para verificar a correta obturação (figuras 14 e 16).



Figura 14- Radiografia final (vestibular)



Figura 15- Aspecto final da obturação



Figura 16- Radiografia final (mesial)

O grupo de controlo negativo foi obturado da mesma forma que o grupo 1. O grupo de controlo positivo foi obturado segundo a mesma técnica de obturação dos restantes grupos sem a utilização de cimento endodôntico.

Após a obturação de todas as amostras, estas foram conservadas em estufa por um período de uma semana a 37°C e 100% de humidade para que o cimento endodôntico tomasse presa (figura 17).



Figura 17- Estufa Memmert INE 400

6.4- Teste de filtração por tinta

Após a obturação, os dentes foram selados com duas camadas de verniz até 3mm do ápex (figura 18), expeto os do controlo negativo que foram selados na sua totalidade (figura 19). De seguida, os dentes foram submersos em 3 mL de tinta-da-china pelo período de cinco dias à temperatura ambiente (figura 20). Posteriormente, foram lavados com água corrente para remover os excessos de tinta.



Figura 18- Superfície radicular coberta por duas camadas de verniz



Figura 19- Controle negativo coberto com verniz



Figura 20- Amostra submersa em tinta-da-china

6.5- Diafanização

Após a lavagem das amostras para remoção da tinta-da-china, com recurso a uma lâmina de bisturi, procedeu-se à remoção do verniz que cobria a superfície radicular.

Uma vez limpa a superfície radicular, as amostras foram submersas em ácido nítrico a 5% por um período de cinco dias, à temperatura ambiente. A solução de ácido nítrico foi substituída a cada 24 horas. Foram realizadas radiografias para controlo da remoção de matéria inorgânica (figuras 21, 22, 23 e 24).



Figura 21- Controlo da diafanização 24h



Figura 22- Controlo da diafanização 48h



Figura 23- Controlo da diafanização 84h



Figura 24- Controlo da diafanização 120h

Quando concluída a remoção da parte inorgânica pelo ácido nítrico, as amostras foram lavadas abundantemente em água corrente. Em seguida, foi utilizado álcool etílico em concentrações crescentes de 80%, 90% e absoluto (100%). As amostras foram submersas nas diferentes concentrações aguardando-se pela total evaporação de cada uma das soluções. Posteriormente, para a sua transparentização, as amostras foram colocadas em salicilato de metilo durante duas horas.

Concluído o processo, as amostras ficaram prontas para observar.

6.6- Observação das amostras

Quando concluído o processo de diafanização das amostras, estas foram observadas em duas faces, na lupa estereoscópica Leica ATC 2000 com uma ampliação de 16 vezes (figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32). As amostras foram observadas em cima de papel milimétrico para que fosse possível medir a distância de penetração da tinta-da-china (tabelas 5, 6 e 7).



