

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Jorge Siqueira de Melo Filho

**EMPREGO DO MTA, PORTLAND E REALSEAL
COMO CIMENTOS OBTURADORES DO SISTEMA DE
CANALIS RADICULARES**

Taubaté – SP
2006

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Jorge Siqueira de Melo Filho

**EMPREGO DO MTA, PORTLAND E REALSEAL
COMO CIMENTOS OBTURADORES DO SISTEMA DE
CANALIS RADICULARES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre, pelo programa de Pós-Graduação do Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté.
Área de Concentração: Endodontia.
Orientador: Prof. Dr. José Luiz Lage-Marques

Taubaté – SP
2006

Melo Filho, Jorge Siqueira de.

Emprego do MTA, Portland e RealSeal como cimentos obturadores do sistema de canais radiculares / Jorge Siqueira de Melo Filho. – 2006.

115f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2006.

Orientação: Prof. Dr. José Luiz Lage-Marques, Departamento de Odontologia.

1. Introdução. 2. Revisão da literatura. 3. Proposição. 4. Material e método. 5. Resultados. 6. Discussão. 7. Conclusões.

JORGE SIQUEIRA DE MELO FILHO

**EMPREGO DO MTA, PORTLAND E REALSEAL COMO
CIMENTOS OBTURADORES DO SISTEMA DE CANAIS
RADICULARES**

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre, pelo programa de Pós-
Graduação do Departamento de Odontologia
da Universidade de Taubaté.
Área de concentração: Endodontia

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. _____ Universidade _____

Assinatura: _____

Prof. _____ Universidade _____

Assinatura: _____

Dedico este trabalho com muita gratidão à minha esposa Marili e aos nossos filhos, Cecília, Felipe e Fernando.

E da mesma forma à professora Iara Maria Lohmann Soares *in memoriam*.

AGRADECIMENTOS

Ao professor José Luiz Lage-Marques, cuja orientação foi fundamental para o resultado do trabalho.

À professora Sandra Habitante, que proporcionou a agilização do projeto piloto durante o processo de qualificação.

Ao Rodrigo Vance e Henrique dos Santos, amigos com quem sempre contei para dividir e resolver dificuldades durante o curso de Mestrado.

À senhora Sandra Campos, consultora da Optimum Comércio e Representação Ltda., São Paulo-SP, por ter cedido o RealSeal para avaliação no experimento.

Ver implica tornar-nos livres de pré-julgamentos, tornar-nos conscientes de nossa manipulação por velhas estruturas conceituais, adquirir novas através da coleção de conhecimentos, deixar de dar verdadeira prioridade à forma que nós gostaríamos que as coisas tivessem, interpretar imaginativamente de modo que o avanço se torne visível.

Brännström (1981)

RESUMO

Os recentes estudos da capacidade de selamento empregando variados tipos de cimentos tentam qualificar e definir a melhor proposta para a obtenção do selamento marginal apical dos dentes tratados endodonticamente. O objetivo deste experimento foi avaliar, em relação à técnica de condensação lateral e vertical empregando cones múltiplos de guta percha, a infiltração marginal apical dos materiais MTA-Ângelus, cimento Portland, e RealSeal usados como cimentos obturadores. Foram selecionados sessenta e quatro dentes humanos, pré-molares inferiores, uniradiculares e íntegros, divididos em quatro grupos. Procedeu-se a modelagem e a confecção do batente apical com instrumento de memória de calibre 50 observando-se 1 mm aquém do forame. A seguir os dentes foram obturados tendo como variável o cimento: no Grupo 1 (15) - Controle empregando cimento de óxido de zinco e eugenol; Grupo 2 (15) - Cimento Portland, Grupo 3 (15) – MTA - Ângelus e o Grupo 4 (15) com RealSeal. Após 24 horas os dentes obturados foram impermeabilizados externamente com cianocrilato de etila, respeitando a região próxima ao forame. Em seguida os espécimes foram imersos em corante Rodamina B a 1%, por igual período de tempo. Feito isso, executou-se a clivagem, digitalização e a análise das imagens no programa ImageLab. A média (mm) de infiltração linear do corante indicador definiu a ordem dos materiais avaliados: Grupo(RealSeal) VI - 1,11 mm, Grupo(Oze) I - 1,54 mm, Grupo(MTA) II - 5,95 mm e Grupo(Cimento de Portland) III - 13,39 mm. Os resultados pelo teste de Kruskal Wallis apontam para diferenças estatísticas significantes ao nível de 0,1% para as interações RealSeal x MTA x Cimento de Portland, Oze x Cimento de Portland ao nível de 0,1% e não ocorrendo diferenças nas interações Oze x RealSeal e Oze x MTA..Diante da proposta desenvolvida, obedecendo as condições experimentais estabelecidas pela metodologia criteriosamente aplicada, parece lícito concluir que: nenhum, dos cimentos testados promoveu o efetivo selamento marginal apical capaz de impedir a invasão do corante evidenciador. O RealSeal (1,11) apresentou um excelente selamento marginal como cimento obturador de canal. O MTA (5,95) apresentou uma média superior a cinco vezes o melhor resultado de infiltração marginal pelo corante. O cimento Portland (13,39) apresentou uma média de infiltração doze vezes superior ao melhor resultado. Alguns dos cimentos testados não se constituem propostas clínicas aceitáveis para a obturação do sistema endodôntico.

Palavras-Chave: Selamento marginal. Selamento apical. MTA, Portland e RealSeal

ABSTRACT

The recent studies of the sealing capacity using many materials as a root canal filling tries to qualify and to define the best proposal to obtain the marginal apical sealing ability of the teeth treated endodontically. The objective of this experiment was to evaluate the marginal apical infiltration of materials MTA- Angelus, I cement Portland, and RealSeal used as root canal fillings, in relation to the technique of lateral and vertical condensation by means of multiple cones of gutta percha. Sixty four human teeth were selected, including inferior pré-molars with single root canal and entire, divided into four groups. The shaping and the making of the apical stop were done with an instrument of memory (caliber 50) giving 1 mm after the foramen. Next the teeth were filled using as a variable the cement: in the Group 1 (15) - Control making use of cement of oxide of zinc and eugenol; Group 2 (15) - Cement Portland; Group 3 (15) - MTA - Ángelus and Group 4 (15) with RealSeal. After 24 hours the filled teeth were submitted to waterproof externally with etil cianocrilat, respecting the area close to the forame. Soon after the specimens were immersed in Rodamina B at 1% dye, for the same period of time, to make the clivagem, digitalization and the analysis of the images in the program ImageLab. The average (mm) of the dye penetration defined the order of the evaluated materials: Grupo (RealSeal) VI- 1,11 mm; Grupo (Oze) I - 1,54 mm; Grupo (MTA) II - 5,95 mm and Grupo (Cement of Portland) III - 13,39 mm. The results from the Kruskal Wallis's test point out statistically significant differences at the level of 0,1% for the interactions RealSeal x MTA x Cement of Portland, Oze x Cement of Portland at the level of 0,1% and did not point out differences in the interaction of Oze x RealSeal and Oze x MTA. Taking into account the developed proposal, obeying the experimental conditions established by the methodology applied with criteria, it is possible to conclude that: 1 -Any, of the tested cements provided the effective marginal apical seal that allows the penetration of the coloring; 2 - RealSeal (1,11) presented an excellent marginal sealing as canal cement filling; 3 - MTA (5,95) showed a superior average of five times the best result of the marginal infiltration of the dye leakage and 4 - the cement Portland (13,39) displayed a marginal infiltration average twelve times superior to the best result. Some of the tested cements doesn't constitute acceptable clinical proposal for the sealing of the endodontic system.

Key- words: Marginal Sealing, Apical Sealing, MTA, Portland and RealSeal

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos dentários limpos e separados para a seleção dos espécimes.....	64
Figura 2 – Radiografia inicial	64
Figura 3 – Cimento de óxido de zinco e eugenol	64
Figura 4 – Cimento MTA-Ângelus.....	65
Figura 5 – Cimento MTA-Ângelus cor cinza	65
Figura 6 – Cimento Portland.....	65
Figura 7 – Cimento RealSeal e seus componentes	66
Figura 8 – Disco de aço e peça de mão de baixa rotação	66
Figura 9 – Régua milimetrada endodôntica e elemento dental marcado para o corte	67
Figura 10 – Alicates manual para segurança e precisão do corte.....	67
Figura 11 – Elementos dentais seccionados.....	67
Figura 12 – Odontometria e desobstrução apical para penetração do corante.....	68
Figura 13 – Obturação com cimento de óxido de eugenol e guta-percha.....	70
Figura 14 – Obturação com cimento MTA.....	70
Figura 15 – Obturação com cimento Portland	71
Figura 16 – Radiografia de elemento dental obturado com cimento Portland	71
Figura 17 – Sistema RealSeal	72
Figura 18 – Seleção da ponta principal de Resilon.....	72
Figura 19 – Cone de papel embebido de primer e em seguida conduzido ao canal	72
Figura 20 – Ponta principal de Resilon sendo adicionado ao sealer para se unir ao primer.....	73
Figura 21 – Condensação lateral concluída	73
Figura 22 – Fotopolimerização do RealSeal na entrada cervical do canal	74
Figura 23 – Cianocrilato de etila.....	74

Figura 24 – Impermeabilização da superfície dental	74
Figura 25 – Raízes dentais imersas em Rodamina B a 1%	75
Figura 26 – Controle positivo	76
Figura 27 – Controle negativo	76
Figura 28 – Armazenando os espécimes.....	77
Figura 29 – Imagem dos espécimes do Grupo I OZE.....	78
Figura 30 – Imagem dos espécimes do Grupo II MTA	78
Figura 31 – Imagem dos espécimes do Grupo III Portland	78
Figura 32 – Imagem dos espécimes do Grupo IV RealSeal	78
Figura 33 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 1	82
Figura 34 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 2	82
Figura 35 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 3	83
Figura 36 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 4	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Descritivo resultante das médias de infiltração nos diferentes grupos experimentais analisados, em preto face mesial e em vermelho face distal das amostras .	80
Gráfico 2 – Descritivo resultante das médias de infiltração nos diferentes grupos experimentais analisados, total das amostras.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados originais (mm) obtida pela análise linear das amostras pelo programa ImageLab, face mesial (FM) e face distal (FD) das amostras	79
Tabela 2 - Resultado do teste de Kruskal Wallis	81
Tabela 3 - Resultado da comparação dos resultados experimentais realizada pelo teste de Kruskal Wallis.....	81
Tabela 4 - Comparação dos resultados experimentais e das diferenças apontadas pela análise estatística realizada pelo teste de Kruskal Wallis	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 MTA CIMENTO AGREGADO DE TRIÓXIDOS MINERAIS.....	16
2.2 CIMENTO PORTLAND.....	50
2.3 REALSEAL.....	57
3 PROPOSIÇÃO	62
4 MATERIAL E MÉTODO	63
5 RESULTADOS	79
6 DISCUSSÃO	84
7 CONCLUSÕES	103
REFERÊNCIAS	104
ANEXO A - Protocolo CEP/UNITAU nº 256/05	116

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos de tecido necrótico, bactérias e os produtos irritantes produzidos durante a evolução das doenças pulpares e do periápice, na cavidade pulpar são em geral removidos durante o esvaziamento e a modelagem do canal radicular. É provável e existem evidências que o selamento do conteúdo destes irritantes durante a obturação, pode prevenir seu escape para os tecidos circundantes. O selamento tridimensional do sistema de canais radiculares dificulta a sobrevivência dos microrganismos, evita a estagnação de líquidos no interior dos canais, possibilita condições para que ocorra o reparo tecidual tornando-se um procedimento de extrema relevância para o sucesso da terapia endodôntica.

O selamento deve permanecer intacto indefinidamente, pois o conteúdo irritante persistirá. Algumas bactérias confinadas no interior do canal perderão sua viabilidade, provavelmente devido a falta de substrato. Entretanto bactérias permanecerão latentes no sistema de canais radiculares, esperando a introdução de substrato para a sua proliferação. Até mesmo as bactérias mortas e seus remanescentes podem desencadear processos inflamatórios através de sua difusão para os tecidos periapicais.

A importância do selamento do sistema de canais radiculares, (câmara e cavidade pulpar, canais laterais, canais secundários, acessórios e delta apical) é primordial para o adequado tratamento endodôntico. A inadequada obturação propicia a percolação, criando um potencial para a comunicação entre a cavidade pulpar e o periápice. O processo inflamatório também pode ser desencadeado, quando os fluidos dos tecidos perirradiculares e das lesões periapicais, fornecem condições para a proliferação bacteriana remanescente no sistema de canais radiculares. Neste caso a percolação é um fator de insucesso especialmente em longo prazo do tratamento endodôntico.

Sendo assim, a importância da obtenção do selamento marginal apical, pronto a impedir a penetração de fluidos orgânicos e o alojamento de microrganismos na interface parede do canal - obturação, pode ser notada pelo volume expressivo de publicações que através das mais diferentes metodologias tem estudado este aspecto nos experimentos *in vitro* e *in vivo*.

Os materiais obturadores tanto sólidos (cones de guta-percha), quanto semi-sólidos (cimentos ou pastas) devem apresentar como requisitos: fácil introdução no canal, bom escoamento, selamento lateral e apical, boa estabilidade dimensional, impermeabilidade e insolubilidade, serem bactericidas ou desencorajarem o crescimento bacteriano, apresentarem radiopacidade, não mancharem a estrutura dentária, não serem irritantes aos tecidos periapicais, serem estéreis ou passíveis de esterilização, favorecer o reparo tecidual, ou não interferirem no mesmo e ainda serem facilmente removidos do canal radicular quando se fizer necessário.

Os materiais empregados na Odontologia sempre representaram um fator de grande interesse e importância. Particularmente no que se refere aos materiais obturadores endodônticos a procura de substâncias tem propiciado o estudo e a descoberta de mais de duzentos e cinquenta produtos que tem sido utilizados, de forma pura ou em associações.

Substâncias como o fio de ouro, cera, algodão, bambu, prata, guta-percha, resinas, teflon, ionômero de vidro, hidróxido de cálcio, incluem entre outras, uma variedade imensa de opções representando cada uma, sua fase na história da endodontia.

Um cimento vem alcançando destaque por apresentar propriedades físico-químicas adequadas e biocompatibilidade tecidual, trata-se do MTA, ou Agregado Trióxido de Mineral. Ainda em fase experimental, por apresentar características similares ao MTA, o cimento Portland tem chamado à atenção de alguns pesquisadores. Entre os materiais obturadores de

última geração o RealSeal, por enquanto não comercializado no Brasil, foi desenvolvido para substituir a guta-percha e os demais cimentos obturadores do sistema de canais radiculares.

A necessidade de estudos que contribuam para maior conhecimento dos cimentos MTA-Ângelus, Portland e RealSeal, na qualidade de obturadores do canal radicular, tendo como objetivo fornecer dados relativos ao maior ou menor grau de infiltração marginal destes novos materiais deve ser constante na busca de um cimento ideal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MTA CIMENTO AGREGADO DE TRIÓXIDOS MINERAIS

O MTA foi apresentado como sendo uma nova opção para obturações retrógradas. Esse material foi desenvolvido por Torabinejad et al. (1993), com o objetivo principal de isolar o sistema de canais radiculares do contato com a superfície externa do dente, através de retrobturação e selar perfurações radiculares.

Lee, Monsef e Torabinejad (1993) compararam em um trabalho *in vitro*, em dentes humanos, o selamento de perfurações laterais em cinquenta raízes mesiais de molares inferiores usando Amálgama, IRM e MTA. Os dentes foram colocados em solução salina por quatro semanas e depois, durante quarenta e oito horas, imersos em corante azul de metileno. Com uso da microscopia ótica observaram que as raízes obturadas com MTA revelaram menor infiltração, seguindo-se o IRM e o grupo do amálgama. Os autores justificaram o resultado evidenciando a grande capacidade hidrofílica deste novo cimento lembrando que as obturações se processaram em solução salina.

Uma de suas vantagens, além das apresentadas pelos materiais até então preconizados, é sua facilidade de manipulação e inserção no interior das cavidades retrógradas preparadas, não sendo necessário utilizá-lo em campo seco. Outra vantagem é a facilidade de remoção de qualquer excesso, porém a possível desvantagem é o longo tempo de presa, em média 2 h e 45 min (TORABINEJAD et al., 1993).

Torabinejad, Watson e Pitt Ford (1993), utilizaram trinta dentes humanos para avaliação de retrobturações com Amálgama, Super EBA e MTA. Os dentes foram previamente obturados com guta percha e cimento e preparados em seus três milímetros apicais para serem preenchidos com os materiais citados. As raízes foram mergulhadas em

Rodamina B fluorescente por vinte e quatro horas e após a secção longitudinal das mesmas e análise microscópica verificou-se uma menor infiltração do corante no grupo retrobturado com MTA, e maior do grupo do amálgama, seguido do EBA.

Retrobturações realizadas com Amálgama, IRM, Super EBA e MTA foram avaliadas, em noventa dentes uniradiculares, através de microscopia por Torabinejad et al. (1994). Metade das amostras foi seca e a outra metade foi contaminada com sangue antes das retrobturações e depois de imersas em azul de metileno a 1% por 72 horas. O resultado revelou uma menor infiltração do corante nas amostras retrobturadas com MTA secas ou contaminadas por sangue. Não houve diferença da penetração do corante nas amostras contaminadas ou secas em todas as amostras.

O pó de MTA consiste em finas partículas hidrofílicas, e dentre os seus principais constituintes estão o silicato tricálcio, alumínio tricálcio, óxido tricálcio e óxido de silicato, além de pequenas quantidades de outros óxidos minerais que são responsáveis por algumas propriedades desse agregado, como o pó de óxido de bismuto, que foi adicionado para torná-lo radiopaco Torabinejad et al. (1995c).

O MTA apresenta indicações que se estendem desde as obturações retrógradas até as restaurações das perfurações radiculares, sendo empregado em situações similares àquelas em que é empregado o hidróxido de cálcio.

Torabinejad et al. (1995c), usaram os métodos Agar overlay e radiocromo com células de ratos L929, para verificar o potencial citotóxico do Amálgama, IRM, Super EBA e MTA. As amostras de Amálgama demonstraram menor toxicidade, seguidas pelo MTA no método agar overlay, com os materiais frescos, após a espatulação ou já endurecidos. No método de radiocromo as amostras de MTA mostraram-se menos tóxicas quando em comparação ao Amálgama, da mesma forma estando os materiais endurecidos ou frescos. Os

pesquisadores sugeriram testes *in vivo* para confirmar o grau de toxicidade das substâncias utilizadas no experimento.

O Amálgama e o MTA foram utilizados por Pitt Ford et al. (1995) como materiais seladores em 28 pré-molares inferiores de cães perfurados na região de furca. A metade dos espécimes foi imediatamente obturada depois das perfurações. Os outros 14 dentes dos cães foram perfurados previamente obturados e deixados contaminarem-se com saliva. Após quatro meses do selamento com os materiais, os animais foram sacrificados e os espécimes analisados histologicamente. O resultado mostrou inflamação nos 14 espécimes selados com amálgama que foram contaminadas ou não por saliva. Em relação aos dentes selados com MTA e não expostos à saliva um espécime estava inflamado e cinco não apresentavam inflamação além de apresentarem formação de cimento em cima do material. Os pré-molares expostos à saliva e obturados com MTA, quatro apresentaram-se inflamados e três não, além de apresentarem formação de cimento. Os autores concluem que o MTA apresenta uma melhor efetividade no selamento das perfurações em relação ao Amálgama. O fato foi especialmente observado nos espécimes não contaminados por saliva.

Os materiais IRM, Super EBA e MTA foram investigados por Kettering e Torabinejad (1995) quanto à mutagenicidade. Utilizou-se o teste de Ames para o experimento. Os pesquisadores concluíram após o teste que nenhum dos materiais foi considerado mutagênico sendo todos isentos de propriedades carcinogênicas. Foi observado que o MTA apresenta uma menor citotoxicidade e melhor capacidade de selamento.

Torabinejad et al. (1995e) estudaram o reparo apical em retrobturações de pré-molares de seis cães da raça beagle. Os canais radiculares foram expostos por duas semanas a microbiota bucal. Permaneceram vedados por quatro semanas com restauração provisória, em seguida metade da amostra foi obturada com cimento e guta percha e a outra metade somente com guta percha. Os dentes foram submetidos à cirurgia periapical e retrobturados com MTA

e Amálgama. Após os animais foram sacrificados em duas etapas: um grupo foi sacrificado em um período de duas a cinco semanas e o outro grupo de dez a dezoito semanas. Submetidos à análise histológica os resultados demonstraram que o grupo obturado com MTA obteve um melhor comportamento em relação ao amálgama tanto ao primeiro quanto no segundo período. Observaram-se um menor número de células inflamatórias e formação de cimento sobre as obturações, que segundo os autores foi propiciado pela capacidade de selamento, um pH altamente alcalino e da possibilidade de liberação de ativadores dos cementoblastos através do MTA.

Torabinejad et al. (1995g) estudaram, *in vivo*, a biocompatibilidade do Super EBA e MTA em mandíbulas de porcos. Os implantes foram realizados utilizando-se tubos de Teflon contendo os materiais citados, que após o implante permaneceram nas mandíbulas por sessenta dias. Em seguida os animais foram sacrificados e os tecidos analisados microscopicamente revelaram que os implantes de Teflon com MTA apresentaram um menor grau de inflamação, embora os dois materiais tenham sido considerados biocompatíveis.

Torabinejad et al. (1995a) verificaram a ação antimicrobiana dos cimentos retrobturadores: IRM, dois tipos de amálgama, Super EBA e MTA, em sete bactérias anaeróbias estritas e nove bactérias facultativas. Os cimentos foram espatulados. Depois de tomar presa, aguardaram-se vinte e quatro horas para que fossem colocados em cultura de meio sólido com as bactérias selecionadas. O período de incubação foi em torno de 24 a 48 horas. O efeito antibacteriano foi verificado nas bactérias testadas quando em contato com o Super EBA e o IRM, mas de modo não satisfatório ao esperado de materiais retrobturadores. O MTA, embora apresentando um alto pH, foi efetivo apenas em algumas bactérias facultativas. Os dois tipos de amálgama testados não apresentaram nenhuma atividade antimicrobiana.

Torabinejad et al. (1995b) em um trabalho in vivo, utilizando quarenta dentes humanos extraídos e retobturados com Amálgama, IRM, Super EBA e MTA, verificaram o tempo necessário para o surgimento de infiltração bacteriana de *Staphylococcus epidermidis* nos espécimes testados. A infiltração do conteúdo bacteriológico foi constatada no amálgama, IRM e Super EBA no período de seis e cinquenta e sete dias. Após noventa dias de avaliação não se verificou penetração bacteriana nos espécimes retobturados com MTA.

Torabinejad et al. (1995d) avaliaram a adaptação marginal de retrobturações com os materiais: Amálgama, IRM, MTA e Super EBA. As amostras foram analisadas através de microscopia eletrônica de varredura, cuja leitura demonstrou defeitos ou fendas entre os materiais testados e a superfície radicular na seguinte ordem de menor para o maior número de fendas: MTA, Amálgama, Super EBA e IRM.

Torabinejad et al. (1995c) analisaram as propriedades físico-químicas dos materiais Amálgama, IRM, Super EBA, e MTA, relativas ao pH, composição química, tempo de presa, radiopacidade, solubilidade e resistência à compressão. Os dados obtidos mostram que o pH inicial do MTA foi de 10.2, aumentando para 12.5, depois de três horas da espatulação, quase coincidindo como tempo de presa de 2 h 45 min considerado um tanto longo. Os íons cálcio e fósforo constituem a base de sua composição química. O MTA apresenta uma boa resistência à compressão que após 24 h foi de 40 Mpa, e após 21 dias 67 Mpa. Neste estudo o MTA não demonstrou solubilidade. Apresentou-se radiopaco sendo superado neste quesito somente pelo amálgama.

Arens e Torabinejad (1996) relataram dois casos clínicos não cirúrgicos em que perfurações de furca foram seladas com MTA. Os pesquisadores não acharam necessária a intervenção cirúrgica fundamentados nas propriedades de selamento e biocompatibilidade apresentadas pelo Agregado de trióxidos de minerais. Os resultados dos casos clínicos foram extremamente positivos.

Abedi (1996) avaliou casos de capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio e MTA, em um estudo in vivo, utilizando incisivos de quatro macacos e pré-molares de seis cães. Expostas as polpas dentais foram imediatamente recobertas com os materiais propostos. Os dentes foram restaurados com amálgama e os animais sacrificados no período de tempo de dois e cinco meses, A análise histológica mostrou um grau de inflamação menor e uma maior formação de tecido duro nos capeamentos com MTA quando comparadas as de hidróxido de cálcio.

Pitt Ford et al. (1996) também avaliaram a ação do MTA e Hidróxido de cálcio (Dycal) em incisivos inferiores de macacos. Os casos de capeamento pulpar foram divididos em dois grupos de seis elementos obturados respectivamente com os dois cimentos. Decorridos cinco meses os animais foram sacrificados. A avaliação mostrou formação de ponte de dentina e inflamação pulpar discreta nas amostras capeadas com MTA. Por outro lado nas amostras capeadas com Dycal constatou-se severa inflamação pulpar e formação de tecido duro em apenas dois dentes.

Torabinejad et al. (1997) retrobturaram 12 incisivos centrais de três macacos, sendo que em seis incisivos utilizaram o Amálgama e nos outros seis incisivos o material de escolha foi o MTA. Os animais foram sacrificados cinco meses depois. A análise histológica mostrou que os incisivos centrais obturados com MTA apresentaram completa formação de cimento e nenhuma inflamação. As retrobturações dos outros seis elementos dentais com amálgama mostraram infiltrado inflamatório e total ausência de neoformação cementária. Baseados neste estudo e prévia investigação os autores recomendam o MTA como material retrobturador em humanos

Muitos materiais têm sido usados para conseguir a efetividade do reparo das perfurações dentais. O amálgama é um deles, mas quando comparado ao agregado trióxido de mineral quanto a microinfiltração, os resultados mostraram que o MTA apresentou uma

menor permeabilidade por sua capacidade seladora no reparo das perfurações (NAKATA et al., 1997).

Fischer, Arens e Miller (1998), em um trabalho *in vitro*, verificaram a penetração da bactéria *Serratia marcescens* em dentes retrobturados com Amálgama, IRM, Super EBA e MTA. A infiltração da bactéria foi evidenciada nos seguintes tempos: Amálgama depois de dez a sessenta e três dias da incubação, IRM de vinte oito a noventa e um dias, Super EBA de quarenta e dois a cento e um dias e no MTA a partir de quarenta e nove dias da incubação. Os dados obtidos a partir da análise estatística revelaram a maior efetividade do MTA como material retrobturador, demonstrada pela menor infiltração da bactéria quando comparado aos outros cimentos utilizados neste estudo.

Nakata, Bae e Baumgartner (1998) utilizaram a bactéria *Fusobacterium nucleatum* para avaliar *in vitro* o selamento de perfurações de furca, em trinta e seis molares humanos extraídos. A metade dos molares foi obturada com amálgama e a outra metade com MTA. Colocados em modelo anaeróbico de bactérias os espécimes após quarenta e cinco dias foram avaliados. As amostras obturadas com MTA não sofreram nenhuma infiltração. Oito das dezoito amostras obturadas com amálgama demonstraram infiltração entre vinte e um e trinta e oito dias do procedimento.

Torabinejad et al. (1998) implantaram em tíbias e mandíbulas de porcos da Guiné, tubos de teflon preenchidos com amálgama, MTA, IRM e Super EBA. Os animais foram sacrificados oitenta dias depois e as peças submetidas à análise microscópica histológica. O critério adotado para avaliação foi à quantidade de células inflamatórias encontradas, o tipo de célula encontrada e a espessura do tecido conjuntivo ao redor dos tubos de teflon. Verificou-se que os implantes contendo MTA apresentaram uma menor inflamação ao redor dos mesmos.

Koh et al. (1998) investigaram a probabilidade do MTA em estimular o reparo, a regeneração do periápice e periodonto, bem como a capacidade indutora de cimento ao seu redor. Foram manipulados os cimentos IRM e MTA e colocados separadamente em meios de cultura contendo osteoblastos e mantidos neste meio por sete dias. A análise procedida através do microscópio eletrônico de varredura mostrou resultados do MTA bem superiores ao IRM, e a capacidade de poder estimular o processo de reparação apical e periodontal. O MTA favoreceu a transformação das citocinas em osteoblastos humanos e a adesão destes ao próprio MTA.

Sluyk, Moon e Hartwell (1998) selaram perfurações de furca em molares superiores e inferiores em um experimento *in vitro*. O objetivo do trabalho foi verificar a propriedade de retenção do cimento MTA depois de vinte e quatro e setenta e duas horas da sua colocação. Simularam-se condições clínicas com uma matriz de Gelfoam umedecida em soro fisiológico para tornar úmido o ambiente abaixo da câmara pulpar próxima as perfurações. As cavidades foram cobertas com bolinhas de algodão úmidas e secas. As amostras com setenta e duas horas de presa apresentaram retenção muito superior às de vinte e quatro horas. Observou-se também uma maior adaptação do MTA no assoalho da câmara pulpar nas amostras cobertas com bolinha de algodão úmida. Não foram verificadas diferenças de retenção entre as amostras onde se cobriu com bolinhas úmidas ou secas. As amostras com 72 horas de presa apresentaram uma retenção muito superior do às de 24 horas, embora as amostras com presa de 24 horas tenham restabelecido a retenção após o tracionamento.

Wu et al. (1998), em um trabalho *in vitro*, com dentes bovinos recém extraídos, seccionados em fatias transversais de 3 mm de comprimento e modelados com 2,6 mm de diâmetro, testaram o selamento obtido por longo tempo com os cimentos retrobturadores: Fugii e Hi Dense (Ionômeros de Vidro), MTA, Super-EBA e amálgama. Utilizando um modelo de transporte de fluidos, no caso água dionizada mantida sob pressão, os autores

avaliaram durante um ano os espécimes. A infiltração foi mensurada e obtida por registro em tubo de vidro para capilaridade. Segundo a avaliação, observaram com o tempo que os materiais, amálgama e Super-EBA mostraram uma maior infiltração quando comparados ao MTA, que manteve sua capacidade de selamento até o final do experimento. Segundo os autores a farta hidratação ao pó do MTA resultou em resistência e redução à infiltração.

Em experimento *in vitro* com cultura de células fibroblásticas de gengiva humana e cultura L-929 (células de ratos), Osório et al. (1998), avaliaram os seladores de canal: Endomet, CRCS (Calcium Root Canal Sealer), AH26 e os materiais retobturadores: amálgama, Gallium GF2, Ketac Sealer, MTA e Super-EBA. Os efeitos da citotoxicidade foram avaliados usando os testes MTT (verificação da atividade mitocondrial) e CV (verificação do número de células afetadas). A análise estatística mostrou que o selador CRS apresentou uma menor citotoxicidade quando comparado ao Endomet e AH26. Em relação aos materiais retobturadores, o MTA não apresentou citotoxicidade, o Gallium GF2 produziu pequena citotoxicidade enquanto que o Ketac Sealer e Super-EBA apresentaram altos níveis de toxicidade celular. Ainda segundo os autores, o CRCS foi o melhor selador de canal e o MTA o melhor material retobturador.

Torobinejad e Chivian (1999) descreveram as aplicações clínicas do MTA nos casos de capeamento pulpar, pulpotomia, barreira apical em dentes com rizogênese incompleta, reparo de perfurações radiculares e de furca e obturação retrógada. Registraram neste trabalho a capacidade do material para a formação de barreira dentinária em pulpotomia e de cimento nas áreas de reparo de perfurações e retobtuações. Destacaram também a vantagem deste material em não permitir a microinfiltração, não ser tóxico e poder ser usado em meio úmido.

Holland et al. (1999b) implantaram em tecido subcutâneos de ratos túbulos dentinários preenchidos com MTA e hidróxido de cálcio. Trinta dias depois do início do trabalho os ratos foram sacrificados e analisados histologicamente. Os resultados mostraram

cristais nas amostras de MTA muito semelhantes aos cristais de calcita encontradas nas amostras de hidróxido de cálcio. Os autores admitem que o mecanismo de ação do MTA na estimulação e deposição de tecido duro nas estruturas perirradiculares pode ser muito semelhante ou igual ao do hidróxido de cálcio.

Holland et al. (1999a) realizaram um experimento in vivo em dentes de cães, obturando os canais de um grupo dental com guta-percha e MTA e outro grupo com guta-percha e cimento de ionômero de vidro. Os animais foram sacrificados seis meses depois e através de microscopia analisaram a reação tecidual do periápice dos dentes endodonticamente obturados com os dois materiais. O resultado obtido mostrou que embora o cimento ionômero de vidro apresente compatibilidade biológica, o cimento MTA é superior neste quesito, pois todas as amostras apresentaram selamento biológico e ausência de inflamação da região periapical.

Trabalhando com cães da raça beagle, Soares (1999) avaliou a resposta pulpar após a realização de pulpotomias nos dentes dos animais com os cimentos de hidróxido de cálcio e MTA. Os cães foram sacrificados depois de noventa dias. Procedeu-se a análise das amostras por microscopia, onde se evidenciou que as amostras com MTA mostraram um resultado um pouco superior do que as amostras com hidróxido de cálcio. O percentual de tecido pulpar normal foi de 82.14% para o MTA e de 66.66% para o hidróxido de cálcio.

Souza et al. (1999), revisando a literatura com o objetivo analisar trabalhos relativos ao melhor material selador em perfurações iatrogênicas, descreveram o uso do MTA e do Super EBA e concluíram que apesar de o Super EBA ter um bom comportamento para esta situação clínica o cimento MTA tem apresentado resultados mais promissores.

Analisando histomorfologicamente trinta e dois pré-molares superiores e inferiores de cães com lesões periapicais crônicas induzidas através da exposição dos canais radiculares ao meio bucal por cento e oitenta dias, Morandi (1999) retrobturou os dentes com os cimentos

óxido de zinco e eugenol consistente, Super EBA, MTA e IRM. Os pré-molares foram divididos em quatro grupos e retrobturados cada qual com os cimentos citados. Os resultados mostraram que o MTA, IRM e Super EBA apresentaram padrões histológicos similares, entretanto só houve deposição cementária, em íntimo contato com o cimento nos espécimes retrobturados com o Agregado de Trióxidos de Minerais.

Faraco Junior (1999), também trabalhando com cães, utilizou os materiais hidróxido de cálcio, dois tipos de MTA (branco e cinza) e um sistema adesivo para avaliar histomorfologicamente, a resposta pulpar, em capeamento pulpar direto de sessenta dentes em contato com estes cimentos. Sessenta dias depois do capeamento os animais foram sacrificados e as amostras analisadas histologicamente, mostrando uma contra indicação do sistema adesivo e do hidróxido de cálcio em capeamentos pulpares diretos. Os dois tipos de MTA mostraram-se indicados para o capeamento pulpar direto especialmente o MTA cinza, evidenciado por melhores resultados.

Agrabawi (2000) realizou um trabalho para verificar a infiltração marginal do corante azul de metileno a 1% em retrobturações com os seguintes materiais: Super EBA, amálgama e MTA. Utilizou setenta e cinco raízes de dentes humanos extraídos que permaneceram imersos no corante por setenta e duas horas. O cimento MTA mostrou-se superior aos demais materiais, pois não apresentou microinfiltração em nenhuma de suas amostras. As retrobturações com amálgama mostraram um índice de infiltração da ordem de cinquenta e seis por cento, enquanto que as amostras retrobturadas com o cimento Super EBA apresentaram microinfiltração em torno de vinte por cento.

Bakland (2000), referindo-se à técnica de uso do MTA em dentes decíduos vitais, que sofreram fratura coronal com exposição pulpar, descreveu a boa aceitabilidade do cimento na regeneração pulpar e aprova o método usado na referida situação clínica. A recomendação também é estendida ao tratamento de dentes decíduos com polpas necrosadas.

Keiser, Johnsons e Tipton (2000) avaliaram a citotoxicidade dos cimentos retrobturadores, amálgama, Super EBA e MTA em um modelo experimental de alta e baixa concentração de células fibroblásticas de ligamento periodontal humano. Os materiais foram espatulados e colocados no modelo de células. As avaliações mostraram uma maior citotoxicidade do amálgama seguido do super EBA e MTA. Os cimentos quando avaliados após vinte e quatro horas depois da espatulação mostrou no modelo de baixa concentração fibroblástica maior citotoxicidade do cimento Super EBA do que nas amostras de amálgama e MTA. O cimento mais citotóxico no modelo de alta concentração fibroblástica foi registrado também pelo Super EBA seguido do amálgama, enquanto que o MTA mostrou-se bem menos tóxico.

Para verificar a adesão dos osteoblastos humanos nos materiais retrobturadores amálgama, IRM, resina composta e MTA, Zhu et al. (2000), realizaram um experimento *in vitro* no qual, após a espatulação, os materiais foram colocados em placas de cultura por vinte e quatro horas, até que tomasse presa. Posteriormente, foram incubados em um meio de células de cultura de osteoblastos humanos. Realizou-se análise em microscopia eletrônica de varredura. O resultado mostrou muitas células encaixadas e aderidas ao MTA e resina composta. O amálgama evidenciou algumas células encaixadas e poucas aderidas. Quanto ao cimento IRM não se observou nem encaixe nem aderência de células ao material. Os autores concluem que há uma resposta favorável das células osteoblásticas humanas ao cimento MTA e resina composta quando comparados aos cimentos IRM e amalgama.

Nery (2000) verificou a resposta biológica dos cimentos Sealapex, Sealer Plus e MTA nos tecidos apicais e periapicais de trinta canais de dentes decíduos de cães que foram obturados com os referidos cimentos. Como grupo controle outros dez canais não foram obturados e durante a avaliação verificou-se invaginação tecidual do conjuntivo apical em todos os espécimes. Os dentes obturados mostraram reabsorções laterais mais evidentes e

selamento biológico do forame apical. Os cimentos demonstraram boa tolerabilidade pelos tecidos apicais. Foi verificada reabsorção pelo processo de rizólise somente nas raízes obturadas com MTA e Sealapex. Não se verificou reabsorção nas raízes onde se utilizou o Sealer Plus.

Koh (2000), estudando a respeito da biocompatibilidade periapical dos materiais retrobturadores, descreveu não existir ainda um material totalmente adequado para este fim. Entretanto refere-se ao recente cimento Agregado de trióxidos de minerais ter demonstrado ótimas propriedades biológicas. O cimento pode ser o material de escolha no futuro em todas as intervenções cirúrgicas onde a retrobturação seja uma exigência, porque o cimento apresenta um alto potencial de reparo e regeneração tecidual em toda a extensão perirradicular do elemento dental.

Dalçóquio et al. (2001) avaliaram o selamento apical após retrobturação com IRM, Ionômero de vidro, cionoacrilato e MTA em dentes humanos *in vitro* e concluíram que no período de 7 dias o grupo dental obturado com MTA e o Ionômero de vidro imersos em corante, apresentaram uma menor infiltração apical, não havendo diferenças estatísticas significantes. No mesmo período o IRM e o cionoacrilato submetidos às mesmas condições desenvolveram uma maior infiltração apical.

Haas et al. (2001), avaliando os materiais de última geração capazes de preservar o complexo dentino-pulpar referem-se ao potencial de confiabilidade na utilização do MTA e da Proteína Osteogênica 1. Embora a indicação principal para a proteção do complexo dentino-pulpar, ainda seja bastante direcionada para o uso do hidróxido de cálcio que é contemplado com farta literatura e trabalhos que corroboram o sucesso de aplicação clínica, os autores chamam a atenção para os resultados surpreendentes que vem obtendo a Proteína Osteogênica 1 e também o cimento MTA.