Figura 25- Lupa estereoscópica Leica ATC 2000

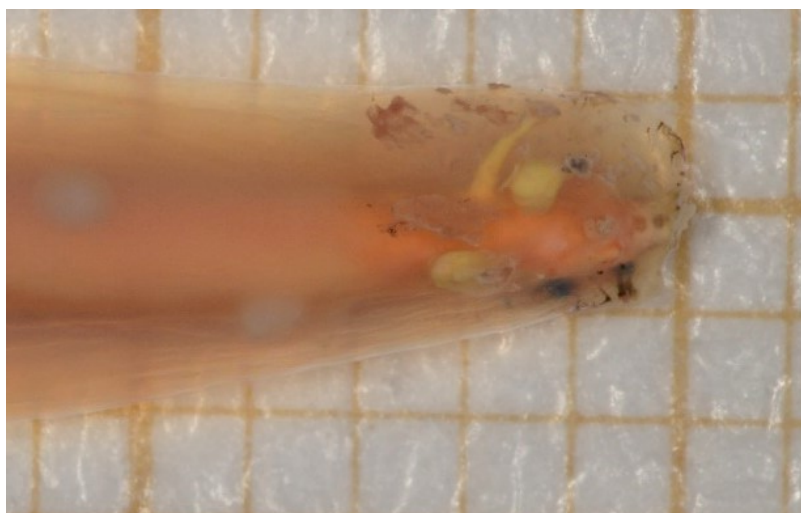


Figura 26- Exemplo de amostra do grupo 1 após diafanização

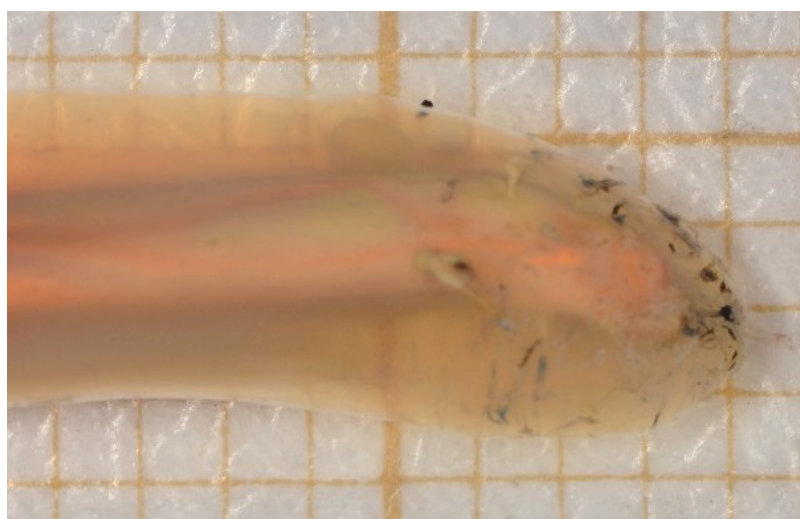


Figura 27- Exemplo de amostra do grupo 2 após diafanização

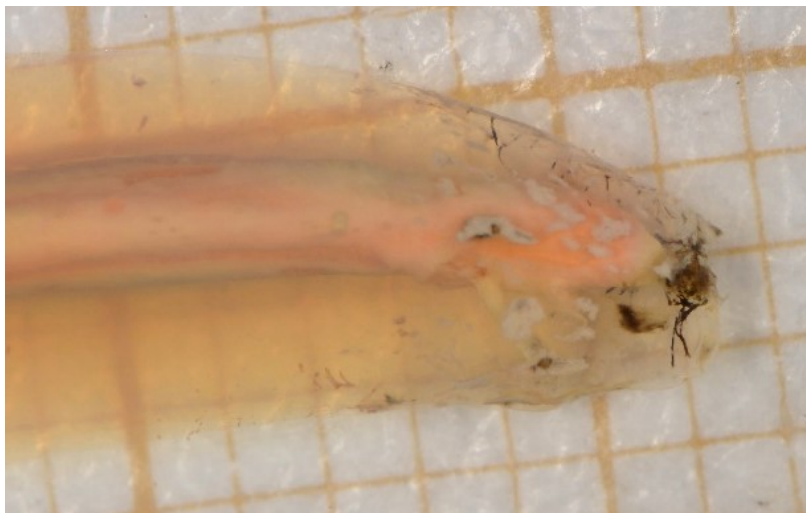


Figura 28- Exemplo de amostra do grupo 3 após diafanização

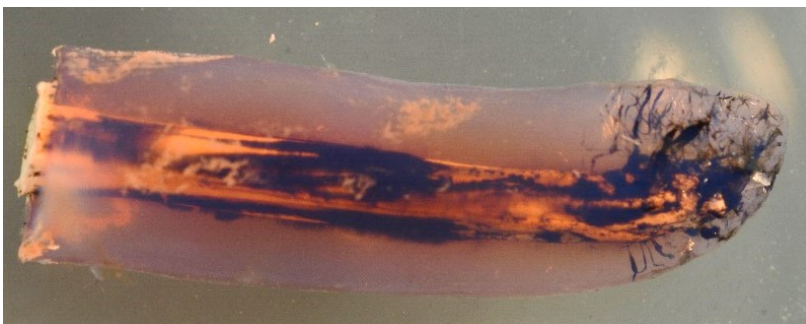


Figura 29- Controle positivo

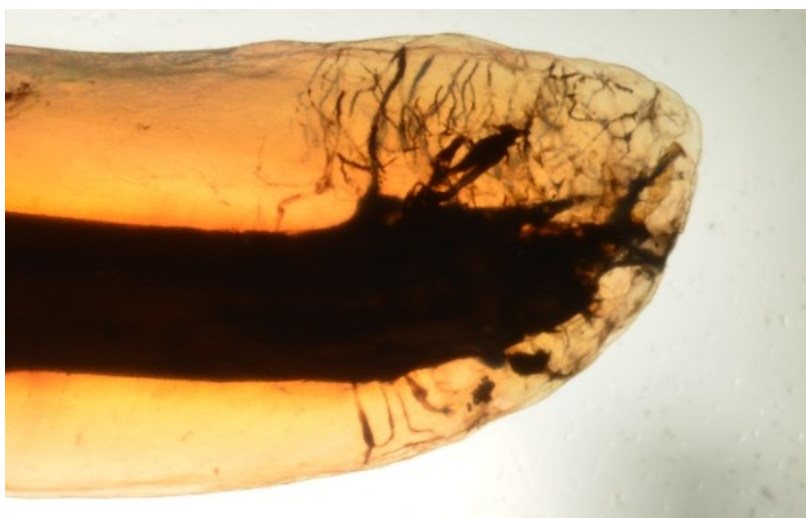


Figura 30- Controle positivo (terço apical)



Figura 31- Controlo negativo

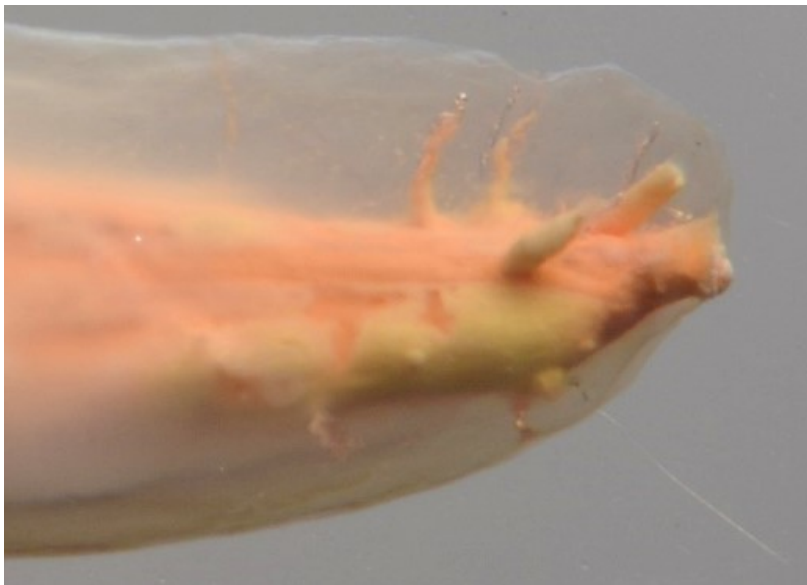


Figura 32- Controlo negativo (Terço apical)

Tabela 5- Medição da infiltração em milímetros das amostras do grupo 1.

Número da amostra	Medição da infiltração (mm)
1	0
1	0
2	1
2	1
3	0
3	0
4	4
4	0
5	1
5	1
6	0,5
6	0
7	0
7	0
8	0
8	3,5
9	1
9	2
10	0
10	2

Tabela 6- Medição da infiltração em milímetros das amostras do grupo 2.

Número da amostra	Medição da infiltração (mm)
11	0
11	0
12	0
12	0
13	0
13	0
14	0
14	0
15	0
15	0
16	0
16	0
17	0
17	0
18	2
18	0
19	0
19	0
20	1
20	1

Tabela 7- Medição da infiltração em milímetros das amostras do grupo 3.

Número da amostra	Medição da infiltração (mm)
21	1
21	1
22	0
22	0
23	1
23	0
24	0
24	0
25	0
25	1
26	1
26	0
27	0
27	0
28	2
28	2
29	0
29	0
30	1
30	1

7- Critérios de avaliação

A presença ou ausência de filtração apical da tinta-da-china de cada amostra foi observada. Foram anotados os milímetros de infiltração e feitas as médias para cada grupo. Quanto maiores os valores médios de infiltração, menor é a capacidade de selamento apical.

8- Análise estatística

De forma a verificar se as diferenças nos grupos em estudo eram estatisticamente significativas, os resultados foram submetidos a uma análise estatística utilizando o programa SPSS® versão 22.0 para Windows (IBM Corporation, Nova Iorque, EUA).

O nível de significância para aceitar ou rejeitar a hipótese nula foi fixado em $p \leq 0,05$. Na análise inferencial usou-se o teste de Kruskal-Wallis pois os pressupostos da Anova One-Way, nomeadamente o pressuposto de normalidade de distribuição e o pressuposto de homogeneidade de variâncias, não se encontravam satisfeitos. O nível de significância obtido após o teste de Kruskal-Wallis foi de $p=0,053$.