Kohen e Zmener (2001), revisando a literatura a respeito do MTA, descrevem o uso do material em endodontia assim como também a sua aplicação em outras especialidades odontológicas. Os autores relatam que o material possui ótimas propriedades biológicas, é hidrofílico sendo usado em retrobturações, perfurações apicais, laterais e de furca e principalmente favorece, estimula com grande potencial o reparo, a regeneração óssea e cementária. Entretanto apontam que se estabeleça uma relação mais adequada da pesquisa *in vitro* e *in vivo*, em animais, para que efetivamente os bons resultados conseguidos embasem a aplicação do material em dentes humanos.

Schmitt, Lee e Bogen (2001), revisando a literatura a respeito do MTA, descrevem e destacam as ótimas propriedades biológicas, a biocompatibilidade superior, o ótimo selamento apical e a pequeníssima citotoxicidade quando comparado a outros materiais usados para proteção pulpar. Os pesquisadores indicam-no para apicificação, capeamento pulpar direto e em todos os casos clínicos em que o hidróxido de cálcio não obteve um bom resultado.

Retrobturando cento e quarenta e quatro dentes humanos extraídos, com Geristore, Super EBA, cimento de Fosfato de Cálcio, amálgama e MTA com matriz de Fosfato de Cálcio, Roy, Jeansonne e Gerrets (2001) analisaram a influência do pH 5.0 aplicado na metade das amostras e do pH 7.4 também aplicado na outra metade das amostras por um período de vinte e quatro horas. O resultado da microscopia identificou que não ocorreu diferença quanto à infiltração nos espécimes independente do pH aplicado. A infiltração mostrou-se igual em todos os modelos. Porém, foram encontrados resultados diferentes nos espécimes retrobturados com Geristore e MTA com matriz de Fosfato de Cálcio submetidos ao pH 5.0 que minorou ainda mais as infiltrações.

Para verificar o reparo em perfurações laterais intencionais produzidas em quarenta e oito canais de dentes de cães, Holland et al. (2001b) realizaram o seguinte experimento:

modelaram e obturaram os canais, posteriormente desobturaram parcialmente os condutos e perfuraram lateralmente as raízes com broca diamantada. As amostras foram divididas e obturadas com MTA e cimento Sealapex. Decorridos cento e oitenta dias as amostras foram analisadas histologicamente. Os espécimes selados com MTA mostraram deposição de cimento nas áreas junto às perfurações e ausência de inflamação. As amostras seladas com Sealapex avaliadas após igual período de tempo, mostraram junto das perfurações inflamação crônica em todos os espécimes e pequena formação de cimento em apenas três dentes. Os autores concluíram que os resultados obtidos nos espécimes obturados com MTA foram bem superiores quando comparados ao selamento das perfurações com Sealapex.

Faraco Júnior e Holland (2001), trabalhando com dentes de cães, realizaram trinta exposições pulparem que foram capeadas diretamente com Hidróxido de cálcio e MTA. Depois de sessenta dias as amostras foram analisadas histologicamente. Os resultados mostraram que em todos os capeamentos com MTA houve formação de ponte dentinária e nenhuma inflamação pulpar. Os capeamentos com o cimento Hidróxido de Cálcio tiveram formação dentinária em apenas cinco espécimes. Segundo os autores o resultado sugere que o MTA é melhor que o Hidróxido de Cálcio para capeamentos pulparem, no entanto ratificam a necessidade de outras pesquisas para a obtenção destes resultados em dentes humanos.

Witherspoon e Ham (2001) descreveram os materiais utilizados nos casos de apicificação e recomendou o MTA especialmente em tratamentos em sessão única onde o cimento em contato com fluidos tissulares produz uma barreira de tecido apical endurecido. Os autores recomendam o uso do cimento também em dentes decíduos com polpas necrosadas.

Em um estudo *in vitro*, dois grupos dentais foram analisados. Após a retrobturação com MTA, verificou-se que tanto no grupo onde se optou por apicetomia e obturação

retrógrada, quanto no grupo onde só se fez obturação retrógrada, não houve diferença quanto a infiltração, que foi inibida em ambos os casos (ANDELIN et al., 2002).

Daoudi e Saunders (2002) avaliaram *in vitro* os efeitos do uso do microscópio operacional no reparo de perfurações de furca seladas com Vitrebond e MTA. Neste estudo os autores utilizaram 46 dentes molares humanos montados dentro de um gabarito simulando uma mandíbula. Perfurações de furca preparadas artificialmente com broca esférica de baixa rotação foram preparadas nas áreas de furca. Cada material foi usado para reparar um grupo de dentes com e sem o uso de microscópio operacional sob ampliação de 26X. A qualidade da colocação do material foi observada considerando como aceitáveis obturações que não excedessem além de 0,5 mm do lado da furca ou com obturações preenchidas em excesso e grosseiras. A verificação da infiltração após o reparo (preenchimento das cavidades da câmara pulpar dos dentes e perfurações na área de furca) foi avaliada com corante tinta da índia e em microscópio com aumento de 26X. Não houve diferença na aceitabilidade do reparo com ambos os materiais com o uso ou não do microscópio operacional. As perfurações reparadas com MTA permitiram menor penetração do corante. Apesar de não ter efeito no resultado do reparo das furcas, com ambos os materiais, o microscópio operacional facilitou os procedimentos nos grupos experimentais onde foi utilizado.

Rega, Gutmann e Witherspoon. (2002) compararam o potencial do cimento MTA e da resina plástica Diaket em promover a regeneração tecidual perirradicular quando usados como material retrobturador. Os autores usaram para o trabalho *in vivo* pré-molares de cães, acessados modelados e obturados em uma primeira etapa. Em seguida os animais divididos em dois grupos e submetidos à cirurgia e obturação retrógada com os materiais citados. A avaliação microscópica revelou que ambos, Diaket e MTA podem auxiliar a regeneração do periodonto perirradicular quando usados como materiais de retrobturação. Estatisticamente os

dois materiais não apresentaram diferenças quanto à resposta regenerativa observada nos tecidos periapicais.

Tziafas et al. (2002) estudaram a resposta celular pulpar em curto período de tempo após o capeamento de dentes de cães capeados com MTA. Selecionaram 33 dentes dos animais com idade entre 12 e 18 meses. Mecanicamente cavidades classe V foram expostas e cobertas com MTA no lugar da exposição com bolinhas de algodão úmidas com suave pressão e restauradas com amálgama. A reação dos tecidos pulpares foi avaliada com microscópio eletrônico e microscópio à luz (transmissão e escaneamento) depois da cicatrização em intervalos de uma, duas e três semanas. Os autores observaram uma zona homogênea de estrutura cristalina por toda a polpa e interface com MTA. As células da polpa mostravam mudanças nos seus estados funcionais e citológicos próximas à zona cristalina. Deposição de tecido duro de forma tipo óssea foi achado em todo o dente em contato com o material de capeamento e também associada às estruturas cristalinas, formação de dentina reparadora (formação de matriz tubular de pré dentina com molde de células alongadas) foi relacionada constantemente a uma zona de osteodentina firme. O presente estudo indicou que o MTA é um efetivo material de capeamento pulpar, capaz de estimular a formação de dentina reparadora pelo mecanismo defensivo e antecipado de cicatrização da ferida.

Usando uma endotoxina para avaliar a capacidade de selamento, foram comparados o Super EBA, amálgama, IRM e MTA. O selamento efetivo e melhor, contra a endotoxina, em ordem decrescente foi: MTA, EBA, IRM e amálgama. Os autores enfatizaram que além de ser excelente material selador o MTA promove regeneração tecidual periradicular e formação de cemento quando usado como material retrobturador (TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002).

Hachmeister et al. (2002), avaliando a capacidade de selamento e retenções do Agregado de Trióxidos minerais em um modelo de apexificação, concluíram ser necessário

descobrir e empregar uma técnica adequada nos casos de rizogênese incompleta, para juntamente com o MTA conseguir um selamento adequado.

Meira-Leite (2002), dissertando a respeito do cimento Agregado de trióxidos de Minerais, analisou *in vitro* o selamento apical e a adaptação marginal de treze elementos dentais humanos obturados com MTA, da porção cervical ao batente apical (1 mm aquém do ápice). O autor empregou neste experimento Lupa Estereoscópica e Microscopia Eletrônica de Varredura para avaliação da penetração de corante nos espécimes que foram imersos em solução de 0,5 de azul de metileno, previamente impermeabilizados com cianocrilato de etila, menos as embocaduras e os forames apicais dos elementos dentais. A análise através do microscópio ótico mostrou uma infiltração apical de 53,84% nas amostras testadas, com uma média de infiltração de 2,18 mm. A adaptação marginal verificada através da microscopia eletrônica revelou alternância entre ausência de adaptação e imagens de perfeita adaptação do cimento às paredes dentinárias. O autor conclui serem viáveis as obturações endodonticas com o cimento Agregado de trióxidos de minerais, mas chama a atenção da necessidade de outros estudos que contemplem o conhecimento pleno do tempo de presa, em ambientes úmidos e secos, do desenvolvimento de novas técnicas e de substâncias auxiliares que promovam uma melhor adaptação ao material.

Um estudo longitudinal imediatamente após o selamento de perfurações de furca em dentes humanos extraídos, comparou o Super EBA, o MTA e uma combinação dos dois materiais, isto é: o MTA obturando a perfuração e o EBA recobrindo-o no assoalho da câmara pulpar dental. O trabalho revelou que o super EBA promoveu um menor grau de infiltração e a combinação dos dois materiais garantiu também uma boa capacidade seladora durante o período até 24 horas. O MTA neste estudo garantiu uma maior infiltração. Um dos motivos para este resultado é que o Agregado Trióxido de mineral requer um tempo de quatro horas para obter um efetivo selamento (WELDON JÚNIOR et al., 2002).

Tanomaru Filho et al. (2002) analisaram a capacidade de selamento dos materiais: Óxido de Zinco e Eugenol, Sealer 26 e MTA. Trinta e seis dentes humanos unirradiculares foram modelados pela técnica escalonada e obturados com a técnica de obturação do cone único. Perfurações na área externa do terço médio das raízes foram confeccionadas até atingir a obturação dos condutos. Após a impermeabilização dos espécimes com araldite e esmalte de unha, as raízes foram divididas em três grupos de dez elementos cada um e submersos em azul de metileno a 2% por 48 horas. Após este período todas as raízes foram seccionadas longitudinalmente para a análise da infiltração do corante em perfilômetro com aumento de 20x. A análise revelou que o Sealer 26 e o MTA apresentaram selamento marginal semelhante, enquanto que o cimento de Óxido de zinco e eugenol revelou maior infiltração marginal pelo corante azul de metileno.

O propósito do estudo feito por White et al. (2002) foi determinar se o Hidróxido de Cálcio, MTA e Hipoclorito de Sódio causam mudança na força exigida para a fratura da dentina radicular. Foram utilizados dez incisivos centrais e laterais de bovinos. Padronizados os espécimes obtiveram-se cilindros dentais de 6,0 mm de diâmetro externo, 3,5 mm de diâmetro interno e comprimento de 10 mm. Os espécimes foram seccionados obtendo-se dois grupos: grupo I para controle e grupo II cujos espécimes foram divididos e colocados em quatro placas de Petri contendo separadamente cada uma 1 mm de: MTA, Hipoclorito de Sódio, Hidróxido de Cálcio e Soro Fisiológico, mantidos assim por quatro semanas. Após este período e aplicadas as forças com a Instron Universal Testing Machine - máquina usada para introduzir forças e para o teste de resistência à fratura, chegaram ao seguinte resultado: os espécimes da placa com Hidróxido necessitaram de apenas 32% da força requerida para a fratura do controle, MTA 33% de força requerida pelos espécimes de controle e o Hipoclorito de Sódio 59% de força em relação ao grupo I de controles, também submetidos às forças e ao

teste. Os resultados mostraram um enfraquecimento da dentina radicular após cinco semanas contendo as substâncias testadas.

Tanomaru Filho, Tanomaru e Ishikawa et al. (2003), após análise da capacidade de selamento apical do óxido de zinco e eugenol, Sealer 26, Pro Root MTA e MTA-Angelus, concluíram que o cimento Sealer 26 e os dois materiais a base de Agregado Trióxido de mineral apresentaram melhor selamento em relação ao óxido de zinco e eugenol.

Aeinehchi et al. (2003) estudaram e compararam o MTA e Hidróxido de Cálcio, após capeamento, de polpas de dentes humanos mecanicamente expostos. Selecionaram terceiros molares de indivíduos de vinte e vinte e cinco anos de idade divididos em dois grupos para o capeamento com os diferentes cimentos. Depois dos capeamentos os materiais foram cobertos com óxido de zinco e eugenol e restaurados com amálgama. Um total de 14 dentes foram extraídos depois do período de uma semana (dois molares), dois meses (três molares), três meses (cinco molares), quatro meses (dois molares), e seis meses (dois molares). A avaliação histológica demonstrou menor inflamação, hiperemia e necrose, uma formação de ponte dentinária mais espessa e mais freqüente formação de camada de odontoblastos nos espécimes capeados com MTA. Segundo os autores embora os resultados favoreçam o MTA, mais estudos com maior número de amostras e por um período mais longo de tempo são sugeridos.

Silva Neto et al. (2003), avaliando a infiltração marginal em obturação retrógrada realizada com ProRoot, MTA-Ângelus e Super EBA, por meio de infiltração marginal de corante, concluíram que todos os materiais testados não apresentaram diferenças estatísticas significantes quanto ao propósito do estudo e todos permitiram infiltração. Entretanto, os autores chamam a atenção que o ProRoot e MTA-Ângelus necessitam de quatro horas para o endurecimento do material e que este aspecto pode ser relevante em face da infiltração marginal apresentada.

Chong, Pitt Ford e Hudson (2003) avaliaram *in vivo* o grau de sucesso dos materiais retrobturadores MTA e IRM. Recrutaram 122 pacientes adultos usando critérios rígidos para a necessidade de cirurgia apical (apicetomia) e retrobturação de determinados elementos dentais. Após a cirurgia dental procedeu-se a obturação apical com IRM em um grupo de 58 pacientes. Retrobturaram apicalmente em um outro grupo de 64 pacientes, raízes dentais com o cimento MTA. Para avaliação os autores utilizaram tomadas radiográficas que foram analisadas por dois observadores treinados e com critérios acordados em períodos de um ano e revisão também aos 24 meses. Observaram um número maior de cura completa no grupo onde utilizaram o MTA (84% depois de 12 meses, 92% depois de 24 meses) comparado a o IRM (76% depois de 12 meses, 87% depois de 24 meses). Estatisticamente não houve significância nos resultados obtidos entre os dois materiais.

Silva Neto e Moraes (2003) avaliaram o selamento proporcionado pelos seguintes materiais: MTA Ângelus, ProRoot, Super-EBA e MBP-C (Resina epóxica e hidróxido de cálcio), em perfurações na região de furca de oitenta e oito dentes molares humanos que foram divididos em quatro grupos de vinte elementos cada um. A metade dos espécimes dos grupos, imediatamente antes do selamento das perfurações, recebeu no fundo do trajeto da perfuração a aplicação de uma matriz de Gesso Paris. As perfurações, na região de furca dos molares, de cada grupo foram seladas com os cimentos indicados e os dentes imersos em rodamina B a 0,2 %. Após este procedimento os espécimes foram seccionados para verificação da infiltração proporcionada pelo corante. A leitura foi processada através de microscópio ótico com aumento de quatro vezes. A análise estatística dos dados revelou que quando usado sem matriz de Gesso Paris, o MBP-C apresentou uma menor infiltração, seguido pelo Super EBA, ProRoot e MTA Ângelus. Na presença de matriz de Gesso Paris o MBP-C também apresentou uma menor infiltração, seguido pelo ProRoot e MTA Ângelus. A

matriz de gesso Paris influenciou negativamente a infiltração do MBP-C e Super-EBA, mas mostrou-se eficaz em impedir o extravasamento dos materiais utilizados.

Revisando a literatura a respeito de Perfurações Endodônticas, Ruiz (2003a) referiu-se aos materiais: Cavit, Óxido de Zinco e Eugenol, Hidróxido de Cálcio, Amálgama, Guta Percha, hidroxiapatita e Ionômero de Vidro como substâncias utilizadas por muito tempo para equacionar este acidente durante o tratamento endodôntico. Referindo-se ao MTA e ao seu recente uso e indicação clínica própria nesta conduta operatória, relata resultados excelentes após o tratamento das perfurações. Testificou a indicação do novo material por este apresentar indução da osteogênese e cementogênese, além de promover um bom vedamento marginal, fatores determinantes para o reparo tecidual.

Ruiz et al. (2003b), em trabalho de revisão de literatura, referiu-se à utilização do MTA em Endodontia nos seguintes procedimentos: selamento de perfurações, retrobturações, proteção pulpar, pulpotomia, tampão apical em rizogênese incompleta, obturação de canais radicular, e como material restaurador temporário. As propriedades físicas, químicas e biológicas, além da capacidade indutora de dentina, cemento e osso representam a base de indicação nas situações clínicas citadas.

Os materiais retrobturadores, Fuji I, Sealer 26 e MTA[®] foram avaliados quanto à capacidade de selamento apical, *in vitro*, utilizando-se dentes humanos imersos em corante. Procedeu-se a leitura através de estereomicroscópio e concluíram os pesquisadores que o Sealer 26 e o MTA se igualaram quanto ao selamento marginal. O Fuji I apresentou uma maior infiltração do corante (VALOIS; COSTA JÚNIOR, 2003).

Para avaliar o potencial do Agregado Trióxido de mineral como material obturador de canal, foi realizado um trabalho *in vitro*, utilizando-se dentes bovinos. Compararam-se as obturações do MTA com outros dois grupos dentais obturados através da técnica de condensação lateral e guta-percha e a técnica de guta-percha termoplastificada. As duas

técnicas com guta-percha demonstraram superioridade quanto ao selamento apical do MTA. Os autores sugerem novos estudos a respeito do tema (VIZGIRDA et al., 2004).

Investigando a capacidade de selamento em perfurações de furca do One Up Bond, MTA com e sem material selador secundário, Hardy et al. (2004), utilizaram dentes humanos mantidos em solução salina, para o estudo. As perfurações foram executadas no assoalho dos molares na região de furca, divididos em quatro grupos e obturados. No Grupo I obturou-se com One Up Bond, Grupo II, MTA, Grupo III, MTA recoberto com 2 mm de One Up Bond e o Grupo IV, MTA recoberto com 2 mm de Super EBA. Dez dentes não perfurados foram usados como controles. Para mensurar a integridade do selamento todos os espécimes foram conectados por um tubo a um aparelho, o Fladec, usado para mensurar em microlitro o fluxo fluídico, em micropipeta sob pressão de vinte centímetros de H₂O. O MTA sozinho permitiu infiltração significativamente mais do que o One Up Bond e o MTA com selamento secundário após 24 horas. Depois de um mês o resultado mostrou-se equivalente em todos os materiais testados.

O trabalho *in vitro* realizado por Araújo et al. (2004) avaliou sessenta e seis pré-molares humanos extraídos utilizando o MTA Ângelus, Pro Root MTA e IRM. Os elementos dentais foram instrumentados e obturados através da técnica de condensação lateral e vertical com cones de guta percha e cimento endomethasone. Confeccionaram-se cavidades apicais com 3 mm de profundidade nas raízes dentais divididas em três grupos de vinte elementos que foram obturadas com os materiais propostos. Todos os espécimes foram impermeabilizados com esmalte de unha com exceção da região das cavidades apicais e imersos em tinta nanquim por 12 horas. As raízes após a remoção do esmalte de unha, foram diafanizadas e analisadas em lupa estereoscópica. Os resultados mostraram não haver diferença significativa na infiltração do corante nas duas marcas de MTA, porém o IRM demonstrou um nível de micro infiltração maior ao apresentado pelos dois cimentos de MTA.