III- Resultados

Ao analisar-se a tabela 8 e a figura 33, pode concluir-se que o grupo com maior valor médio de infiltração de tinta é o grupo 1 (AH Plus®) com 0,85mm, seguindo-se o grupo 3 (AH Plus® + CHX 3%) com 0,55mm e com menor infiltração o grupo 2 (AH Plus® + CHX 2%) com 0,2mm. Apesar de existirem diferenças nos valores médios de infiltração apical entre os diferentes grupos, estas diferenças não são estatisticamente significativas.

Tabela 8 – Valores de média, desvio-padrão e Intervalo de confiança correspondentes à infiltração de tinta

Grupos de estudo	Média de infiltração (mm) ± desvio padrão	Intervalo de confiança de 95% para a média (mm)	
		Limite inferior	Limite Superior
Grupo 1 (AH Plus®)	0,85 ± 1,19	0	4
Grupo 2 (AH Plus® + CHX 2%)	0,2 ± 0,52	0	2
Grupo 3 (AH Plus® + CHX 3%)	0,55 ± 0,68	0	2

Teste de Kruskal-Wallis $p=0,053$ ($p \leq 0,05$)

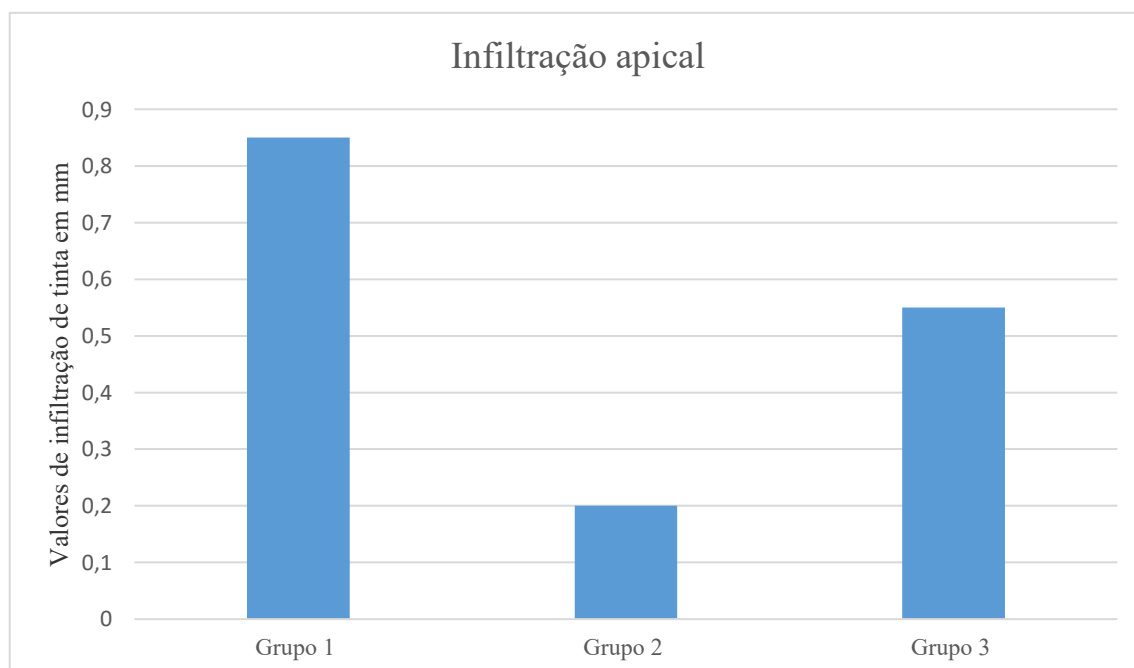


Figura 33- Distribuição dos valores médios de infiltração apical (mm) por grupo

IV- Discussão

Os microrganismos e os seus produtos são uma das principais etiologias da patologia pulpar e periapical. Assim, a sua total remoção do interior do sistema de canais radiculares é o principal objetivo do tratamento endodôntico, bem como, a prevenção da sua reinfeção (Nawal, Parande, Sehgal, Naik, & Rao, 2011).

A remoção dos microrganismos é conseguida principalmente através da irrigação e da preparação mecânica do canal radicular que, em seguida, deve ser obturado de maneira a evitar a microinfiltração bacteriana, tanto a nível coronal, como a nível periapical (Nawal et al., 2011).

Mesmo após a preparação químico-mecânica, e apesar da significativa redução de microrganismos no sistema de canais radiculares, foi demonstrada a presença e crescimento de bactérias nos túbulos dentinários, canais laterais, ramificações apicais e ainda no cimento radicular, sendo comum a presença de biofilmes bacterianos nesta áreas (Siqueira Jr & Rôças, 2009; Nawal et al., 2011; Siqueira Jr et al., 2014).

A presença de *Enterococcus faecalis* é muito comum em casos de insucesso assintomático do tratamento endodôntico e periodontite apical persistente, tendo uma prevalência entre 22% e 77%. Estas prevalências podem ser explicadas pela capacidade de competir com outros microrganismos, penetrar profundamente nos canais dentinários e pela resistência à privação de nutrientes (Stuart, Schwartz, Beeson, & Owatz, 2006; Bailón-Sánchez et al., 2014; Gong et al., 2014).

Os microrganismos que infetam o sistema de canais radiculares podem encontrar-se aderidos superficial ou profundamente na dentina. Os que se encontram mais superficialmente são removidos com maior facilidade, já os profundamente aderidos na dentina, quando não removidos pela preparação químico-mecânica, cabe à capacidade antimicrobiana dos cimentos endodônticos a sua eliminação (Nawal et al., 2011).

Segundo Siqueira & Rôças (2008), as bactérias que sobrevivem no canal radicular, no momento da obturação, parecem estar associadas a um aumento da probabilidade de ocorrer periodontite apical pós tratamento endodôntico.

O cimento endodôntico AH Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) apresenta boas propriedades físicas, boa adesão à dentina, ótima fluidez, estabilidade em solução aquosa, boa compatibilidade com os tecidos periapicais, capacidade de selamento,

estabilidade tridimensional e, ainda, capacidade antimicrobiana (Bailón-Sánchez et al., 2014).

Apesar de vários estudos demonstrarem que o cimento AH Plus® apresenta capacidade antimicrobiana, parece que esta capacidade está apenas presente quando o cimento se encontra fresco. Estudos indicam que após este tomar presa, não apresenta qualquer capacidade antimicrobiana (Slutzky-Goldberg et al., 2008; Zhang, Shen, Ruse, & Haapasalo, 2009; Nawal et al., 2011; Wang, Shen, & Haapasalo, 2014). De acordo com Pizzo, Giammanco, Cumbo, Nicolosi, & Gallina (2006) e Gong et al. (2014), a capacidade antimicrobiana intrínseca ao AH Plus® não perdura por mais de 24 horas.