Apaydin et al. (2004) determinaram o efeito do sulfato de cálcio na deposição óssea e cementária durante o processo de cura na região periapical de dentes após cirurgia perirradicular. Para verificar esta possibilidade, 24 pré-molares de cães da raça beagle de dois anos de idade, foram selecionados e divididos em dois grupos de 12 elementos cada um. No grupo I os dentes foram modelados, confeccionados os batentes apicais com limas flexofiles e os 5 mm apicais obturados com guta percha aquecida através da técnica de condensação vertical. O grupo II foi obturado com cimento MTA. Duas semanas depois os animais foram submetidos à cirurgia e os elementos dentais retrobturados com MTA. A cortical óssea ao redor das raízes foi removida numa profundidade de 3 mm com broca número 6 de alta rotação e o sulfato de cálcio foi aleatoriamente colocado e assinaladas as regiões à esquerda ou à direita das áreas osteomizadas antes do procedimento de sutura. Depois de quatro meses os animais foram sacrificados e os tecidos periapicais analisados histomorfometricamente para avaliação do processo de cura. Todos os espécimes mostraram evidência de deposição cementária ao redor das raízes retrobturadas. O resultado indicou, que os sítios repleto com o sulfato de cálcio, não obtiveram nenhuma influência ou significado no processo de reparo perirradicular em função do uso deste material. Citam os autores que o reparo dentoalveolar adjacente ao MTA resulta em regeneração dos tecidos periapicais, incluindo a cementogênese, fato já evidenciado por Torabinejad (1995b, 1997) em trabalhos com cães e macacos respectivamente.

Shipper et al. (2004b) compararam a adaptação marginal dos materiais retrobturadores MTA e amálgama através do escaneamento com microscópio eletrônico em condições de baixo vácuo e de alto vácuo. Os pesquisadores utilizaram vinte dentes superiores extraídos e de uma única raiz divididos em dois grupos e obturados apicalmente com os dois cimentos. Após o seccionamento dos ápices, as falhas, rachaduras e espaços vazios entre os materiais retrobturadores e a parede radicular foram analisadas com o microscópio eletrônico.

O estudo mostrou que o MTA produziu uma adaptação marginal superior ao amálgama e que as condições de baixo vácuo mostraram o menor tamanho dos defeitos.

Apaydin et al. (2004) compararam o efeito do MTA recém preparado, fresco, e o MTA endurecido, isto é, após ter tomado presa, utilizados objetivando-se o reparo de tecido duro após cirurgia perirradicular. Os canais de vinte e quatro prémolares, de cães com dois anos de idade da raça beagle, foram retrobturados com MTA e divididos em dois Grupos de 12 raízes cada um. As raízes de todos os espécimes foram expostas cirurgicamente. O primeiro grupo foi retrobturado com MTA fresco enquanto que no segundo grupo utilizou-se MTA endurecido como material retrobturador. Depois de quatro meses os animais foram sacrificados. O reparo dos tecidos duros foi histomorfometricamente analisado. O resultado mostrou ter havido formação cementária nos doze espécimes obturados com MTA fresco. Nos espécimes obturados com MTA endurecido houve formação cementária em oito dos espécimes. Os autores concluíram neste estudo que em ambas as utilizações do MTA constatou-se a biocompatibilidade do material resultando em regeneração dento alveolar.

Yaltirik et al. (2004) propuseram-se avaliar a reação no do tecido conjuntivo subcutâneo de ratos após a implantação de Pro Root MTA e amálgama Oralloy (amálgama com alto percentual de cobre). Os materiais foram colocados em tubos de polietileno e implantados em duas áreas diferentes no dorso de ratos albinos Wistar no tecido conjuntivo. Tecidos foram coletados destas áreas, após sete, quinze, trinta, sessenta, e noventa dias do implante. A análise histológica foi obtida obedecendo ao seguinte padrão de escores: 0, presença de nenhuma ou poucas células inflamadas; 1, suave, menos do que 25 células inflamadas; 2, moderada, 25 a 125 células inflamadas; 3, reação severa, mais do que 125 células inflamadas. Os dois materiais foram bem tolerados pelos tecidos durante o período de avaliação de noventa dias. Um notável achado foi a presença de calcificação distrófica no tecido conjuntivo adjacente ao MTA. Este achado é consistente com a hipótese de indução de

tecido duro e do potencial de biocompatibilidade do MTA já sugerido e citado em trabalhos anteriores.

Balto (2004) avaliou a morfologia e fixação de fibroblastos do ligamento periodontal humano ao MTA, através da digitalização de imagens de microscópio eletrônico. O material (MTA) foi colocado em cavidade apical de trinta fatias de dentes humanos extraídos unirradiculados. Os espécimes foram divididos em dois grupos de quinze fatias cada um (material recém misturado e material já endurecido). Para cada grupo experimental, cinco fatias foram usadas para observação em um período de quatro, oito e 24 horas. Os espécimes foram colocados em cultura de células agrupados em 96 placas com 1 ml de células fibroblásticas do ligamento periodontal humano em suspensão e preenchidos com MTA. Os resultados mostraram morfologia normal das células colocadas em controle negativo. No controle positivo foram encontradas poucas células esféricas com faces lisas e muito mais células com faces ásperas e a maior parte delas não mostrou nenhuma fixação ao substrato. Observações similares foram verificadas no grupo do MTA fresco. No grupo do MTA endurecido as células estavam circundadas e achatadas, exibindo faces lisas, porém aparentavam estar compactamente fixadas ao MTA. Concluiu o autor neste trabalho que a qualidade e a quantidade de células fixadas ao material retrobturador poderiam ser usadas como critério para avaliar a toxicidade do material.

Matt et al. (2004), investigando a capacidade de selamento do MTA na sua apresentação cinza e branco e a microdureza proporcionada pela retrobturação em profundidades de dois e cinco milímetros com o agregado trióxido de minerais, utilizaram 44 incisivos humanos divididos em cinco grupos de oito elementos dentais cada um. Os dentes foram descoronados, padronizadas as raízes com o comprimento de 10 mm e preparadas para simular ápices radiculares abertos. O primeiro grupo foi retrobturado com MTA cinza e os canais obturados após 24 horas. O segundo grupo também foi retrobturado com MTA cinza e

obturados os canais imediatamente. No terceiro grupo a retrobturação foi realizada com 5 mm de MTA cinza e os canais obturados imediatamente. O quarto grupo também retrobturado com MTA cinza, mas seguido de obturação dos condutos após 24 horas. No quinto grupo metade dos espécimes foi retrobturado com 5 mm de MTA cinza e os canais obturados. A outra metade foi retrobturada com 5 mm de MTA branco e os canais obturados após 24 horas. As raízes foram imersas em azul de metileno. Os resultados foram os seguintes: o MTA cinza demonstrou significativa menor infiltração de corante em relação ao MTA branco. As obturações feitas após 24 horas permitiram uma menor infiltração do que os dentes obturados imediatamente. A barreira de 5 mm demonstrou maior microdureza do que a outra de 2 mm.

Hayashi, Shimizu e Ebisu (2004) relataram um caso clínico de um paciente de 58 anos de idade, que demonstrou dramática cicatrização da região periapical de canais radiculares retratados e que apresentavam ápices abertos. O insucesso da terapia convencional foi seguido por tratamento cirúrgico. Os canais radiculares severamente danificados foram obturados usando-se MTA em antecipação da formação do tampão artificial apical. Dois anos depois da obturação, os dentes tratados mostraram-se assintomáticos e o exame radiográfico demonstrou aparente regeneração dos tecidos perirradiculares. Segundo os pesquisadores, o MTA pode ser considerado um material muito efetivo para promover a regeneração dos tecidos do periápice, em dentes com grandes aberturas apicais.

Main et al. (2004) estudaram o reparo conseguido em 16 dentes humanos perfurados com o uso de MTA. Os dentes provieram do Programa de Residência em Endodontia da Universidade Americana de Loma Linda no estado da Califórnia. A tomada radiográfica inicial mostrou presença de lesões radiolúcidas nas regiões perfuradas. As perfurações se encontravam nas seguintes áreas dentais: três elementos dentais no ápice, três dentes na furca, cinco dentes em áreas laterais da raiz e cinco dentes em faixa ou em zip. Após um ano da obturação das perfurações com MTA, os elementos dentais foram radiografados para

controle. Sete elementos dentais não apresentavam lesões e nove ainda apresentavam presença de lesão radiolúcidas próximas às áreas dentais perfuradas. Porém, após 33 meses do controle todos os dentes apresentaram reparo das lesões assim como também os sete casos que após um ano mostraram-se reparados não apresentaram recidiva de suas lesões. O resultado foi evidenciado por tomada radiográfica e comparadas com as radiografias iniciais efetuadas logo após a obturação com o MTA. O estudo corrobora segundo os autores a efetividade do selamento do MTA e comprova a efetividade do material no reparo das perfurações dentais, modificando a visão anterior em relação ao prognóstico.

Camilleri et al. (2004) examinaram a biocompatibilidade de duas formas comerciais de MTA (cinza e branco) avaliando a morfologia celular estabelecida após o contato com os cimentos estudados. Os cimentos foram inicialmente tratados por um ou vinte e oito dias em 100% de umidade. A seguir foram semeadas células de osteossarcoma sobre os materiais por um, cinco e sete dias. Depois deste intervalo de tempo realizaram a investigação da morfologia celular pelo escaneamento em microscópio eletrônico. A biocompatibilidade dos constituintes do cimento silicato, alumínio e óxido de bismuto foram também investigados. Os autores concluíram após análise que o constituinte silicato, alumínio e óxido de bismuto não mostraram biocompatibilidade. As amostras tratadas com um dia das duas formas comerciais mostraram boa compatibilidade, contudo, a amostra tratada com vinte e oito dias foi bem menos compatível.

Faraco Júnior, Medeiros e Holland (2004) estudaram a reação do tecido pulpar de 15 dentes de cães capeados com MTA branco. As cavidades foram preparadas na região cervical da face vestibular dos dentes dos animais e recobertas com MTA branco. Sessenta dias depois do procedimento os animais foram sacrificados, as peças removidas e os dentes processados em laboratório para obtenção de cortes histológicos. Houve formação de ponte de dentina em todas as polpas dentárias. Alguns casos mostraram ausência de dentina tubular com a

presença de estrutura de aspecto morfológico peculiar selando a câmara pulpar. Dois espécimes apresentaram tecido pulpar inflamado. Os autores concluíram que o MTA branco possui propriedades desejáveis de um material a ser utilizado no capeamento pulpar.

Lage-Marques, Malheiros e Amorim (2005), em uma abordagem clínica, descreveram a técnica empregada com o MTA em obturações retrógradas, apicificações, reabsorções apicais, perfurações de furca, nos diferentes terços radiculares e no tratamento endodôntico conservador em pulpotomias. Todos os casos clínicos apresentados e preservados revelaram um ótimo resultado.

Masuda et al. (2005) estudaram a biocompatibilidade do MTA na revascularização dos tecidos conjuntivos em cavidade de orelha de coelho num trabalho *in vivo*. Utilizaram 12 coelhos albinos machos e prepararam vinte cavidades nas orelhas dos animais introduzindo-se um aparato dentro do tecido vascular vivo. Dez cavidades foram providas com MTA e as outras dez com hidróxido de cálcio usando-se o cimento Sealapex como comparação. Um volume de aproximadamente 1,5 mm cúbico dos materiais foi introduzido nas cavidades e na interação entre os tecidos vasculares. Um biomicroscópio para observação foi usado imediatamente, após a aplicação em uma, três, cinco, oito, 24, 48 e 72 horas, uma vez por semana, durante quatro semanas. Os resultados revelaram revascularização dos tecidos conjuntivos e completa recuperação da microcirculação depois de quatro semanas, tanto nos espécimes com MTA quanto nas amostras com o Sealapex. Contudo, observou-se uma barreira de precipitação e zona marrom ao redor do Sealapex, não encontrada ao redor do MTA. Os autores concluíram que o MTA é biocompatível e não produz quaisquer efeitos adversos na microcirculação dos tecidos conjuntivos.

Bernabé et al. (2006) compararam os efeitos do agregado de trióxidos de minerais. IRM, Super EBA e OZE na consistência de massa de vidraceiro, como materiais de obturação retrógrada em dentes despulpados de três cães. Depois de anestesiados os animais

selecionaram 24 pré-molares para o procedimento de biopulpectomia. Removidas as polpas dentárias os canais permaneceram abertos ao meio bucal por um período de 180 dias para induzir a formação de lesões periapicais. Concluído este período os animais foram submetidos à cirurgia periapical nos dentes selecionados, removidas as lesões do periápice, seccionados 2 mm do ápice radicular e preparadas retro cavidades apicais. As cavidades foram preenchidas com os materiais propostos e concluído o procedimento cirúrgico. As aberturas coronais foram seladas com dupla camada de OZE e obturadas com amálgama. Os cães foram sacrificados depois de 180 dias e removidas as peças para análise histomorfológica. Os escores obtidos revelaram não haver diferença significativa de reparo apical nos espécimes retrobturados com MTA, Super EBA e IRM, após a verificação histológica. Os três materiais mostraram resultados similares. Mas observou-se que o OZE na consistência de massa de vidraceiro teve influencia negativa no processo de reparo apical. Também foi observado que somente o MTA estimulou a deposição de tecido duro em contato direto com o material retrobturador, mesmo em condições críticas a que todos os materiais foram submetidos.

Bargholz (2005) apresentou um conceito de matriz modificada para o reparo de perfurações de raiz associado à obturação com MTA. O autor relata que as perfurações de raiz podem ocorrer durante a preparação do acesso cavitário endodontico ou durante a modelagem do canal. Segundo o pesquisador a utilização de uma matriz de colágeno reabsorvível auxilia na reconstrução da forma exterior da raiz e facilita a adaptação do MTA em casos de perfurações radiculares. A discussão, a observação e a análise da técnica proposta no trabalho são aprofundadas, referindo-se a dois casos clínicos com cinco anos de sucesso no reparo da perfuração radicular. O pesquisador conclui chamando a atenção de alguns pontos-chave evidenciados no seu trabalho: perfurações com inflamação periodontal podem ser tratadas com sucesso por longo período com MTA, matrizes para colocação de MTA podem ser

desenvolvidas com colágeno disponível comercialmente e o controle da infecção do canal radicular na área da perfuração é requerido para que se obtenha a cicatrização e o reparo.

Hernandez et al. (2005) compararam a percentagem de células apoptóticas e o perfil do ciclo celular de macrófagos e fibroblastos expostos ao contato com Pro Root MTA misturado com clorexedina ou com Pro Root misturado com água esterelizada. No experimento fibroblastos gengivais de ratos ou macrófagos de ratos foram semeados em pratos e incluídos às duas misturas com MTA. Após a análise por citometria de fluxo os resultados mostraram que os espécimes contidos no MTA e Clorexedina induziram a apoptose de macrófagos e fibroblastos. Em contraste nenhuma alteração na proporção de células apoptóticas foram observadas na preparação do MTA e água estéril. A análise do ciclo celular mostrou que a exposição ao MTA/Clorexedine diminuiu o percentual de fibroblastos e macrófagos na fase S (síntese de DNA) em relação à exposição MTA/Água estéril. Concluíram os autores neste estudo *in vitro* que a substituição de Clorexedina por água estéril, embora com potencial efeito antimicrobiano, aumenta a citotoxicidade quando usada em associação com o MTA.

Baek, Plenk Júnior e Kim (2005) compararam as respostas teciduais periapicais e regeneração do cimento ao utilizarem o Amálgama, Super EBA e MTA como materiais retrobturadores. Usando uma moderna técnica micro-cirúrgica em dentes pré-molares e molares de cães os materiais foram alojados retrobturando os ápices dentais. Depois de cinco meses avaliaram os espécimes por microscopia. A principal diferença na resposta tecidual com os diferentes materiais retrobturadores foi o grau de inflamação, o tipo de células inflamatórias, o número de formação de cápsulas fibrosas, a neoformação de cimento sobre os materiais, a cicatrização óssea e o espessamento do ligamento periodontal. O MTA mostrou a mais favorável resposta dos tecidos periapicais, com neoformação de cimento cobrindo o MTA. O Super EBA foi superior ao amálgama como material retrobturador.

Asgary (2005) investigaram, determinaram e compararam a composição do agregado de trióxidos de minerais na apresentação comercial de cor branca e cinza. Os resultados por microanálise de sondagem de elétrons indicaram que a cal (CaO), Sílica (SiO₂) e óxido de bismuto (Bi₂O₃) foram os componentes dominantes em cada caso e estavam presentes em todos os tipos de MTA analisados. A diferença significativa observada foi entre a medida de concentrações de Al₂O₃ (+122%), MgO (+130%) e especialmente o FeO (+1000%) quando comparado o MTA cinza em relação ao MTA branco.

Nakayama et al. (2005) investigaram *in vitro* o comportamento das células da medula óssea de ratos (RBM) semeadas nos cimentos Pro root MTA e IRM. A medula óssea foi obtida de um fêmur de rato inicialmente preparada para o cultivo celular. Semearam as células em pratos contendo os materiais e cultivadas por três dias. Procederam a análise morfológica através de escaneamento com microscópio eletrônico (SEM) e microscópio eletrônico de transmissão (TEM). Analisaram o cálcio liberado do material hidratado, a proporção da proliferação celular, a atividade da fosfatase alcalina, a expressão do colágeno tipo I e a proteína mRNAs relacionada ao osso. SEM mostrou que as células aderidas (RBM) ao MTA tinham superfície plana, e núcleos celulares sem protrusões e micropontas. TEM também revelou células aderidas mas falhas de aderência de dois micrometros freqüentemente foram vistas. O cálcio liberado do MTA hidratado chegou a aproximadamente 130 partes por milhão depois de três dias em imersão salina. A atividade da fosfatase alcalina foi registrada. A expressão do colágeno tipo I mRNA e proliferação de células esteve mais presente no grupo controle. No grupo do IRM, poucas células foram observadas e nenhuma célula viva encontrada. Os autores concluíram em função dos achados que o MTA apresentou baixa toxicidade, sem inibição do crescimento celular, mas impedimento da diferenciação de células osteoblásticas.

Fridland, Rosado e Eng (2005) estudaram a longo prazo a quantidade de material solubilizado e liberado pelo MTA nas mais variadas proporções pó/água avaliadas em estudos anteriores e também a verificação do pH encontrado na água destes espécimes. Ficou demonstrado que o MTA mantém um alto pH por um período longo de tempo conforme as condições deste estudo.

Moghaddame-Jafari et al. (2005), em trabalho *in vitro*, verificaram os efeitos do Pro Root MTA, de apresentação de cor branca, nas células apoptóticas da polpa e no ciclo das mesmas. Utilizaram células odontoblásticas de rato (MDPC-23) e células indiferenciadas de polpa (OD-21) expostas em zero a cem miligramas de MTA por 24 horas. Em conclusão ao estudo o MTA induziu a proliferação, e não apoptose das células da polpa *in vitro*. Os achados sugerem um mecanismo potencial para explicar os efeitos da regeneração observada no complexo dentina-polpa quando o MTA é usado para capeamento pulpar direto.

Ham et al. (2005) avaliaram as características e expressões morfogenéticas da proteína 2 do osso (BMP-2) em procedimentos de apicificações usando Hidróxido de cálcio (CaOH₂) e MTA. Trabalhando com macacos jovens (*Macacae fascicularis*), os dentes da arcada dental animal, em três dos quatro quadrantes, foram infectados por exposição pulpar à saliva. Depois de noventa dias dividiram os animais em dois grupos e trataram com os materiais propostos. Usaram dentes não tratados e infectados como controle negativo e dentes em desenvolvimento normal como controle positivo. A expressão BPMP-2 foi similar em todas as áreas apicais com a utilização do MTA e hidróxido de cálcio. O grupo de controle negativo apresentou maior imunoreação para BMP-2. Os autores chamam a atenção que o uso combinado de MTA/hidróxido de cálcio pode iniciar regeneração periodontal mais rápida do que a utilização dos materiais individualmente, entretanto mais estudos do uso do MTA como material apicificador são indicados.

Al-Hezaimi (2005) avaliaram *in vitro* a capacidade de selamento do MTA branco e MTA cinza em obturação de canais expostos à saliva. Os autores utilizaram 43 dentes humanos unirradiculares divididos em três grupos. No primeiro grupo (A) os dentes foram obturados com MTA cinza e guta percha. O segundo grupo (B) também obturado com guta percha, mas com cimento MTA branco. O terceiro (C) como controle foi obturado através de condensação vertical com cones de guta percha e selador de canal Kerr EWT. Os dentes foram montados em modelos para testar a infiltração de saliva. Depois de quarenta e dois dias uma raiz no grupo A (9,1%), quatro raízes no grupo B (36,4%) e nove raízes no grupo C (81,8%) mostraram infiltração. Em relação às condições deste estudo, ambas as apresentações de MTA aparentam ser mais resistentes à infiltração de saliva humana do que as amostras obturadas com guta percha e selador.

Xavier et al. (2005) avaliaram os materiais MTA-Ângelus, Super EBA e Vitremer (Ionômero de Vidro) usados para retrobturação. Verificaram o selamento dos materiais através de infiltração de corante por escaneamento com microscópio eletrônico. Os dentes foram isolados com esmalte e depois imersos em nitrato de prata, as raízes foram seccionadas transversalmente a cada milímetro, em três secções e avaliadas em estéreo microscópio para observar a penetração do corante. O MTA-Ângelus apresentou melhores resultados de adaptação marginal em relação aos materiais testados.

Rezende et al. (2005) testaram o efeito do MTA cinza de duas marcas comerciais (Pro Root MTA e MTA-Ângelus) na produção de citocina por macrófagos inflamatórios M1 (ratos de C57BL/6) e M2 (ratos de C57BL6IL12p40-/-mice) obtidos e cultivados na presença dos dois materiais. A viabilidade celular e a produção de tumor de necrose fator- α , interleucina (IL)-12e IL 10 em resposta a estimulação com interferon- γ e *fusobacterium nucleatum* ou *peptostreptococcus* anaeróbios também foi avaliada. Os resultados mostraram que os cimentos das duas marcas comerciais não interferiram com a viabilidade celular ou

com a produção de citocina por qualquer tipo de macrófago. Contudo, macrófagos M2 produziram altos níveis de IL₁₀ quando estimulados por *fusobacterium nucleatum* quando comparados a M1.

Sendo assim, em vista da literatura revisada parece lícito avaliar a capacidade de selamento marginal apical empregando cimentos de composições variadas.

2.2 CIMENTO PORTLAND

O cimento Portland, material amplamente utilizado na Engenharia é composto principalmente de silicato tricálcico, silicato bicálcico, aluminato tricálcico, ferro aluminato tetracálcico e sulfato de cálcio hidratado (MEHTA; MONTEIRO, 1994). O óxido de cálcio também é um dos seus componentes e lhe confere um pH de 10.3, inicialmente, atingindo 12.3 após três horas (WEIDMAN; LEWIS; REID, 1994). A alcalinidade neste nível propicia um meio desfavorável para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos, além de promover uma inibição das enzimas bacterianas (CALDWEL, 1995; ESTRELA et al., 1995). Há diferentes marcas comerciais e pequenas diferenças de composição que podem ser encontradas devido ao fabricante ou até mesmo por causa do local da mineração.

A composição química do Portland é muito similar aos principais componentes do MTA que foram determinadas por Torabinejad et al. (1995a). Wücherpfening (1999) identificou através de observação macroscópica e microscópica e análise de difração por meio de raios-X a similaridade entre os dois cimentos. Neste mesmo trabalho desenvolveram cultura de células com osteoblastos em presença de MTA e Portland, e tanto em quatro como em seis semanas após houve formação de matriz óssea. Dando continuidade ao experimento, *in vivo*, dentes de ratos adultos foram submetidos à pulpotomias com os referidos materiais. A análise histológica confirmou formação de barreira dentinária após duas semanas do

procedimento, o que comprova a biocompatibilidade dos materiais e a capacidade de formação dentinária. As propriedades biológicas do Cimento Portland, ainda não são bem conhecidas, por tratar-se de um material ainda em fase experimental.

Estrela et al. (2000) estudaram a atividade antimicrobial do MTA, Portland, pasta de hidróxido de cálcio, sealapex e dycal, sobre quatro cepas bacterianas: *Stafilococcus áureus* (ATCC6538), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27653), *Bacillus subtilis* (ATCC6633), *Candida albicans* (ICB/USP-562), e uma mistura destes microrganismos. O estudo analisou, também, os componentes químicos do agregado trióxido de mineral e de dois cimentos Portland. Os autores concluíram que a atividade do hidróxido de cálcio sobre os microrganismos foi superior ao MTA, Portland, Sealapex e o Dycal. O cimento de Portland e o MTA apresentaram apenas zonas de difusão e os dois cimentos apresentam a mesma composição química, porém o MTA apresenta o óxido de bismuto na sua constituição.

A evidência de similar composição química sugeriu um experimento para analisar o comportamento da polpa dentária de dentes de cães após pulpotomia e proteção direta com esses dois materiais. Depois de sessenta dias, Holland et al. (2001a) observaram nas peças dos animais sacrificados a formação de ponte dentinária tubular em quase todos os casos estudados. Concluíram que o MTA, e o Portland proporcionam os mesmos resultados semelhantes entre si na aplicação direta da proteção da polpa dentária e após o procedimento de pulpotomia. Holland et al. (2001b), observando a reação do tecido subcutâneo de rato ao implante de tubos de dentina obturados com Agregado Trióxido de Mineral, Portland ou Hidróxido de Cálcio e submetidos a análise histológica com luz polarizada e técnica de Von Kossa para tecidos mineralizados, encontraram em seus estudos respostas teciduais muito semelhantes. O fato sugeriu um mecanismo de ação muito similar entre os materiais estudados.

Holland et al. (2001c), trabalhando com cães, obturaram vinte dentes dos animais dispostos em dois grupos: Grupo I, dez dentes obturados após o completo preparo biomecânico e técnica de condensação lateral com o cimento MTA, Grupo II também com o mesmo procedimento, dez dentes foram obturados com o cimento Portland (Itaú-Minas Gerais). Noventa dias depois do tratamento os animais foram sacrificados e as peças removidas para análise histomorfológica. O resultado mostrou selamento biológico em oito espécimes obturados com MTA com presença de neoformação cementária em diferentes níveis e ausência de infiltrado inflamatório. Os outros dois espécimes mostraram selamento parciais, ausência do mesmo com pequeno infiltrado inflamatório crônico. Dos dentes obturados com cimento Portland sete casos mostraram selamento biológico completo na área foraminal e um caso no interior do canal. Os outros dois espécimes apresentaram selamento parcial em um nível de canal e outro no interior do mesmo e com presença de pequeno infiltrado inflamatório crônico.

Moraes et al. (2001) implantaram tubos de polietileno em tecido conjuntivo de ratos preenchidos com cimento Portland (Votoran) por um período de sete, doze, e sessenta dias. Os autores concluíram que o material avaliado era biocompatível.

Saidon et al. (2002) verificaram o reparo ósseo e pequeno processo inflamatório próximo aos materiais, após dois a doze meses do implante de cimento Pro Root MTA e Portland em mandíbulas de cobaias.

Bernabé et al. (2002) retrobturaram canais radiculares contaminados de dentes de cães com os cimentos MTA e num outro grupo com o Portland (cimento Itaú - minas gerais). Os dois grupos foram analisados por um período de cento e oitenta dias. Os autores do trabalho observaram resultados semelhantes entre os dois materiais na maioria dos espécimes. Houve deposição de tecido cementário em contato direto com os cimentos retrobturadores caracterizando um selamento biológico.

Duarte et al. (2002), preocupados com a possibilidade de contaminação bacteriana e fúngica do cimento Portland e do MTA-Angelus (cinza e branco) utilizaram o material de um saco recém aberto e de outro aberto a dois meses e realizaram um trabalho colocando estes cimentos em meios de cultura que após o repique dos caldos, em placas e meios específicos foram incubadas para o crescimento de Gram+, Gram-, *Staphilococcus*, *Pseudomonas*, *Enterococcus* e fungos. Os meios de cultura para bactérias foram mantidos a 37 graus centígrados por vinte e quatro horas, e o meio específico para os fungos foi mantido a 25 graus centígrados por quinze dias. O trabalho demonstrou não haver contaminação em nenhum dos materiais testados durante os períodos de avaliação.

Abdullah et al. (2002), trabalhando em culturas de células, compararam os cimentos Portland com tempo de presa acelerado com adição de cloreto de sódio a 10%, Ionômero de Vidro, MTA e cimento Portland não modificado. Os resultados obtidos após 12, 24, 48, 72 horas demonstrou que ambas as variações do cimento Portland não foram tóxicas e mostraram potencial para desenvolver o reparo ósseo.

Na tentativa de melhorar o quesito radiopacidade alguns trabalhos analisaram a adição de algumas substâncias ao cimento Portland. Em trabalho realizado por Figueiredo et al. (2002), revelaram-se diferenças na consistência do Cimento Portland quando se adicionou o subnitrato de bismuto ao pó. A adição de líquidos radiopacizantes, como o citrato de chumbo, acetato de uranila e ácido fosfotungstíco foi sugerida por Leites (2002), configurando-lhe o requisito de radiopacidade, necessário para o seu uso em odontologia, porém neste trabalho também se evidenciaram diferenças na consistência do Cimento Portland. Trindade, Oliveira e Figueiredo (2003) observaram o mesmo fenômeno quando as substâncias sugeridas por Leites (2002) foram incorporadas ao Cimento Portland e o ácido fosfotungstíco pareceu alterar a composição química do cimento.

A biocompatibilidade do cimento Portland isolado e acrescido de substância radiopacizante comparada ao MTA Pro Root foi avaliada em tecido subcutâneo de ratos. Implantes de tubos de polietileno contendo em seu interior MTA Pro Root, cimento Portland acrescido de 20% de óxido de bismuto e cimento Portland acrescido com 30% de bismuto. Os cimentos divididos em três grupos experimentais foram mantidos em tempos de sete, quinze e trinta dias. Os materiais avaliados mostraram redução significativa no grau de inflamação durante o tempo experimental estabelecido, assim concluíram Trindade, Oliveira e Figueiredo (2003).

Bernabé e Holland (2003) abordaram, revisaram e descreveram considerações sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos cimentos MTA e Portland. A indicação e o emprego clínico do MTA são revelados de forma muito abrangente mostrando a real importância do novo cimento nas diversas especialidades odontológicas. Da mesma forma não deixaram de contemplar a possibilidade de uso do cimento Portland na clínica odontológica pela sua similaridade com o MTA corroborada por inúmeros trabalhos citados a respeito do tema e incluídos no capítulo redigido.

Bernabé et al. (2004) avaliaram a capacidade seladora marginal e a infiltração na massa de Agregado Trióxidos de minerais: MTA Ângelus, Pro Root MTA, Cimento Portland e também Sealapex consistente. Utilizaram sessenta dentes humanos recém extraídos, instrumentados, impermeabilizados com Araldite e seccionados 3 mm da porção apical das raízes. Retrocavidades de 3 mm de profundidade e 1,4 mm de diâmetro foram preparadas com auxílio de pontas diamantadas ultra sônicas e posteriormente obturadas com os cimentos propostos. Para aferição da infiltração do corante azul de metileno a 2% e captação das imagens utilizou-se câmara de vídeo acoplada a um microscópio óptico e as medidas realizadas por um programa de computador Sigma Scan. Os resultados demonstraram não haver diferença na infiltração da interface dentinária e materiais retrobturadores analisados.

Porém a infiltração na massa dos cimentos obturadores foi significativa do ponto de vista estatístico e podem ser ordenados do maior para o menor grau de infiltração: Pro Root MTA, Cimento Portland, Sealapex consistente e MTA Ângelus. Entretanto não houve correlação no resultado entre as duas infiltrações.

Menezes et al. (2004) avaliaram através da microscopia os cortes histológicos de 38 dentes de cães que após pulpotomias e proteções diretas, foram recobertos com MTA e Cimento Portland branco. Os animais foram sacrificados cento e vinte dias depois do tratamento e selecionados os espécimes. A análise histológica revelou que os materiais utilizados no experimento induziram a formação de ponte dentinária nos espécimes estudados e mantiveram vitais as polpas dentais analisadas. Os autores concluíram que as substâncias usadas mostraram-se efetivas como protetoras pulpareas nas pulpotomias realizadas nos cães.

Ribeiro et al. (2005) testaram *in vitro* a biocompatibilidade dos cimentos MTA Ângelus, Portland na apresentação cinza e Portland de cor branca. No presente estudo, efeitos citotóxicos e genotóxicos foram avaliados usando uma única célula alcalina gel (comet), que tem esta nomenclatura porque quando é observada em microscópio tem o formato de cometa. Esta célula foi desenvolvida como uma rápida, simples e confiável técnica bioquímica para avaliar o dano em células mamárias relativo à genotoxicidade. No caso os cimentos foram incluídos com células de linfomas de ratos, a célula alcalina gel (comet) e monitorado o efeito citotóxico dos materiais através de um teste de exclusão denominado azul Trypan. Os resultados indicados mostraram que nenhum dos cimentos testados eram citotóxicos.

Sipert et al. (2005) determinaram *in vitro* a atividade antimicrobiana dos cimentos obturadores: Fill Canal, Sealapex, MTA, Cimento Portland, e EndoRez utilizando o método de difusão em ágar Müller-Hinton. Os microrganismos *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 259222, *Micrococcus luteus* ATCC 9341, *Estafilococcus aureus* ATCC 25923, *Stphilococcus epidermidis* ATCC 12228, *Pseudomonas aeruginosa*

ATCC27853 e *Cândida albicans* ATCC10231 foram semeados em um prato vazado. Pratos contendo estas bactérias e com um cimento a ser testado foram mantidos a temperatura ambiente por duas horas por pré-difusão e incubados a 37 graus centígrados por 24 horas, após as zonas de inibição foram medidas. Neste estudo de laboratório os cimentos Fill Canal, Sealapex, MTA e Portland apresentaram atividade antimicrobiana, enquanto que o cimento Endo Rez não se mostrou ativo.

De-Deus et al. (2005) avaliaram os efeitos citotóxicos de duas marcas de Agregado de Trióxidos de Minerais: ProRoot MTA e MTA Ângelus e também do cimento Portland em células endoteliais humanas ECV 304. Efeitos dos materiais nas funções mitocondriais foram medidas por uma análise colorimétrica e os dados analisados estatisticamente por uma única análise de diferença e o pós teste Bonferroni. Não houve diferença estatística significativa mostrada entre qualquer dos materiais experimentados e concluíram os autores do experimento que as duas marcas de MTA e o cimento Portland, mostraram inicialmente um efeito similar citotóxico elevado, que diminuiu gradualmente com o tempo, de modo a permitir o restabelecimento da cultura de células.

Camilleri et al. (2005) avaliaram a biocompatibilidade, na função metabólica e funcional da célula, os cimentos Portland de cor cinza e branca, Portland acelerado e do MTA de cor branca para uso endodôntico. A constituição do cimento Portland de cor branca e cinza, MTA de cor branca e cimento Portland acelerado produzido por exclusão do gesso do processo de fabricação (Aalborg White) foram determinados usando a análise de energia dispersa com raios-X e análise de difração de raios-X. A biocompatibilidade dos materiais foi determinada usando um método de teste direto, onde a proliferação das células foi medida quantitativamente através do corante Azul TM Alamar e também com o método indireto onde as células cresceram no material de cultura. A proliferação das células foi determinada pela prova de metiltetrazolium. Os resultados mostraram não haver efeito tóxico do MTA cinza ou

branco. Mesmo com a adição de óxido de bismuto ao cimento Portland também não foi verificada atividade citotóxica. O crescimento das células mostrou-se pobre quando semeados em contato direto com os testes dos cimentos. Os componentes de hidróxido de cálcio produzidos pelos cimentos durante as reações de hidratação induziram a proliferação celular.

As propriedades químicas e físicas e de biocompatibilidade do Portland, por tratar-se de um material ainda em fase experimental, mesmo tendo demonstrado através de estudos um grande potencial de uso em endodontia, precisam ser melhor conhecidas através de novas pesquisas.

2.3 REALSEAL

A introdução do polímero sintético e resina dual para a obturação dos canais radiculares foi apresentada no ano de 2003 na Sessão Anual da Associação Dental Americana. O sistema RealSeal (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, EUA), recentemente introduzido no comércio especializado, foi desenvolvido para substituir a guta-percha e os cimentos clássicos na obturação endodôntica através da Corporação Resilon (CHIVIAN, 2004).

Os componentes deste sistema incluem:

Epiphany primer[™]: um primer autocondicionador, contendo ácido sulfônico, HEMA, água e um iniciador de polimerização.

Epiphany sealer[™] : um cimento compósito à base de resina com polimerização dual. A matriz de resina compreende BisGMA, BisGMA etoxilado, UDMA, e metacrilatos disfuncionais hidrofílicos. Contém como “fillers” hidróxido de cálcio, sulfato de bário e sílica. O conteúdo total de fillers é de aproximadamente 70% por peso (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004).

Resilon™ core material: cones à base de um polímero sintético termoplástico (poliéster) que contém vidro bioativo, oxiclreto de bismuto e sulfato de bário. O conteúdo de fillers é de aproximadamente 65% por peso. Os cones de Resilon™, assim como os de guta-percha, encontram-se disponíveis em diâmetros Do ISO com conicidades 0,02, 0,04 ou 0,06 e também em tamanhos acessórios (LEONARDO, 2005)

Usados conjuntamente os componentes possuem uma interação química formando um monobloco de resina aderindo-se às paredes do canal radicular, formando “tags” (que invadem os túbulos dentinários, reduzindo de modo significativo os espaços (falhas) e impedindo a entrada de microrganismos. Segundo fabricante o cimento não é mutagênico, é biocompatível, reabsorvível, causa uma menor irritação tecidual que os cimentos de óxido de zinco e eugenol e resinas epóxicas, tem excelente escoamento. Foi aprovado para o uso endodôntico pelo FDA nos Estados Unidos. O sistema pode ser usado em equipamentos de termoplastificação. Quando houver necessidade de remoção dos cones do interior do canal a utilização do calor será importante e limas manuais penetrarão no material amolecido até o limite de trabalho. Porém remover a resina intratubular é inviável, por outro lado, a sua presença no interior dos túbulos dentinários sepultará os microrganismos aí presentes não comprometendo o prognóstico do retratamento (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004).

Mounce e Glassman (2004) definiram cones sintéticos de poliéster como um avanço na endodontia por serem um material que fortalece a estrutura dental quando unido à dentina formando um monobloco, material obturador/dentina. Este material possui radiopacidade semelhante aos cones de guta-percha e são passíveis de retratamento com uso dos mesmos solventes. São comercializados como sistema RealSeal® ou Epiphany® de obturação e devem ser usados com um cimento resinoso de sistema dual, cujo tempo de trabalho é de aproximadamente 25 min Sua técnica de obturação é semelhantes aos demais cimentos endodônticos e cones disponíveis no mercado

Shipper et al. (2004) avaliaram a infiltração microbiana em dentes humanos obturados pelo sistema RealSeal usando compactação lateral e vertical. Comparou-se o resultado com a guta-percha em associação com o cimento AH-26 ou com o cimento Epiphany, empregando a mesma técnica de obturação. Foi utilizado um método similar ao de Torabinejad et al. (1995g) utilizando-se como marcadores de infiltração o *Streptococcus mutans* e o *Enterococcus faecalis*. Os resultados mostraram nos grupos de uso da guta-percha que a infiltração foi significativamente maior ($p < 0,005$) e mais rápida do que nos espécimes obturados com o sistema RealSeal. Após esta avaliação foi selecionado aleatoriamente um espécime obturado com o RealSeal e outro com AH26 para verificação por microscopia eletrônica de varredura. Os elementos dentais foram seccionados longitudinalmente de maneira a se visualizar a interface material obturador/parede dentinária. A microscopia eletrônica de varredura mostrou haver um espaço uniforme parede dentinária/material obturador com aproximadamente 10 μ m de largura, no AH26. Nenhum espaço foi visualizado no espécime obturado com o sistema RealSeal.