De acordo com Slutzky-Goldberg (2008), durante o processo de presa ocorre libertação de éter bisfenol diglicídico, o que parece estar ligado à capacidade antimicrobiana dos cimentos à base de resina epóxi-amina, bem como a libertação, ainda que mínima, de formaldeído. Relativamente aos compostos anteriormente referidos, o primeiro é considerado como um agente mutagénico e o segundo como um agente citotóxico (Slutzky-Goldberg et al., 2008; Yasuda, Kamaguchi, & Saito, 2008; Barros et al., 2014).

Assim, e de acordo com Grossman citado por Darcey et al. (2016), um cimento endodôntico idealmente deve ser bacteriostático ou pelo menos não promover o crescimento bacteriano. Isto é importante devido à elevada probabilidade do cimento endodôntico entrar em contato com os microrganismos remanescentes nos túbulos dentinários (Gjorgievska et al., 2013; Gong et al., 2014).

Os cimentos endodônticos à base de resina apresentam capacidade antimicrobiana limitada. Deste modo, a incorporação de agentes antimicrobianos tem como objetivo potenciar esse efeito (Ruiz-Linares, Bailón-Sánchez, Baca, Valderrama, & Ferrer-Luque, 2013).

A clorhexidina, já utilizada como irrigante e medicamento intracanal, é um eficaz agente antimicrobiano com elevada efetividade contra um largo espectro de microrganismos, incluindo *E. faecalis*, apresentando, ainda, elevada substantividade, característica que prolonga o seu efeito. Assim, este agente é uma boa opção para a incorporação no cimento endodôntico, atribuindo-lhe melhores propriedades antimicrobianas (Stuart et al., 2006; Souza et al., 2012; Ruiz-Linares et al., 2013).

Apesar de parecer benéfica e ser considerada uma característica ideal nos cimentos endodônticos, é necessário realizar estudos para se entender qual o impacto da modificação com agentes antimicrobianos nas propriedades físicas e na capacidade de selamento apical.

Devido à maior dificuldade de obter dentes humanos comparativamente aos dentes bovinos optou-se por se realizar o estudo com estes últimos. Segundo Camargo et al. (2007), o número e diâmetro de túbulos dentinários é maior a nível cervical seguido pelo terço médio e apical, tanto nos dentes humanos como nos dentes bovinos. No entanto, os dentes bovinos apresentam maior número de túbulos dentinários, não havendo diferenças estatisticamente significativas em relação ao diâmetro destes relativamente àqueles encontrados nos dentes humanos (Camargo et al., 2007). Vários estudos em endodontia como aqueles realizados por Vizgirda, Liewehr, Patton, McPherson, & Buxton (2004); De Bruyne & De Moor (2009); Pinheiro, Guinesi, de Camargo, Pizzolitto, & Filho (2009) e de Oliveira, Marra, Batista, & Biffi (2011) foram realizados com recurso a dentes bovinos.

O cimento endodôntico AH Plus® é considerado como “*Gold Standard*” e a sua boa capacidade de selamento apical foi comprovada por diversos estudos (I. Miletic et al., 1999; Ivana Miletic et al., 2002). É também um cimento endodôntico largamente utilizado como referência em estudos para comparação das propriedades físico-químicas, biológicas e antimicrobianas dos materiais obturadores (Barros et al., 2014). Como tal, foi o cimento endodôntico escolhido para a realização deste estudo.

Na introdução de novos materiais ou técnicas de obturação, é de extrema importância a avaliação pré-clínica da capacidade de selamento apical dos mesmos antes da sua aplicação em doentes (Mente et al., 2010).

Um dos métodos de avaliação *in vitro* da capacidade de selamento apical mais frequentemente utilizado é o teste de filtração por tinta uma vez que é de fácil execução e pouco dispendioso (Mente et al., 2010; Sobhnamayan, Sahebi, Moazami, & Borhanhaghghi, 2013).

O azul-de-metileno é largamente utilizado no teste de filtração por tinta e parece apresentar uma maior capacidade de penetração que a tinta-da-china. No entanto, quando em contacto com alguns materiais de obturação esta pode apresentar alguma descoloração

e durante o processo de diafanização pode ser dissolvido (Venturi, 2006; Veríssimo & Vale, 2006; Dadresanfar, Khalilak, Shiekholeslami, & Afshar, 2010).

Uma vez que as partículas da tinta-da-china apresentam um baixo diâmetro, menor que o das bactérias, é pouco provável encontrar bactérias em espaços onde a tinta-da-china é incapaz de penetrar. Por outro lado, o facto de não representar fielmente as moléculas provenientes dos tecidos perirradiculares, pode levar à ocorrência falsos-positivos (Veríssimo & Vale, 2006). As desvantagens do azul-de-metileno associadas às vantagens da tinta-da-china levaram a que se optasse pela utilização deste último corante.

Apesar dos resultados do teste de filtração por tinta estarem correlacionados com a qualidade da obturação, não é possível afirmar que irá ocorrer sucesso endodôntico, devendo, por isso, haver precaução na interpretação dos resultados (Oliver & Abbott, 2001; Susini, Pommel, About, & Camps, 2006; Gurgel-Filho et al., 2012).

Podem ser utilizadas diferentes técnicas de avaliação da infiltração de tinta, tais como, corte longitudinal, cortes transversais ou diafanização. Neste estudo optou-se pela diafanização, uma vez que quando utilizado o corte longitudinal, a escolha aleatória do eixo de corte leva a que probabilidade de atingir a zona de maior infiltração seja incerta, podendo originar resultados subestimados. Quando se efetuam cortes transversal, devido à espessura do disco de corte, é perdida estrutura dentária, e consequentemente, tinta infiltrada, sendo esta a principal desvantagens deste método (Veríssimo & Vale, 2006).

Ao processo de tornar os dentes transparentes dá-se o nome de diafanização e este procedimento passa pela desmineralização, desidratação e submersão dos dentes em salicilato de metilo. Este processo torna possível a observação tridimensional e a anatomia interna do sistema de canais radiculares sem a perda de substância dentária, permitindo uma observação facilitada das zonas de infiltração (Oliver & Abbott, 2001; Veríssimo & Vale, 2006).

A técnica de diafanização utilizada foi semelhante à utilizada noutros estudos realizados por Robertson, Leeb, McKee, & Brewer (1980); Rehman, Khan, & Habib (2015) e Patil et al. (2016).