Shipper et al. (2005) verificaram num estudo *in vivo* a inflamação periapical, em 56 dentes de cães obturados com guta percha e o cimento AH26 quando comparada a outros dentes com o Sistema RealSeal. Todos os grupos foram previamente inoculados coronalmente com microrganismos orais. A técnica utilizada foi de condensação lateral e vertical. A inflamação foi menor no Sistema Real e autores e os autores justificaram o fato deste sistema apresentar superior resistência a microinfiltração coronal.

Teixeira et al. (2005) avaliaram resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente com guta percha através de técnica de condensação lateral e vertical com guta-percha em comparação com raízes obturadas pela mesma técnica com o sistema RealSeal. Os resultados mostraram uma maior resistência à fratura nos espécimes obturados com RealSeal.

Tay (2005) avaliou a ultra estrutura do selamento apical de raízes obturadas Resilon/ephiphany e cimento AH Plus/ guta percha. O estudo *in vitro* com dentes humanos extraídos unirradiculares foi realizado através da técnica coroa-ápice, irrigação dos condutos com NaOCL e EDTA (ácido etileno diamino tetra acético) e posteriormente obturados com os materiais avaliados. Foram examinados gaps (lacunas ou fendas) nas paredes de união dentina e material obturador usando escaneamento microscópio eletrônico (SEM) em dois espécimes obturados com Resilon/Ephiphany e em dois espécimes com Guta Percha como controle. Dez dentes de cada grupo foram preparados com a técnica de penetração de traços de prata e a presença das infiltrações apicais apresentadas por traços de prata foi avaliada com o uso de microscópio eletrônico de transmissão (TEM). SEM revelou nas amostras observadas de ambos os materiais regiões livres de gaps e regiões contendo gaps. TEM revelou a presença de depósitos de prata junto ao selador-interface e camada híbrida do Resilon/Ephiphany e entre o selador e a guta percha nos controles. O autor concluiu que um selamento hermético apical não pôde ser alcançado neste estudo com nenhum dos dois materiais obturadores testados.

Hiraishi et al. (2005) avaliaram a força de adesão do Resilon com o Next TM um selante de canal (Heraeus-Kulzer), a base de metacrilato, usando um micro shearbond de Resilon como modelo de teste. Foram preparadas faces planas do Resilon com diferentes asperezas e comprimido o molde unido ao selador e depois comparado com um outro compósito controle Depois do teste com o Shearbond, os espécimes fraturados foram examinados com auxílio do escaneamento por emissão de microscópio eletrônico para verificação detalhada da adesividade. Evidências ultra estruturais da fase de separação dos componentes poliméricos puderam ser identificados no Resilon. Após a avaliação concluíram os autores que a baixa força de adesão do Resilon com o selador a base de metacrilato comparado com o compósito controle sugere que uma quantidade de dimetacrilato

incorporado ao compósito termoplástico a base de policaprolactone do Resilon pode não ser otimizado para uma efetiva ligação química às resinas de metacrilato.

Os trabalhos que contemplam as propriedades deste novo material como cimento obturador ainda é em número inexpressivo. O sistema está em fase experimental. O presente experimento deve contribuir no aprofundamento e análise de temas relevantes a respeito do Sistema RealSeal.

3 PROPOSIÇÃO

Constitui proposta do presente estudo, realizar a obturação do sistema de canais radiculares e avaliar a capacidade de selamento marginal apical dos cimentos: Óxido de zinco e eugenol, MTA-Ângelus, Cimento Portland e o RealSeal, tendo como modelo experimental a infiltração do corante indicador.

4 MATERIAL E MÉTODO

Foram selecionados para o presente experimento, 64 dentes humanos, pré-molares inferiores, com raízes retas e com um único canal, doados pelo Banco de Dentes do Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté.

Após a seleção o armazenamento e conservação ocorreu em estufa e umidade ideal, submersos em água destilada.

O número de espécimes foi definido após estudo prévio realizado pelo programa estatístico GMC¹, versão 9.0 de 2004, realizados por meio dos resultados de apenas um grupo do projeto piloto, como segue abaixo.

Nível de significância escolhido:	$\alpha = 0.001$
Valor de z para esse nível de α :	3.2800
Desvio-padrão no ensaio piloto:	0.7071
Erro padrão da média no piloto:	0.3162
Número de dados da amostra:	5
Resultado do teste:	

Tamanho recomendado para a amostra:	13 dentes

Quadro 1 - Resultados do teste no GMC versão 9.0 2004 para determinar o tamanho da amostra

¹ GMC – Geraldo Maia Campos – FORP – Ribeirão Preto – SP.

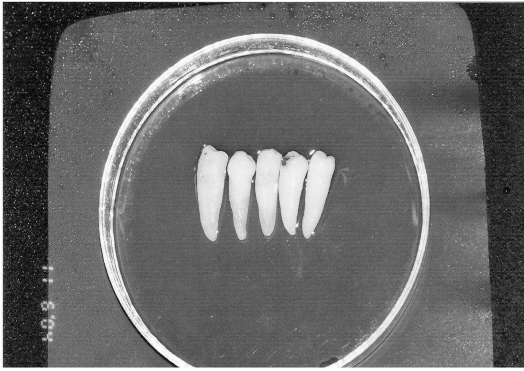


Figura 1 – Elementos dentários limpos e separados para a seleção dos espécimes



Figura 2 – Radiografia inicial

De acordo com os resultados do teste, estabeleceu-se o número de 15 dentes para cada amostra, levando-se em consideração possíveis erros durante o processo de execução do trabalho.

Sendo assim, foram compostos quatro grupos com quinze dentes cada (sessenta dentes) e mais dois dentes para cada controle positivo e dois para controle negativo, divididos da seguinte maneira:

Grupo I (15) – Os canais foram obturados com cimento de óxido de zinco² e eugenol³ através da técnica de condensação lateral e vertical com guta percha;



Figura 3 – Cimento de Óxido de Zinco e Eugenol

-
- 2 Cimento óxido de zinco – Probem – Produzido por Laboratório de Produtos Farmacêuticos e Odontológicos S. A. Catanduvas – SP.
 - 3 Eugenol – Produzido por SSWhite Artigos Dentários Ltda – Rio de Janeiro – RJ.

- Grupo II (15) – Foi empregado o MTA-Ângelus⁴;



Figura 4 – Cimento MTA-Ângelus



Figura 5 – Cimento MTA-Ângelus cor cinza

- Grupo III (15) – Foi empregado o Cimento Portland⁵;



Figura 6 – Cimento Portland

- Grupo IV (15) – Foi empregado o RealSeal⁶;

⁴ MTA-Ângelus – Comercializado por Ângelus Soluções em Odontologia – Indústria de produtos Odontológicos Ltda.
⁵ Cimento Portland – Comercializado por cimento rio Branco, Fábrica I e II, rio Branco do Sul – PR.
⁶ RealSeal – Distribuído por Pentron clinical Technologies, Wallinford CT, EUA.



Figura 7 – Cimento RealSeal e seus componentes

Todos os dentes selecionados tiveram as suas raízes seccionadas no comprimento de 16 mm do ápice radicular até as proximidades do terço cervical radicular. Para tal fim utilizou-se um mandril para a fixação de disco de aço diamantado⁷, acoplado a peça de mão de baixa rotação.



Figuras 8 - Disco de aço e peça de mão de baixa rotação⁸

Previamente ao corte, os dentes foram medidos com régua milimetrada⁹ endodôntica e levemente marcados em torno da área do corte com grafite de ponta fina¹⁰.

⁷ Disco de aço diamantado – Produzido por KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda – Barueri – SP.

⁸ Peças de mão de rotação – Produzido por Dabi Atlante Indústria e Comércio Médico Odontológico Ltda – Ribeirão Preto – SP.



Figura 9 – Régua milimetrada endodôntica e elemento dental marcado para o corte

Durante o corte um alicate manual¹¹ circundou a região delimitada para segurança do operador e precisão do corte. Os dentes foram seccionado em ângulo de zero grau, perpendicularmente ao longo eixo da raiz.



Figura 10 – Alicate manual para segurança e precisão do corte



Figura 11 – Elementos dentais seccionados

Tendo como referência o bordo do corte (terço cervical da raiz), introduziu-se uma lima tipo K¹² n° 15, com cursor, que percorreu todo o canal até que fosse possível ver sua extremidade no forame apical com auxílio de lupa¹³ de quatro aumentos.

⁹ Régua milimetrada – Produzida por Ângelus. Ind. Prod. Odontológicos Ltda – Londrina – PR.

¹⁰ Grafite ponta fina – Produzido por A. W. Fabber-Castell – S. A. Indústria Brasileira – São Carlos – SP.

¹¹ Alicate manual – Produzido por Zatty Indústria e Comércio de Beneficiamento Instrumento Cirúrgico Odontológico Ltda – Lacangá – SP.

¹² Lima tipo K – Produzido por Maillefer Instruments Ballaigues – Suíça.

A lima foi removida do canal e verificado o comprimento do cursor até sua extremidade com régua milimetrada. Esta distância correspondeu ao comprimento real da raiz. O comprimento de trabalho para modelagem (CTM) foi igual ao comprimento real da raiz menos 1 mm. O acesso facilitado pelo uso de broca diamantada 2082¹⁴ e a técnica de modelagem foi “coroa ápice” para os quatro grupos dentais e controle negativos e positivos. Durante a modelagem utilizou-se lima tipo K flexofile, em combinação com brocas de Gates Glidden 10 de números 1, 2 e 3. Houve uma padronização para a desobstrução do forame ultrapassando-o em 1 mm além com lima tipo K flexofile de número 25 em todos os espécimes de todos os grupos e controles positivos e negativos.



Figura 12 – Odontometria e desobstrução apical para penetração do corante

O batente apical confeccionado no limite final do comprimento de trabalho para modelagem foi o de uma lima K flexofile de nº 50.

Utilizou-se como substância para o preparo químico mecânico a solução de Milton¹⁵ (hipoclorito de sódio a 1%), com repetidas irrigações e aspirações entre um e outro instrumento durante todo o preparo do canal radicular.

¹³ Lupa – Distribuído por Midas Dental Products Ltda – Araranguara –SP.

¹⁴ Broca dianantada 2082 – Produzida por KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda – Barueir – SP.

¹⁵ Solução de Milton – Produzida por Myiaco do Brasil Indústria e Comércio Ltda – SP.

Após a modelagem os canais foram irrigados com Ácido Etileno Diamino Tetracético (EDTA)¹⁶ com pH 7,5%, a solução foi agitada no interior do conduto por um minuto com a Lima K flexofile nº 50.

Após a espera por dois minutos, procedeu-se a irrigação e aspiração com 5 ml da solução de soro fisiológico¹⁷, para a remoção do EDTA utilizado. A seguir, o canal foi seco com pontas de papel absorvente Tanari¹⁸, e selecionado o cone o principal¹⁹ de guta percha, para os grupos I, II e III. A ponta principal para o grupo IV, de Resilon, que compõem o sistema RealSeal, também foi selecionado.

Em cada um dos grupos, os cimentos obturadores foram preparados rigorosamente de acordo com as normas do fabricante.

Duas medidas do pó de óxido de zinco foram adicionadas a de dez gotas de líquido de eugenol e espatuladas em placa de vidro²⁰ vigorosamente até cimento adquirir uma consistência de “maionese” adquirindo uma superfície lisa e brilhante.

Em relação ao pó de MTA-Ângelus foi adicionada uma gota de água destilada e espatulada a mistura por trinta segundos obtendo-se uma homogeneização adequada com consistência arenosa, similar ao amálgama porém úmida.

Ao cimento Portland por trata-se de material de construção o fabricante sugere algumas proporções pó-líquido de acordo com a necessidade de utilização.

À seqüência da obturação destinou-se igual procedimento aos grupos com o uso e protocolo da já consagrada técnica de condensação lateral e vertical.

Nos grupos I, II e III os cimentos foram introduzidos com lima K flexofile nº 50 e depositados nas paredes do canal radicular no sentido anti-horário. A seleção do cone

¹⁶ Ácido Etileno Diamino Tetracético (EDTA) – Preparado no Laboratório de Endodontia da Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis – SC.

¹⁷ Soro fisiológico – Produzido por Indústria Farmacêutica Texton Ltda – Viamão – RS.

¹⁸ Pontas de papel – Produzido por Tanarin Industrial Ltda – Manacapuru – AM.

¹⁹ Cone principal – Produzido por Dentisply – Indústria e Comércio Ltda – Petrópolis – RJ.

²⁰ Placa de vidro – Daufenbach & Daufenbach Ltda – Criciúma – SC.

principal pelo fato de não se observar estandardização nas mais variadas marcas de cones, nem sempre correspondeu à numeração do instrumento de memória. O cone principal com exceção da ponta foi besuntado com cimento e levado até o limite do CTM estabelecido. Os cones secundários²¹ foram introduzidos e alternados com movimentos da inserção do espaçador²², também besuntado, condensando lateralmente o cimento e a guta percha.

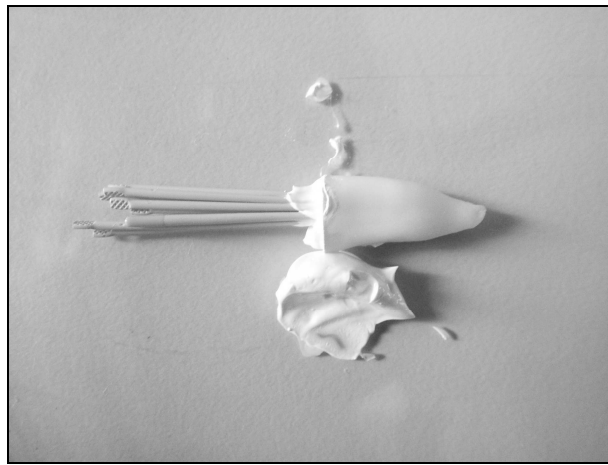


Figura 13 – Obturação com cimento de óxido de eugenol e guta-percha

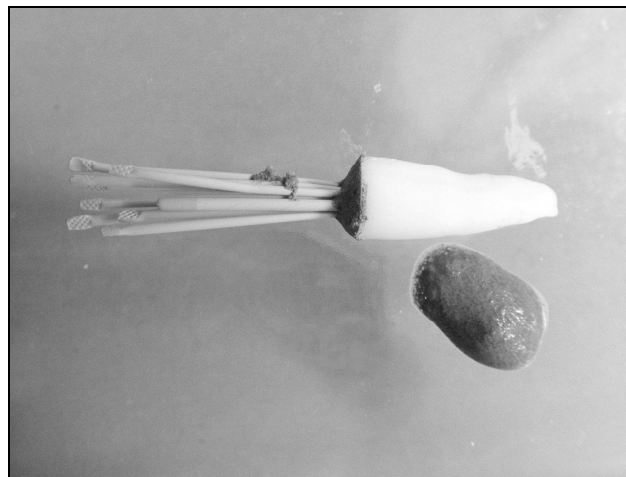


Figura 14 - Obturação com cimento MTA

²¹ Cone secundário – Produzido por Dentispaly – Indústria e Comércio Ltda – Petrópolis – RJ.

²² Espaçador – Produzido por Maillefer Instrumets Ballaigues – Suíça.



Figura 15 - Obturação com cimento Portland

Finalizada a obturação, os excessos do cimento foram removidos, inclusive do ápice radicular com um cotonete seco²³, em todos os grupos.

Na porção cervical da raiz procedeu-se o corte dos cones através de uma espátula²⁴ de inserção de cimento nº 6335, aquecida ao rubro, com a chama de uma lamparina e executou-se a condensação vertical com calcadores de Paiva²⁵. Removidos excessos de guta percha e cimento, a cavidade foi selada com cimento IRM²⁶. Após a obturação os elementos de todos os grupos foram radiografados.



Figura 16 – Radiografia de elemento dental obturado com cimento Portland

²³ Produzido por Johnson e Jonhson Industrial Ltda – São José dos Campos – SP.

²⁴ Espátula nº 6335 – Produzido por SSWhite Artigos Dentários Ltda – Rio de Janeiro – RJ.

²⁵ Calcadores de Paiva – Produzido por Golgran Ind. Com. Instr. Odontológico Ltda – Pirituba – SP.

²⁶ IRM – Produzido por Dentisplay Indústria e Comércio Ltda – Petrópolis – RJ.

O sistema RealSeal também utilizando-se a técnica de obturação de condensação lateral e vertical foi adequada segundo as normas do fabricante em função dos variados materiais que o compõem e selecionados os cones principais de Resilon.



Figura 17 - Sistema RealSeal

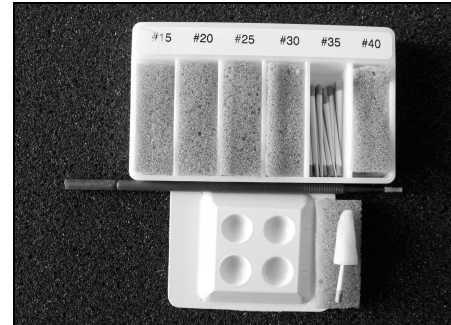


Figura 18 - Seleção da ponta principal de Resilon

Nos espécimes do Grupo IV uma a duas gotas do EpiPhany primer foram colocadas no cadinho plástico e inseridas posteriormente no canal com auxílio de cone de papel embebido no primer.

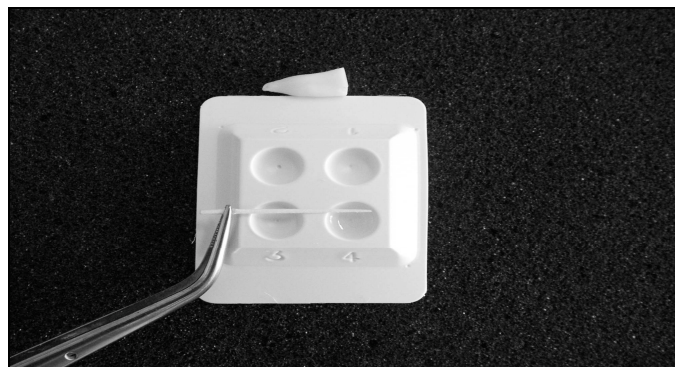


Figura 19 - Cone de papel embebido de primer e em seguida conduzido ao canal

Após, foi colocada pequena porção do EpiPhany sealer em placa de vidro e introduzido no canal com a própria ponta principal de Resilon que ao final ficou limitada em extensão no limite do CTM.

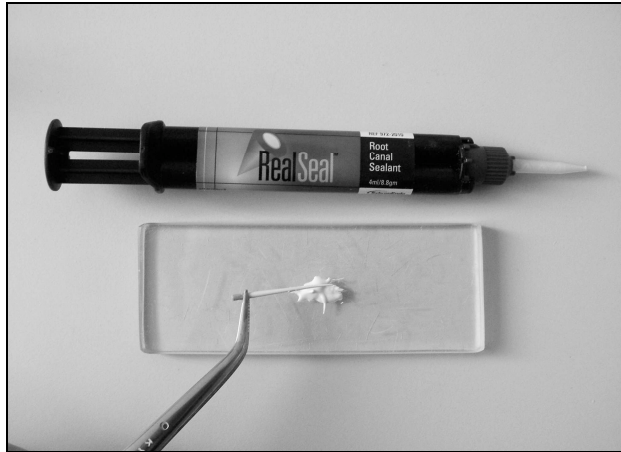


Figura 20 - Ponta principal de Resilon sendo adicionado ao sealer para se unir ao primer

Foram justapostos cones acessórios tantos quanto necessários para a obturação nos diferentes espécimes.