Durante o período em que as amostras se encontraram no ácido nítrico foi necessário controlar o nível de desmineralização ao longo do tempo, através de radiografias, uma

vez que uma desmineralização incompleta pode levar a uma incorreta transparência (Malvar, Gomes, & Pereira, 2002).

Existem fatores que têm um papel importante para evitar que a desmineralização se processe de forma irregular, tais como, a renovação diária (24 em 24 horas), manutenção de um volume suficiente de ácido e a agitação desta mesma solução (Robertson et al., 1980).

Uma incorreta desidratação das amostras pode também interferir com a transparência destas. De forma a garantir uma correta e total desidratação foram utilizadas soluções de álcool etílico com concentrações crescentes até atingir a concentração de 100% (Veríssimo & Vale, 2006; Rehman et al., 2015).

Após a análise dos resultados obtidos, o grupo que apresentou menor infiltração apical de tinta foi aquele modificado com clorhexidina a 2%, seguido pelo grupo com clorhexidina a 3% e, por fim, com maiores valores de infiltração, o grupo constituído pelo cimento endodôntico AH Plus® sem modificação. Apesar de existirem diferenças nos valores de infiltração apical entre os diferentes grupos, estas diferenças não são estatisticamente significativas. Podemos então afirmar, que neste estudo, a modificação do cimento endodôntico AH Plus® com clorhexidina não afeta a capacidade de selamento apical.

Foram realizados, no Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, no ano 2015, dois estudos onde foi avaliada a citotoxicidade e a capacidade antibacteriana do cimento endodôntico AH Plus® modificado com clorhexidina (Gonçalves, 2015; Lucas, 2015). Assim, o presente estudo dá continuidade aos trabalhos desenvolvidos anteriormente.

Relativamente à citotoxicidade, Lucas (2015) concluiu que a incorporação de clorhexidina com concentrações de 1%, 2% e 3% no cimento endodôntico AH Plus® leva a um aumento progressivo da sua citotoxicidade.

O estudo realizado por Gonçalves (2015), para avaliar a capacidade antimicrobiana do cimento endodôntico AH Plus® concluiu que a modificação com clorhexidina a 3% é a que apresenta maior capacidade antimicrobiana. A concentração de 3% de clorhexidina parece ter maior capacidade contra *E. Faecalis* em detrimento da concentração de 2%. O autor observou perda da capacidade contra *C. Albicans* à medida que a concentração de clorhexidina ia aumentando, não havendo diferenças estatisticamente significativas (Gonçalves, 2015).

Outro estudo em que foi avaliada a capacidade antimicrobiana do cimento endodôntico AH Plus® modificado com clorhexidina, realizado por Bailón-Sánchez et al. (2014), concluiu que a incorporação de clorhexidina neste material de obturação melhora a sua capacidade antimicrobiana, bem como a capacidade de inibir a formação de biofilme.

Têm sido realizados diferentes estudos com o intuito de avaliar a capacidade antimicrobiana de cimentos endodônticos modificados com amoxicilina ou ceftriaxona, agentes antimicrobianos, e os resultados obtidos em ambas as investigações mostram melhorias ao nível da capacidade antimicrobiana (Baer & Maki, 2010; Bailón-Sánchez et al., 2014).

Foi realizado por Duarte et al. (2010) um estudo onde foram avaliadas as propriedades físicas do cimento endodôntico AH Plus® contendo 5% e 10% de hidróxido de cálcio. Foi concluído que o AH Plus® contendo 5% de hidróxido de cálcio não apresentava alterações estatisticamente significativas das suas propriedades físicas (Duarte et al., 2010).

Mais recentemente foram realizados estudos em que foram incorporadas nanopartículas de amónio quaternário nos cimentos endodônticos. A vantagem da incorporação destas partículas é permitir a utilização de moléculas insolúveis, tornando o cimento endodôntico menos suscetível à solubilidade, que pode aumentar pela incorporação dos agentes antimicrobianos, ao longo do tempo (Barros et al., 2014; Gong et al., 2014). Em adição, a investigação preconizada por Gong et al. (2014) revelou que o cimento endodôntico AH Plus® modificado com tais partículas apresentava capacidade antibacteriana que se prolongava por 4 semanas.

À data da realização desta investigação não haviam disponíveis estudos em que fosse analisada a capacidade de selamento apical de cimentos endodônticos modificados com clorhexidina. Apesar de não existirem estudos com metodologia semelhante à utilizada na presente investigação, foram encontrados estudos em que se avaliaram as propriedades físicas dos cimentos endodônticos modificados com diferentes substâncias antimicrobianas.

Ruiz-Linares et al. (2013) estudou as propriedades físicas, segundo as normas ANSI/ADA, do cimento endodôntico AH Plus® modificado com clorhexidina a 1% e 2%, ceftriaxona a 0,1%; 0,2%; 0,3% e 0,5% e ainda com a combinação dos dois.

Os resultados obtidos por Ruiz-Linares et al. (2013) mostraram que o tempo de presa diminui aquando da modificação com CHX e na combinação de CHX e cetrimida. Por outro lado, quando se trata da adição de cetrimida isoladamente o tempo de presa aumenta.

Na avaliação da radiopacidade, foi concluído que a adição de CHX diminui ligeiramente a radiopacidade do cimento endodôntico, acontecendo o contrário com a incorporação de cetrimida. Quando avaliada a combinação destes, os valores foram semelhantes aos dos valores obtidos pelo AH Plus® sem modificação (Ruiz-Linares et al., 2013).

A fluidez do cimento endodôntico está aumentada quando modificado com CHX e diminuída com a adição de cetrimida. Com a adição de ambos, os valores foram intermédios relativamente aqueles obtidos com cada um dos agentes individualmente (Ruiz-Linares et al., 2013).

Relativamente à solubilidade, não houve nenhuma amostra com perda de peso superior a 1% sendo bastante inferior ao limite de 3% admitido pela ANSI/ADA (Ruiz-Linares et al., 2013).

Os autores do estudo concluíram que apesar das pequenas diferenças nos resultados, a incorporação de CHX, cetrimida ou ambos não altera as propriedades físicas, dentro dos parâmetros definidos pela ANSI/ADA, do cimento endodôntico AH Plus® (Ruiz-Linares et al., 2013).

Apesar do estudo realizado por Ruiz-Linares et al. (2013) não avaliar os mesmos parâmetros avaliados nesta investigação, através de uma extrapolação dos resultados obtidos, parece que os resultados do nosso estudo, ou seja, a incorporação de clorhexidina a 2 e 3% não afeta a capacidade de selamento apical do cimento endodôntico AH Plus®, estão em concordância com aqueles observados por esses autores.