Figura 21 - Condensação lateral concluída

Finalizada a obturação, as pontas foram cortadas com espátula aquecida e procedeu-se a condensação vertical com instrumentos de Paiva. Seguindo a orientação do fabricante utilizou-se o fotopolimerizador²⁷ para acelerar o tempo de presa das resinas incorporadas ao cimento em uma área de dois a três milímetros da porção cervical e ao final a cavidade foi obturada com IRM.

²⁷ Fotopolimerizador – Produzido por Dabi Atlante Indústria e Comércio Médico Odontológico Ltda – Ribeiro Preto – SP.



Figura 22 - Fotopolimerização do RealSeal na entrada cervical do canal

Com auxílio de aplicadores descartáveis²⁸, uma camada de cianoacrilato de etila²⁹, (LAGE-MARQUES, 1994) foi aplicada por toda a superfície externa da raiz com exceção e com total critério, a área ao redor do forame apical radicular não foi impermeabilizada. Depois de seca a primeira camada do agente impermeabilizante, uma segunda camada foi aplicada.

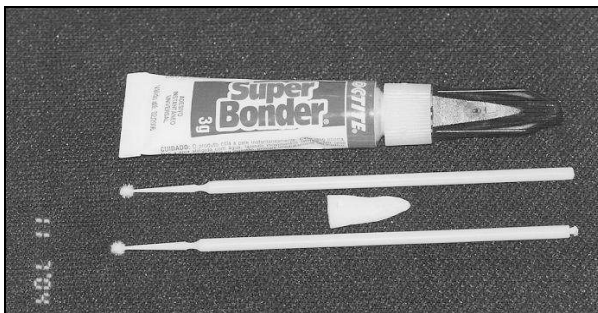


Figura 23 - Cianoacrilato de etila

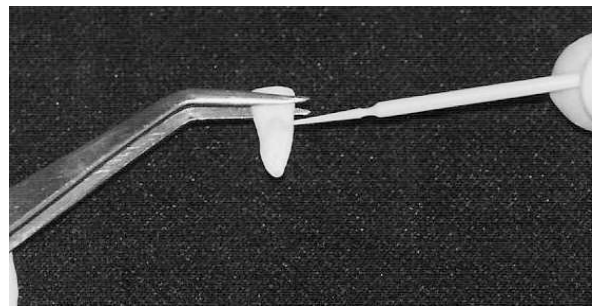


Figura 24 - Impermeabilização da superfície dental

²⁸ Aplicadores descartáveis – Produzido por Microbrush KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda – São Paulo – Brasil.

²⁹ Ciampacrilato de Etila – Produzido por Henkel Ltda Indústria Brasileira.

Com auxílio de uma lupa (4 aumentos) verificou-se a ausência total do impermeabilizante na região do forame apical e a qualidade de impermeabilização nas outras áreas. O procedimento foi executado em todos os espécimes à exceção dos grupos controles onde os dentes foram submetidos à mesma seqüência de preparo dos grupos experimentais, porém os canais não foram obturados. No controle positivo foi fechada somente a abertura do canal na região cervical da raiz com IRM, mas externamente à raiz não se aplicou impermeabilizante.

Já no controle negativo a abertura do canal na região cervical obturou-se com IRM seguida de impermeabilização com cianoacrilato de etila em toda a superfície externa, inclusive a região do forame apical. Verificada a secagem, nova camada de impermeabilizante foi aplicada.

Separados por grupos, em cinco cubas pequenas, plásticas³⁰ e com tampa os elementos dentais permaneceram confinadas por vinte e quatro horas. Após o período as raízes dos dentes foram imersas até a sua metade isso é, aproximadamente 8 mm, em solução de Rodomina B³¹ a 1% por vinte e quatro horas (24 hs). Posteriormente, após a secagem dos dentes em meio ambiente natural, o examinador, calçado de luvas, verificou se realmente o corante estava seco nas superfícies radiculares.

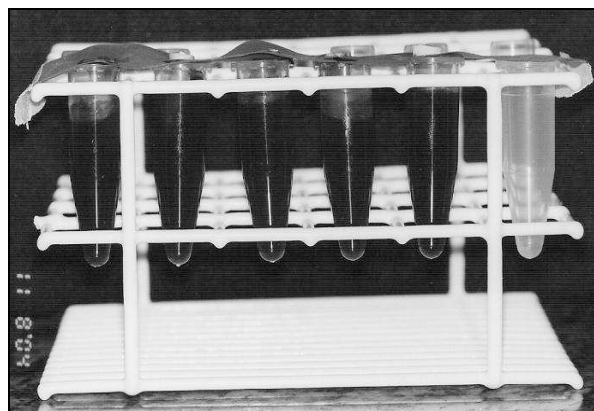


Figura 25 - Raízes dentais imersas em Rodamina B a 1%

³⁰ Cubas plásticas – Produzido por Tupperware – SP.

³¹ Rodomina B – Distribuído por Farmavale – Piquete – SP.

As raízes dos elementos dentais de todos os grupos então foram submetidas a clivagem com orientação vestibulo-lingual e separadas em duas porções no sentido do longo eixo radicular, como mostram o controle positivo e negativo da amostra.

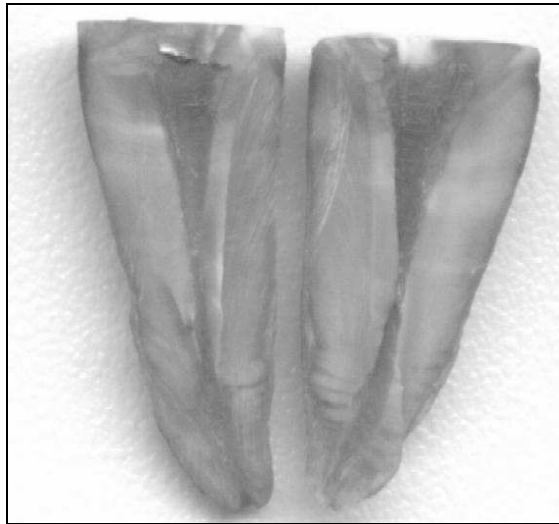


Figura 26 - Controle Positivo

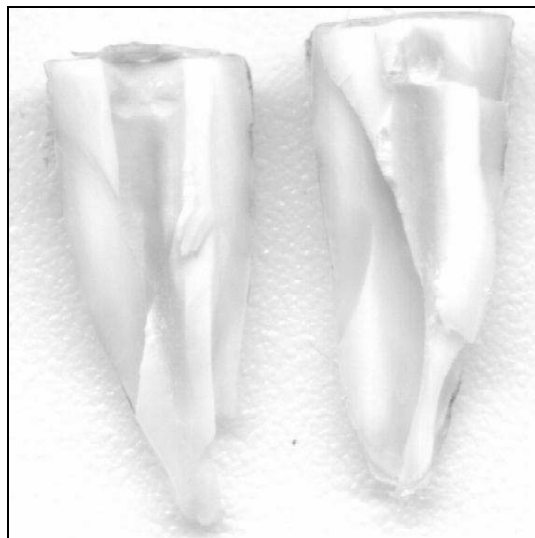


Figura 27 - Controle Negativo

As porções clivadas de cada grupo foram armazenadas em pequenas caixinhas de plásticas individuais e identificadas .

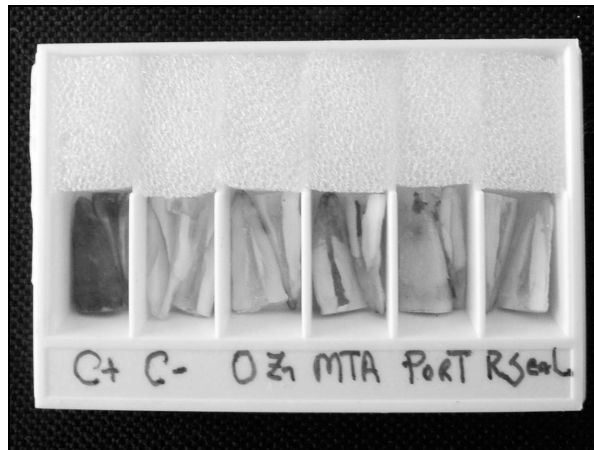


Figura 28 - Armazenando os Espécimes

A seguir, em cada grupo, trinta espécimes foram digitalizados e submetidos à leitura linear da penetração do corante, realizada por meio do programa ImageLab individualmente. Os dados originais foram tabulados e analisados estatisticamente.



Figura 29 - Imagem dos espécimes do Grupo I OZE



Figura 30 - Imagem dos espécimes do Grupo II MTA

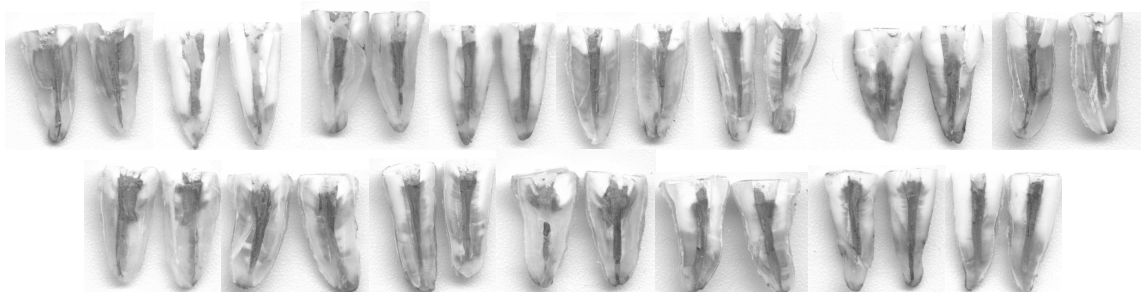


Figura 31 - Imagem dos espécimes do Grupo III Portland



Figura 32 - Imagem dos espécimes do Grupo IV RealSeal

5 RESULTADOS

Os resultados experimentais podem ser analisados nas Tabelas de 1 a 4 , Gráficos 1 e 2 e Figuras de 1 a 4.

Tabela 1 - Dados originais (mm) obtida pela análise linear das amostras pelo programa ImageLab, face mesial (FM) e face distal (FD) das amostras

	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4	
	Oxido de zinco e eugenol		MTA		Cimento de Portland		RealSeal	
1	1,1	0,7	0,5	0	7,7	8,1	1,5	0,5
2	0,7	0	0,7	0	12,0	12,7	0,7	0,5
3	0,6	1,3	3,8	2,0	14,2	14,0	2,8	1,5
4	1,6	1,8	5,1	4,1	13,8	13,6	2,0	0,7
5	1,1	1,2	13,0	13,0	14,1	13,9	1,0	1
6	2,0	1,3	0,7	0	10,1	10,4	0,5	2,0
7	1,1	1,5	0	2,0	13,9	14,1	0	0
8	0,7	1,3	4,0	3,0	14,3	14,4	0	1,6
9	1,2	1,8	12,0	11,0	14,0	14,1	0,7	0,7
10	1,8	0,5	13,2	13,8	14,8	14,5	1,3	1,3
11	1,8	1,6	0,7	0,1	13,0	13,8	0,5	0,7
12	1,2	3,0	4,0	1,5	13,1	13,7	1,6	1,3
13	1,1	1,3	8,3	8,0	14,5	14,3	0,7	0,3
14	3,0	3,2	13,3	13,1	15,0	15,1	3,0	3,0
15	3,0	3,8	13,8	13,9	15,2	15,3	0	2,0
Média	FM	FD	FM	FD	FM	FD	FM	FD
	1,47	1,62	6,21	5,70	13,31	13,47	1,09	1,14
Media FM/FD	1,54		5,95		13,39		1,11	

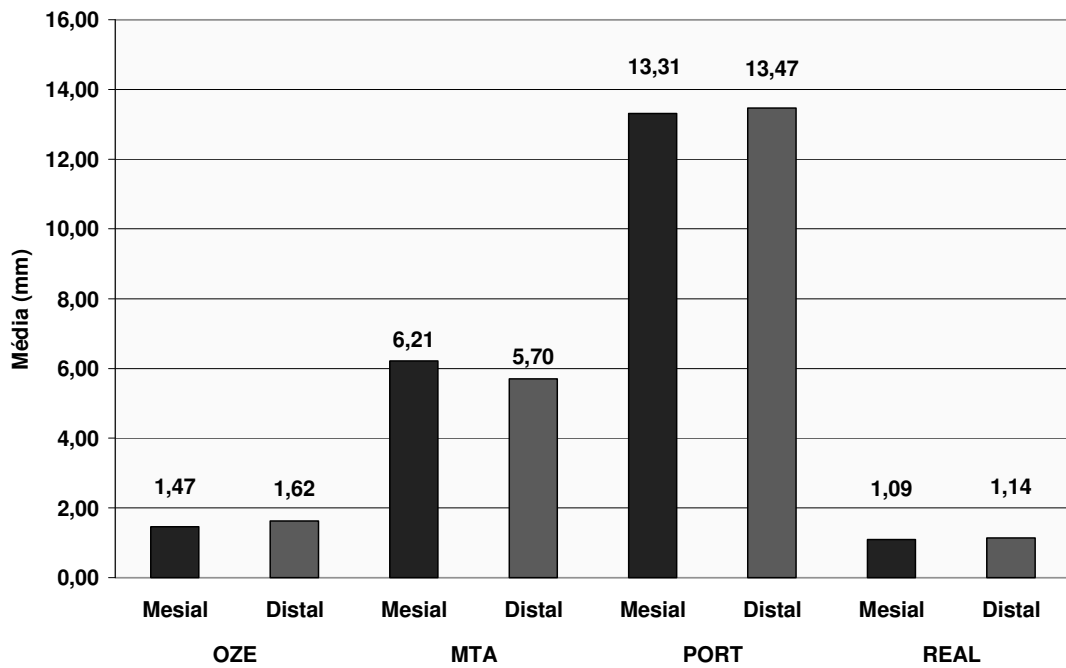


Gráfico 1 - Descritivo resultante das médias de infiltração nos diferentes grupos experimentais analisados, em preto face mesial e em vermelho face distal das amostras

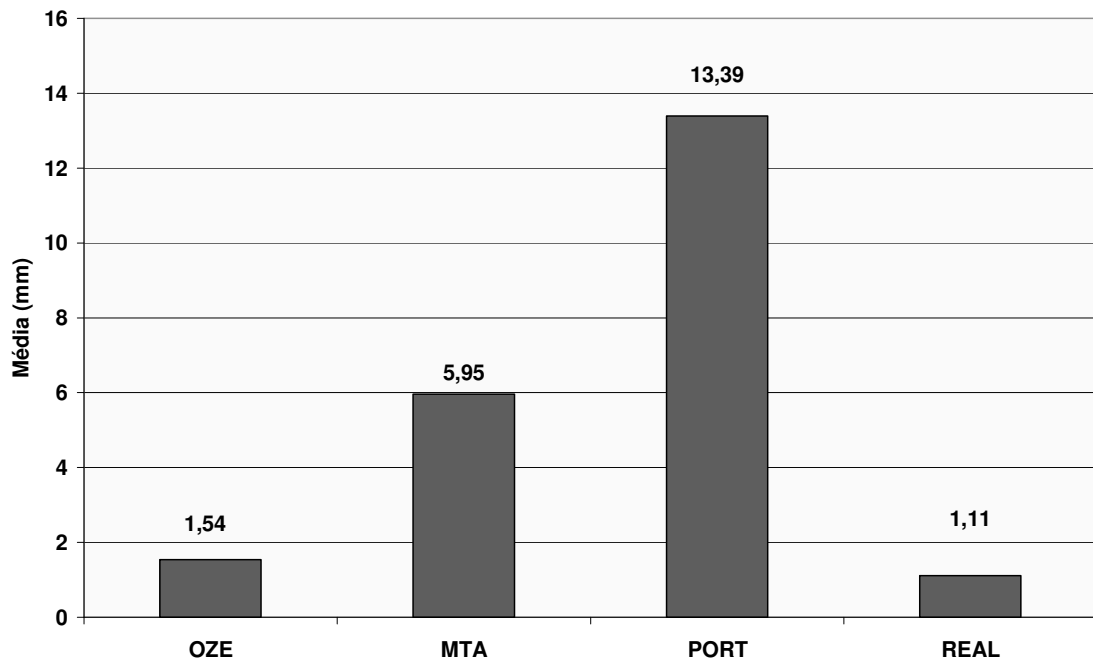


Gráfico 2 - Descritivo resultante das médias de infiltração nos diferentes grupos experimentais analisados total das amostras

Tabela 2 - Resultado do teste de Kruskal Wallis

Resultado do teste de Kruskal-Wallis	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado :	68.9999
Valor do X para 3 graus de liberdade:	69.00
Probabilidade de Ho para esse valor :	0.00 %
Significante ao nível de 1 % (alfa = 0,01)	

Tabela 3 - Resultado da comparação dos resultados experimentais realizada pelo teste de Kruskal Wallis

Comparação entre médias dos postos das amostras						
Amostras comparadas (comparações)		Diferença entre médias	Valores 0,05	Críticos 0,01	(à) 0.001	Signif
OZE	X MTA	11.6000	11.8671	15.6916	20.2372	Ns
OZE	X PORT	57.4167	11.8671	15.6916	20.2372	0,1%
OZE	X REALSEAL	10.8167	11.8671	15.6916	20.2372	Ns
MTA	X PORT	45.8167	11.8671	15.6916	20.2372	0,1%
MTA	X REALSEAL	22.4167	11.8671	15.916	20.2372	0,1%
PORT	X REALSEAL	68.2333	11.8671	15.6916	20.2372	0,1%

Tabela 4 - Comparação dos resultados experimentais dos grupos e das diferenças apontadas pela análise estatística realizada pelo teste de Kruskal Wallis

	OZE	MTA	PORT	REAL
OZE		ns	0,1%	ns
MTA			0,1%	0,1%
PORT				0,1%
REAL				

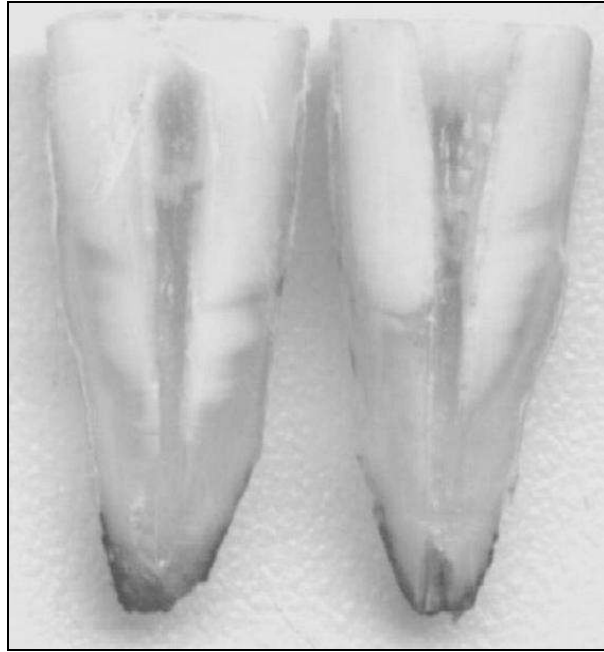


Figura 33 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 1



Figura 34 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 2



Figura 35 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 3

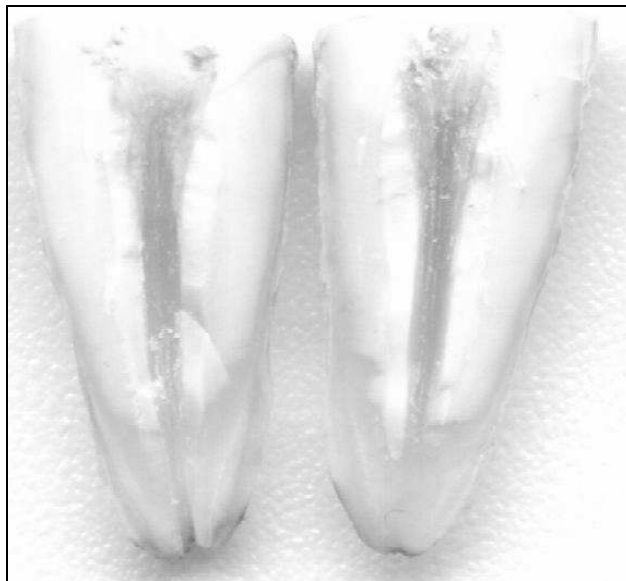


Figura 36 - Espécime que ilustra o resultado das amostras do Grupo 4

6 DISCUSSÃO

Há uma necessidade sempre presente na Odontologia de pesquisar, comparar e avaliar resultados obtidos com o advento de novos materiais. A Endodontia moderna norteada em bases biológicas persiste na busca do material obturador por excelência, notadamente aqueles que surgem com a promessa, já apresentam adequação ou grande potencial como material seladores e obturadores de canal.