V- Conclusão

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, é possível concluir:

- Nenhum dos cimentos endodônticos utilizados neste estudo selou completamente a *foramina* apical.
- Não existem diferenças da capacidade de selamento apical entre a incorporação de clorhexidina a 2% e a incorporação a 3%.
- A incorporação de clorhexidina a 2% e 3% não afeta a capacidade de selamento apical do cimento endodôntico AH Plus®.

Uma vez que os estudos acerca do tema são ainda bastante limitados, a continuação da investigação deve ser mantida, de forma a confirmar os resultados obtidos pelo nosso estudo e, eventualmente, posterior aplicação clínica.

As possíveis futuras linhas de investigação podem passar por analisar a capacidade de selamento de diferentes cimentos endodônticos modificados com clorhexidina, possíveis modificações químicas sofridas pela clorhexidina, ou ainda os possíveis efeitos adversos, tanto locais como sistêmicos, dos cimentos endodônticos quando utilizados em conjunto com a clorhexidina.

VI- Bibliografia

- Athanassiadis, B., Abbott, P. V., & Walsh, L. J. (2007). The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian Dental Journal*, *52*, S64–S82. doi:10.1111/j.1834-7819.2007.tb00527.x
- Baer, J., & Maki, J. S. (2010). In vitro evaluation of the antimicrobial effect of three endodontic sealers mixed with amoxicillin. *Journal of Endodontics*, *36*(7), 1170–1173. doi:10.1016/j.joen.2010.03.033
- Bailón-Sánchez, M. E., Baca, P., Ruiz-Linares, M., & Ferrer-Luque, C. M. (2014). Antibacterial and anti-biofilm activity of AH plus with chlorhexidine and cetrimide. *Journal of Endodontics*, *40*(7), 977–981. doi:10.1016/j.joen.2013.11.020
- Barros, J., Silva, M., Rodrigues, M., Alves, F., Lopes, M., Pina-Vaz, I., ... Siqueira Jr, J. F. (2014). Antibiofilm effects of endodontic sealers containing quaternary ammonium polyethylenimine nanoparticles. *Journal of Endodontics*, *47*, 725–734. doi:10.1016/j.joen.2013.12.021
- Basrani, B., & Haapasalo, M. (2012). Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*, *27*, 74–102. doi:10.1111/etp.12031
- Camargo, C. H. R., Siviero, M., Camargo, S. E. A., de Oliveira, S. H. G., Carvalho, C. A. T., & Valera, M. C. (2007). Topographical, Diametral, and Quantitative Analysis of Dentin Tubules in the Root Canals of Human and Bovine Teeth. *Journal of Endodontics*, *33*(4), 422–426. doi:10.1016/j.joen.2006.12.011
- Dadresanfar, B., Khalilak, Z., Shiekholeslami, M., & Afshar, S. (2010). Comparative study of the sealing ability of the lateral condensation technique and the BeeFill system after canal preparation by the Mtwo NiTi rotary system. *Journal of Oral Science*, *52*(2), 281–285.
- Darcey, J., & Darcey, J. (2016). Modern Endodontic Principles Part 5: Obturation. *Dental Update*, *43*(February), 114–129.
- Darcey, J., Taylor, C., Roudsari, R. V., Jawad, S., & Hunter, M. (2015a). Modern Endodontic Planning Part 2: Access and Strategy. *Dental Update*, *42*(11), 709–720. Disponível em from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19994824>
- Darcey, J., Taylor, C., Roudsari, R. V., Jawad, S., & Hunter, M. (2015b). Modern

- Endodontic Principles Part 3: Preparation. *Dental Update*, 42(9), 810–812,815–818,821–822.
- De Bruyne, M. A. A., & De Moor, R. J. G. (2009). Long-term sealing ability of resilon apical root-end fillings. *International Endodontic Journal*, 42(10), 884–892. doi:10.1111/j.1365-2591.2009.01583.x
- De Gregorio, C., Paranjpe, A., Garcia, A., Navarrete, N., Estevez, R., Esplugues, E. O., & Cohenca, N. (2012). Efficacy of irrigation systems on penetration of sodium hypochlorite to working length and to simulated uninstrumented areas in oval shaped root canals. *International Endodontic Journal*, 45(5), 475–481. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01999.x
- De Oliveira, M. A. V. C., Marra, S. T., Batista, P. S., & Biffi, J. C. G. (2011). Influence of calcium hydroxide on marginal leakage of endodontically treated teeth. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 10(4), 272–276. Disponível em <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84856293504&partnerID=40&md5=b17244e66b8eddf0b01cc2d20185c4b7>
- Duarte, M. A. H., Ordinola-Zapata, R., Bernardes, R. A., Bramante, C. M., Bernardineli, N., Garcia, R. B., & De Moraes, I. G. (2010). Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH plus. *Journal of Endodontics*, 36(6), 1048–1051. doi:10.1016/j.joen.2010.02.007
- Eliyas, S., Jalili, J., & Martin, N. (2015). Restoration of the root canal treated tooth. *British Dental Journal*, 218(2), 53–62. doi:10.1038/sj.bdj.2015.27
- Endodontics, A. A. of. (2004). Restoration of Endodontically Treated Teeth: The Endodontist's Perspective, Part 1. *AAE: Endodontics Colleagues for Excellence*, 1–6. Disponível em www.aae.org
- Gatewood, R. S. (2007). Endodontic Materials. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 695–712. doi:10.1016/j.cden.2007.04.005
- Gillen, B. M., Looney, S. W., Gu, L. S., Loushine, B. A., Weller, R. N., Loushine, R. J., ... Tay, F. R. (2011). Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 37(7), 895–902. doi:10.1016/j.joen.2011.04.002

- Gjorgievska, E., Apostolska, S., Dimkov, A., Nicholson, J. W., & Kaftandzieva, A. (2013). Incorporation of antimicrobial agents can be used to enhance the antibacterial effect of endodontic sealers. *Dental Materials*, 29(3), e29–e34. doi:10.1016/j.dental.2012.10.002
- Gomes, B. P. F. a, Vianna, M. E., Zaia, A. a., Almeida, J. F. a, Souza-Filho, F. J., & Ferraz, C. C. R. (2013). Chlorhexidine in endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 24(2), 89–102. doi:10.1590/0103-6440201302188
- Gonçalves, N. M. B. (2015). *Estudo in vitro da capacidade antimicrobiana de dois cimentos endodônticos modificados com clorhexidina mediante teste de contacto direto*. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.
- Gong, S. Q., Huang, Z. Bin, Shi, W., Ma, B., Tay, F. R., & Zhou, B. (2014). In vitro evaluation of antibacterial effect of AH plus incorporated with quaternary ammonium epoxy silicate against enterococcus faecalis. *Journal of Endodontics*, 40(10), 1611–1615. doi:10.1016/j.joen.2014.03.010
- Gurgel-Filho, E. D., Silva, E. J. N. L., Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., Paula, R. C. M., Coutinho-Filho, T. S., & Souza-Filho, F. J. (2012). Correlation between chemical composition and sealing ability of various gutta-percha brands using different filling techniques. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria E Cirurgia Maxilofacial*, 53(3), 153–158. doi:10.1016/j.rpemd.2012.04.001
- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in Endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54(2), 291–312. doi:10.1016/j.cden.2009.12.001
- Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., & Gao, Y. (2014). Irrigation in Endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299–303. doi:10.1016/j.cden.2009.12.001
- Hammad, M., Qualtrough, A., & Silikas, N. (2009). Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 35(4), 541–544. doi:10.1016/j.joen.2008.12.021
- ISO 11405:2015. Dentistry - Testing of adhesion to tooth structure. (2015). Disponível em: <http://www.iso.org>
- Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., Darcey, J., & Qualtrough, A. (2015). Modern

- Endodontic Planning Part 1 : Assessing Complexity and Predicting Success. *Dental Update*, 42, 599–611.
- Kanisavaran, Z., & Yazd, I. (2008). Chlorhexidine gluconate in endodontics: an update review. *International Dental Journal*, 58, 247–257. doi:10.1922/IDJ
- Kawashima, N., Wadachi, R., & Suda, H. (2009). Root canal medicaments. *International Dental Journal*, 59, 5–11. doi:10.1922/IDJ
- Lee, Y., Han, S. H., Hong, S. H., Lee, J. K., Ji, H., & Kum, K. Y. (2008). Antimicrobial Efficacy of a Polymeric Chlorhexidine Release Device Using In Vitro Model of Enterococcus faecalis Dentinal Tubule Infection. *Journal of Endodontics*, 34(7), 855–858. doi:10.1016/j.joen.2008.04.008
- Li, G. H., Niu, L. N., Zhang, W., Olsen, M., De-Deus, G., Eid, A. A., ... Tay, F. R. (2014). Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: A review. *Acta Biomaterialia*, 10(3), 1050–1063. doi:10.1016/j.actbio.2013.11.015
- Lucas, B. M. B. N. (2015). *Estudo in vitro comparativo da citotoxicidade de dois cimentos endodônticos modificados com clorhexidina*. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.
- Malmberg, L., Björkner, A. E., & Bergenholtz, G. (2016). Establishment and maintenance of asepsis in endodontics – a review of the literature. *Acta Odontologica Scandinavica*, 6357(June), 1–5. doi:10.1080/00016357.2016.1195508
- Malvar, M. F., Gomes, M. R., & Pereira, M. R. S. (2002). Root canal anatomy study of lower incisors by clearing technique. *Jornal Brasileiro de Endodontia*, 3(10), 202–207.
- Marion, J. J. C., Pavan, K., Arruda, M. E. B. F., Nakashima, L., & de Moraes, C. A. H. (2013). Chlorhexidine and its applications in Endodontics: A literature review. *Dental Press Endodontics*, 3(3), 36–54. Disponível em <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84930977029&partnerID=40&md5=bc46d11aed70b107b1b455ec6a09fc97>
- Martin, W., Taylor, C., Jawad, S., Roudsari, R. V., Darcey, J., & Qualtrough, A. (2016). Modern Endodontic Principles Part 7 : The Restorative Interface. *Dental Update*, 43,

319–334.

- Mente, J., Ferk, S., Dreyhaupt, J., Deckert, A., Legner, M., & Staehle, H. J. (2010). Assessment of different dyes used in leakage studies. *Clinical Oral Investigations*, 14(3), 331–338. doi:10.1007/s00784-009-0299-8
- Metzger, Z. (2014). The self-adjusting file (SAF) system: An evidence-based update. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(5), 401–19. doi:10.4103/0972-0707.139820
- Miletić, I., Anić, I., Pezelj-Ribarić, S., & Jukić, S. (1999). Leakage of five root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 32(5), 415–418. doi:10.1046/j.1365-2591.1999.00254.x
- Miletić, I., Ribarić, S.-P., Karlović, Z., Jukić, S., Bosnjak, A., & Anić, I. (2002). Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. *Journal of Endodontics*, 28, 431–432. doi:10.1097/00004770-200206000-00003
- Mohammadi, Z., & Abbott, P. V. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International Endodontic Journal*, 42(4), 288–302. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01540.x
- Mohammadi, Z., Jafarzadeh, H., Shalavi, S., Bhandi, S., & Kinoshita, J.-I. (2015). Resilon: Review of a New Material for Obturation of the Canal. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 16(May), 407–414.
- Mohammadi, Z., & Yazd, I. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International Dental Journal*, 58(6), 329–341. doi:10.1922/IDJ
- Nawal, R. R., Parande, M., Sehgal, R., Naik, A., & Rao, N. R. (2011). A comparative evaluation of antimicrobial efficacy and flow properties for Epiphany, Guttaflow and AH-Plus sealer. *International Endodontic Journal*, 44(4), 307–313. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01829.x
- Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: Part 1: Periapical health. *International Endodontic Journal*, 44(7), 583–609. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01872.x
- Oliver, C. M., & Abbott, P. V. (2001). Correlation between clinical success and apical dye penetration. *International Endodontic Journal*, 34(8), 637–644. doi:10.1046/j.1365-2591.2001.00442.x

- Patel, S., & Barnes, J. J. (2011). Contemporary endodontics – part 2. *British Dental Journal*, 211(11), 517–524. doi:10.1038/sj.bdj.2011.1002
- Patil, P., Rathore, V. P. S., Hotkar, C., Savgave, S. S., Raghavendra, K., & Ingale, P. (2016). A comparison of apical sealing ability between GuttaFlow and AH plus: An in vitro study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 6(4), 377–82. doi:10.4103/2231-0762.186794
- Peters, O. A. (2008). Rotary instrumentation: an endodontic perspective. *AAE - Colleagues for Excellence*, (Winter), 1–8.
- Pinheiro, C. R., Guinesi, A. S., de Camargo, E. J., Pizzolitto, A. C., & Filho, I. B. (2009). Bacterial leakage evaluation of root canals filled with different endodontic sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 108(6), e56–e60. doi:10.1016/j.tripleo.2009.08.008
- Pizzo, G., Giammanco, G. M., Cumbo, E., Nicolosi, G., & Gallina, G. (2006). In vitro antibacterial activity of endodontic sealers. *Journal of Dentistry*, 34(1), 35–40. doi:10.1016/j.jdent.2005.03.001
- Qian, W., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2011). Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *Journal of Endodontics*, 37(10), 1437–1441. doi:10.1016/j.joen.2011.06.005
- Rehman, K., Khan, F. R., & Habib, S. (2015). Diaphonization: a recipe to study teeth. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 16(3), 248–51. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26057927>
- Ricucci, D., Siqueira Jr, J. F., Lopes, W. S. P., Vieira, A. R., & Rôças, I. N. (2015). Extraradicular infection as the cause of persistent symptoms: A case series. *Journal of Endodontics*, 41(2), 265–273. doi:10.1016/j.joen.2014.08.020
- Robertson, D., Leeb, I. J., McKee, M., & Brewer, E. (1980). A clearing technique for the study of root canal systems. *Journal of Endodontics*, 6(1), 421–424. doi:10.1016/S0099-2399(80)80218-4
- Rossi-Fedele, G., Doramac, E. J., Guastalli, A. R., Steier, L., & Poli De Figueiredo, J. A. (2012). Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *Journal of Endodontics*, 38(4), 426–431.

doi:10.1016/j.joen.2012.01.006

- Ruiz-Linares, M., Bailón-Sánchez, E., Baca, P., Valderrama, M., & Ferrer-Luque, C. M. (2013). Physical properties of AH Plus with chlorhexidine and cetrimide. *Journal of Endodontics*, 39(12), 1611–1614. doi:10.1016/j.joen.2013.08.002
- Santos, J., Tjäderhane, L., Ferraz, C., Zaia, A., Alves, M., De Goes, M., & Carrilho, M. R. (2010). Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings. *International Endodontic Journal*, 43(6), 455–460. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01687.x
- Schilder, H., & Hargreaves, K. M. (2006). Filling root canals in three dimensions. *Journal of Endodontics*, 32(4), 281–290. doi:10.1016/j.joen.2006.02.007
- Shanahan, D. J., & Duncan, H. F. (2011). Root canal filling using Resilon: a review. *British Dental Journal*, 211(2), 81–88. doi:10.1038/sj.bdj.2011.573
- Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2009). Diversity of endodontic microbiota revisited. *Journal of Dental Research*, 88(11), 969–981. doi:10.1177/0022034509346549
- Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2016). Microbiology of Endodontic Infections. In K. M. Hargreaves & L. H. Berman (Eds.), *Cohen's Pathways of the Pulp* (11th ed., pp. 599–629). St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier.
- Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Ricucci, D., & Hülsmann, M. (2014). Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *British Dental Journal*, 216(6), 305–312. doi:10.1038/sj.bdj.2014.200
- Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2008). Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11). doi:10.1016/j.joen.2008.07.028
- Slutzky-Goldberg, I., Slutzky, H., Solomonov, M., Moshonov, J., Weiss, E. I., & Matalon, S. (2008). Antibacterial Properties of Four Endodontic Sealers. *Journal of Endodontics*, 34(6), 735–738. doi:10.1016/j.joen.2008.03.012
- Sobhnamayan, F., Sahebi, S., Moazami, F., & Borhanhaghghi, M. (2013). Comparison of Apical Sealing Ability of Lateral Condensation Technique in Room and Body-Simulated Temperatures (An in vitro study). *Journal of Dentistry Shiraz University of Medical Sciences*, 14(1), 25–30.

- Souza, M., Cecchin, D., Farina, A. P., Leite, C. E., Cruz, F. F., Da Cunha Pereira, C., ... Figueiredo, J. A. P. (2012). Evaluation of chlorhexidine substantivity on human dentin: A chemical analysis. *Journal of Endodontics*, 38(9), 1249–1252. doi:10.1016/j.joen.2012.06.003
- Stuart, C. H., Schwartz, S. A., Beeson, T. J., & Owatz, C. B. (2006). Enterococcus faecalis: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of Endodontics*, 32(2), 93–98. doi:10.1016/j.joen.2005.10.049
- Susini, G., Pommel, L., About, I., & Camps, J. (2006). Lack of correlation between ex vivo apical dye penetration and presence of apical radiolucencies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 102(3). doi:10.1016/j.tripleo.2006.03.015
- Tennert, C., Feldmann, K., Haamann, E., Al-Ahmad, A., Follo, M., Wrbas, K.-T., ... Altenburger, M. J. (2014). Effect of photodynamic therapy (PDT) on Enterococcus faecalis biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. *BMC Oral Health*, 14, 132. doi:10.1186/1472-6831-14-132
- Tomson, R. M. E., Polycarpou, N., & Tomson, P. L. (2014). Contemporary obturation of the root canal system. *British Dental Journal*, 216(6), 315–22. doi:10.1038/sj.bdj.2014.205
- Venturi, M. (2006). Evaluation of canal filling after using two warm vertical gutta-percha compaction techniques in vivo: A preliminary study. *International Endodontic Journal*, 39(7), 538–546. doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01106.x
- Veríssimo, D. M., & Vale, M. S. do. (2006). Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *Journal of Oral Science*, 48(3), 93–98. doi:10.2334/josnusd.48.93
- Violich, D. R., & Chandler, N. P. (2010). The smear layer in endodontics - A review. *International Endodontic Journal*, 43(1), 2–15. doi:10.1111/j.1365-2591.2009.01627.x
- Vizgirda, P. J., Liewehr, F. R., Patton, W. R., McPherson, J. C., & Buxton, T. B. (2004). A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *Journal of Endodontics*, 30(2), 103–106. doi:10.1097/00004770-200402000-00010

- Wang, Z., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2014). Dental materials with antibiofilm properties. *Dental Materials*, *30*(2), e1–e16. doi:10.1016/j.dental.2013.12.001
- Yasuda, Y., Kamaguchi, A., & Saito, T. (2008). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a new resin-based endodontic sealer against endodontic pathogens. *Journal of Oral Science*, *50*(3), 309–313. doi:10.2334/josnusd.50.309
- Zehnder, M. (2006). Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, *32*(5), 389–398. doi:10.1016/j.joen.2005.09.014
- Zhang, H., Shen, Y., Ruse, N. D., & Haapasalo, M. (2009). Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, *35*(7), 1051–1055. doi:10.1016/j.joen.2009.04.022

ANEXOS

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 472

Ex.mo Senhor
Joaquim Morais

Monte de Caparica, 28 de setembro de 2016.

Ex.mo Senhor,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "**Estudo in vitro da capacidade de selamento apical de cimento endodóntico modificado com clorhexidina**", foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Prof.ª Doutora Maria Fernanda de Mesquita