No que se refere ao selamento marginal apical, inúmeros são os trabalhos que avaliam a qualidade da obturação tendo como variáveis o tipo de preparo do canal e cone principal, níveis de preparo apical, novas técnicas de inserção com novos cimentos, de modo a indicar os caminhos para a execução de uma obturação que permita um bom vedamento, ou seja, sem percolação (LAGE-MARQUES, 1994).

Cabe aclarar que percolação é o movimento de líquidos em um diminuto espaço, ocorrendo na maioria das vezes por capilaridade. O potencial de infiltração é determinado pelo espaço existente entre o corpo da obturação e as paredes dentinárias do canal, tendo em conta a osmolaridade e as tensões superficial e interfacial do fluido orgânico que pode originar-se da cavidade oral ou do ligamento periodontal (LAGE-MARQUES, 1990 apud LAGE-MARQUES, 1994).

Os materiais obturadores utilizados na prática clínica são extremamente importantes na obtenção do selamento do sistema de canais radiculares e devem impedir qualquer possibilidade de infiltração marginal. Entre outros requisitos devem apresentar boa viscosidade, escoamento, adesividade, possibilidade de uso em meio úmido, além de propriedades biológicas diferenciadas como atividade antimicrobiana, capacidade reparadora assim como também a indução e neoformação tecidual.

Muitos materiais têm sido usados para o selamento da comunicação entre o sistema de canais radiculares, a cavidade oral e os tecidos periapicais, não só durante a obturação, mas também para o reparo de perfurações iatrogênicas na extensão interna e ou durante a terapia endodôntica (VIZGIRDA et al., 2004).

A unanimidade de opiniões sobre a importância da obturação contrasta com as divergências dos materiais a serem utilizados no preenchimento do canal modelado e a grande quantidade de produtos denota, acima de tudo, o reconhecimento da inexistência do material ideal (SOARES; GOLDBERG, 2002).

O real entendimento da conceituação do complexo-sistema de canais, e a utilização de substâncias e cimentos com adequadas propriedades físico-químicas e biológicas facilitam as etapas operatórias no tratamento endodôntico. Como resultado conseguir-se-á uma obturação de alta qualidade, onde os materiais utilizados estarão perfeitamente adaptados às paredes dentinárias, produzindo um selamento intratubular em todos os níveis da cavidade pulpar propiciando a cura ou a prevenção das patologias pulpares e periapicais.

A proposta da intervenção endodôntica é dirigida no sentido de se obter a reparação no menor tempo, de modo a permitir o retorno do dente as suas funções específicas (PAIVA; ANTONIAZZI, 1991).

Em face da necessidade absoluta de se conseguir o selamento marginal, de modo a não permitir a infiltração de líquidos tissulares e não propiciar a colonização de microorganismos entre a parede dentinária e o cimento, além de favorecer o reparo é fundamental a procura de um material obturador ideal. Fundamentado nesta filosofia foi desenvolvido no início da década passada o MTA (Agregado de Trióxidos de Minerais).

Desde então muitos pesquisadores tem se dedicado á investigação e contribuído para o estudo das propriedades físicas químicas e biológicas do Agregado de trióxidos de minerais, inicialmente em caráter experimental e também do cimento Portland. A primeira descrição do

MTA referiu-se a um novo cimento de Agregado de Trióxidos de Minerais desenvolvido na Universidade de Loma Linda para selar comunicações entre o dente e as superfícies externas. Os principais compostos presentes no material são o Silicato Tricálcico, Aluminato Tricálcico e óxido tricálcico e óxido de Silicato. Junto aos trióxidos há outros óxidos que em menor proporção são responsáveis pelas propriedades físicas e químicas do agregado. O pó consiste de finas partículas que são hidrofílicas e tomam presa em presença e contato com água. A hidratação do pó resulta em um gel coloidal que endurece em menos de quatro horas (LEE; MONSEF; TORABINEJAD, 1993).

As principais moléculas presentes no MTA são os íons Cálcio e Fósforo e são também os principais componentes dos tecidos dentais conferindo por este motivo excelente biocompatibilidade ao Agregado de Trióxidos de Minerais quando em contato com as células e estruturas teciduais. A análise inicial mostrou o MTA depois de hidratado e de tomar presa ser constituído de Óxido de Cálcio em forma de cristais e de Fosfato de Cálcio como estrutura amorfa. O valor médio dos prismas é de 87% de cálcio e 2,47% sílica e o restante oxigênio. A área de estrutura amorfa contém 33% de cálcio, 49% fosfato, 2% carbono, 3% cloro e 6% sílica (TORABINEJAD et al., 1995c).

As informações quanto a composição química do MTA até então estavam vinculadas aos trabalhos de Lee, Monsef e Torabinejad (1993) e Torabinejad et al. (1995c). O fabricante do ProRoot somente em 2001 informou de modo mais explícito no MSDS (Material Safety Data Sheet) a origem e composição química do MTA. Entretanto, num abstract publicado por Wücherpfening e Green (1999), os autores observaram pela difração em Raios-X, similaridade microscópica e macroscópica entre o MTA e o cimento Portland. Registros iguais foram encontrados por Deal et al. (2002), Estrela et al. (2000), Funteas et al. (2002), Herzog-Flores et al. (2000).

O Agregado de Trióxidos de Minerais, comercialmente surgiu no ano de 1999, como ProRoot MTA (Dentisply Tulsa Dental, Oklahoma- USA), depois de ter sido avaliado e aprovado através do FDA (U.S. Food and Drugs Administration) em 1988. Foi esperado como um material que marcaria o início de uma nova era para a Endodontia porque muitos trabalhos de caráter experimental comprovaram a eficácia do seu emprego e com melhores resultados quando comparado a outros materiais já consagrados. Os experimentos indicavam reais possibilidades em aplicações clínicas simples e favoráveis tanto quanto em situações mais complexas e que não tinham efetiva resolução ou apresentavam prognósticos duvidosos.

O ProRoot™ MTA apresenta-se como um pó cinza, ou branco, composto principalmente de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, ferroaluminato tetracálcico, óxido de bismuto e sulfato de cálcio dihidratado, contém 0,6 de resíduos insolúveis livres como a sílica cristalina e elementos livres como o óxido de cálcio, óxido de magnésio e alcalis de óxido de sódio e potássio sob forma de sulfatos, segundo referências do fabricante.

Devem ser consideradas relevantes as informações a respeito do MTA ProRoot™ contidas no MSDS que proporcionam em 75% do material sendo cimento Portland, 20% é Óxido de Bismuto, que lhe confere radiopacidade e 5% é de sulfato de Cálcio (gesso).

Também lançado no mercado o MTA-Ângelus fabricado no Brasil, difere na sua constituição do similar americano, segundo a bula do fabricante Ângelus Odonto-Lógica Ind.de Prod. Odontológicos Ltda, por apresentar 80% de cimento Portland e 20% de Óxido de Bismuto. A ausência de Sulfato de cálcio lhe confere endurecimento em torno de dez minutos. A presa total é alcançada depois de quinze minutos da espatulação. A mistura pó-líquido na proporção de uma medida do dispensador é adicionada a uma gota de água destilada. O tempo de presa diminuído vem contribuir à redução e a possibilidade de infiltração marginal obtida na apresentação do MTA nacional.

O processo de fabricação do Portland provém da moagem de argila e calcário matéria prima do cimento, misturada em proporções adequadas e queimada em forno rotativo a uma temperatura de 1450 graus centígrados. Em consequência há uma fusão dos materiais e formação de pelotas chamadas clínquer que posteriormente serão moídos na granulação desejada ou ideal para determinados fins (NEVILLE, 1977).

Os resultados das análises químicas do cimento Portland mostraram que é composto essencialmente de óxidos de cálcio expressos da seguinte forma: $\text{CaO} \rightarrow \text{C}$; $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{S}$; $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{A}$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{F}$; $\text{MgO} \rightarrow \text{M}$; $\text{SO}_3 \rightarrow \text{S}$; $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}$; $3\text{CaO-SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S}$; $2\text{CaO-SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S}$; $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF}$; $4\text{CaO-3Al}_2\text{O}_3\text{-SO}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{A}_3\text{S}$; $3\text{CaO-2SiO}_3\text{-3H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$; $\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O} \rightarrow \text{CSH}_2$ (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Os novos cimentos independente de suas apresentações MTA ou Portland têm mostrado através dos experimentos propriedades químicas e físicas ideais e podemos inumerá-las assim: não possuem potencial citotóxico (ABDULLAH et al., 2002; BALTO, 2004; CAMILLERI et al., 2005; DE DEUS et al., 2005; KEISER; JOHNSONS; TIPTON, 2000; NAKAYAMA et al., 2005; OSÓRIO et al., 1998; RIBEIRO et al., 2005; SCHIMITT; LEE; BOGEN, 2001; TORABINEJAD, 1995b; 1995c) não são carcinogênicos (KETTERING; TORABINEJAD, 1995; RIBEIRO et al., 2005) possuem boa aderência e retenção às paredes dentinárias (KOH et al., 1998; SLUYK; MOON; HARTWELL, 1998). Além de serem hidrofílicos, o meio úmido favorece a sua presa e vedamento ajudando-os a tornarem-se melhores obturadores e seladores exatamente onde outros materiais têm a presa prejudicada (BAKLAND, 2000; KOH et al., 1998; KOH, 2000; KOHEN; ZMENER, 2001; LEE; MONSEF; TORABINEJAD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994).

A solubilidade é outro fator a verificar na adaptabilidade e potencial das substâncias a serem usadas como materiais retrobturadores (TORABINEJAD et al., 1995c). O MTA e o

Portland são considerados ligeiramente solúveis (ALMEIDA FILHO, 2002; FRIDLAND; ROSADO; ENG, 2005; HERZOG-FLORES et al., 2000).

A radiopacidade do MTA é maior do que o IRM, Super EBA, guta percha e dentina podendo ser facilmente distinguido nas radiografias quando usado como material obturador. A média de radiopacidade é de 7,17 mm de espessura equivalente de alumínio (TORABINEJAD et al., 1995c). Em relação à radiopacidade do cimento Portland não se efetuaram estudos para esta verificação (BERNABÉ et al., 2003), mas a adição de substâncias radiopacizantes foram incorporadas sem êxito parecendo inclusive alterar-lhe a composição química (FIGUEIREDO et al., 2002; LEITES, 2002; TRINDADE; OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2003).

Alguns trabalhos têm demonstrado que o MTA não possui excelente resistência à compressão, 40 Mpa após 24 h e 70 Mpa depois de 21 dias (TORABINEJAD et al., 1995c). Da mesma forma o Portland na sua apresentação experimental em odontologia classificado como CP I, cimento comum, com adição apenas de gesso possui resistência em torno de 40 mpa (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 1999; 2000). Mas o MTA possui boa aderência e retenção às paredes dentinárias (KOH et al., 1998; SLUYK; MOON; HARTWELL, 1998).

As primeiras publicações em torno do MTA se referem ao seu uso como material obturador das perfurações e nas retrobturações dentais. A comparação com outros cimentos obturadores como o IRM, Amálgama, Ionômero de vidro, resinas, guta percha e Super EBA, quanto ao selamento, resistência à infiltração marginal e a percolação mostrou a sua superioridade frente a estes materiais convencionais. Desde a sua introdução como material experimental já se vai 13 anos nos quais foram submetidos à infiltração de corantes, isótopos radioativos, bactérias, exposição à saliva e à microbiota oral testando a sua capacidade de selamento. Os resultados com raras exceções têm se mostrado positivos evidenciados em

diversos trabalhos e de muitos pesquisadores (AGRABAWI, 2000; AL-HEZAIMI et al., 2005; ANDELIN et al., 2001; ARAÚJO ET AL., 2004; BORIN, 1997; DALÇOQUIO et al., 2001; DAOUDI; SAUNDERS, 2002; FISCHER; ARENS; MULLER, 1998; HACHMEISTER et al., 2002; HARDY et al., 2004; LEE; MONSEF; TORABINEJAD, 1993; MATT et al., 2004; MEIRA-LEITE, 2002; NAKATA; BAE; BAUMGARTNER, 1998; NAKATA et al., 1997; OSÓRIO et al., 1998; PITT FORD et al., 1995; ROY; JEANSONNE; GERRETS, 2001; SHIPPER et al., 2004; SILVA NETO; MORAES, 2003; SLUYK; MOON; HARTWELL, 1998; SOUZA et al., 1999; TANG; TANOMARU FILHO et al., 2002; TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002; TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994; TORABINEJAD et al., 1995b; 1995d; 1995e; VALOIS; COSTA JÚNIOR, 2003; VISGIRDA et al., 2004; XAVIER et al., 2005; WELDON et al., 2002; WU et al., 1998), há também a referência de um trabalho testando O MTA Ângelus, O ProRoot™ e o Cimento Portland, mostrando não haver diferenças quanto a infiltração interface dentina-cimentos.

A atividade antimicrobiana e de inibição enzimática produzida através dos cimentos Portland e MTA está associada a altas temperaturas durante a fabricação dos materiais e também por apresentarem um alto pH tornando o meio impróprio ao desenvolvimento de microrganismos, entretanto não são efetivos contra alguns patogênicos importantes (DUARTE et al., 2002; ESTRELA et al., 1994, 1995, 2000; SHIPPER et al., 2005; TORABINEJAD et al., 1995a).

A proporção pó/líquido indicada pelo fabricante do ProRoot™ MTA orienta que a mistura deve ser feita na proporção de 3:1, enquanto que para o MTA Ângelus a indicação é de 1:1. No presente trabalho adotou-se para o cimento Portland proporção 3:1 e manteve-se aquela já referida ao MTA Ângelus.

O MTA ProRoot™ endurece em 156 minutos enquanto que o cimento Portland tem um tempo de presa em 159 minutos na proporção de três gotas de água para uma medida de pó (DEAL et al., 2002).

As apresentações, quanto à cor dos materiais são disponíveis para o uso odontológico, o pó cinza e também o branco. O cimento Portland de cor branca é fabricado a partir de um clínquer onde a quantidade de ferro mantido no estado reduzido corresponde a menos de 0,5 de Fe_2O_3 e também de uma baixa concentração de manganês, segundo a norma 12989 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 1999). Semelhante resultado mostrou a diferença significativa encontrada na medida de concentrações do Al_2O_3 (+122%), MgO (+130%) e especialmente o FeO (+1000%), quando comparado o MTA cinza em relação ao MTA branco (ASGARY, 2005).

É importante esclarecer que mesmo em face de diferentes cores e composição o MTA branco tem revelado resultados positivos nas pesquisas (AL-HEZAIMI, et al. 2005; CAMILLERI et al., 2004; FARACO JÚNIOR; HOLLAND, 2004a; MATT et al. 2004; MOGHADAME-JAFARI et al. 2005; REZENDE et al., 2005), assim como também o Portland de cor branca (CAMILLERI et al., 2005; DUARTE et al., 2002; MENEZES et al., 2004; RIBEIRO et al., 2005).

O mecanismo de ação dos cimentos MTA e Portland em nível tecidual é semelhante ao do Hidróxido de Cálcio (AEINEHCHI et al., 2003; HOLLAND et al., 1971, 1999a). Ambos os materiais determinam a formação de granulações de calcita. O óxido de cálcio do pó MTA e Portland, ao realizar-se a preparação da pasta com água, seria convertido em hidróxido de cálcio. Esse por sua vez, em contato com os fluidos tissulares se dissociaria em íons cálcio e hidroxila. Os íons cálcio reagindo com o gás carbônico dos tecidos, dariam origem às granulações de calcita. Junto à essa granulações haveria acúmulo de fibronectina, a

qual permitiria a adesão e diferenciação celular e na seqüência a formação de tecido duro (BERNABÉ; HOLLAND, 2003). Entre muitos predicados no uso destes cimentos esta capacidade os distingue de maneira excepcional e ainda com a vantagem de poderem ser utilizados em meio úmido sem prejuízo no processo de reparo. A ação de reparo tecidual e indução na formação tecidual do cimento e dentina e na aderência de células periodontais verificaram-se nos estudos do MTA e cimento Portland (ABDULLAH et al., 2002; ABEDI, 1996; AEINEHCHI et al., 2003; APAYDIN et al., 2004; BARGHOLZ, 2005; BERNABÉ et al., 2002; 2005; CAMILLERI et al., 2005; FARACO JÚNIOR, 1999; HOLLAND et al., 2001a; 2001b; KOH et al., 1998; KOH, 2000; MAIN et al., 2004; MENEZES et al., 2004; MORANDI, 1999; NAKATA et al., 1997; PITT FORD et al., 1995; 1996; REGAN; GUTMANN; WITHERSPOON, 2002; RIBEIRO et al., 2005; RUIZ, 2003a; SAIDON et al., 2002; SOARES, 1999; TORABINEJAD et al., 1995c; TZIAFAS et al., 2002; WÜCHERPFENING; GREEN, 1999; YALTIRIK et al., 2004).

A biocompatibilidade é uma exigência essencial para que uma substância possa ser usada como material obturador. Diversos trabalhos investigando a proteção do complexo dentino-pulpar, tipo de células inflamatórias, grau de inflamação, indução de apoptose, microcirculação, revascularização, função mitocondrial, estimulação da formação celular, espessamento do ligamento periodontal e o desenvolvimento e número de cápsulas fibrosas, comprovaram a biocompatibilidade experimental proporcionada com o MTA (ABEDI, 1996; AEINEHCHI et al., 2003; BAEK; PLENK JÚNIOR; KIM, 2005; BALTO, 2004; CAMILLERI et al., 2004; CHONG; PITT FORD; HUDSON, 2003; FARACO JÚNIOR; HOLLAND, 2004a; HAAS et al., 2001; HAM et al., 2005; HERNANDEZ et al., 2005; HOLLAND et al., 1999a; MASUDA et al., 2005; MOGHADAME-JAFARI et al., 2005; NAKAYAMA et al., 2005; NERY, 2000; REZENDE et al., 2005; TORABINEJAD et al., 1995g; TZIAFAS et al., 2002; ZHU et al., 2000) e, do mesmo modo, verificou-se a

compatibilidade biológica apresentada nos trabalhos com o cimento Portland (BERANABÉ et al., 2002; DE DEUS et al., 2005; MENEZES et al., 2004; MORAES et al., 2001; TRINDADE; OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2003; WÜCHERPFENING; GREEN, 1999).

Os cimentos MTA e Portland apresentam um pH alcalino em torno de 12 a 12,5 em um período de trinta minutos a três horas após a sua manipulação e se mantém constante após o tempo de presa dos materiais. (DEAL et al., 2002; FRIDLAND; ROSADO; ENG, 2005; TORABINEJAD et al., 1995c; WEIDMANN; LEWIS; REID, 1994).

A questão do alto pH destas substâncias é de extrema relevância e favorável no que se refere ao reparo. Ao se utilizar um material de pH alcalino sobre a polpa ou tecidos periapicais, o pH tecidual local será elevado devido à solução saturada de íons hidroxila (OH). Como forma de reequilibrar o pH do meio, o dióxido de carbono (CO_2), o ácido carbônico (H_2CO_3) ou os íons bicarbonato (HCO_3) presentes no meio reagirão com os íons hidroxila, aumentando consideravelmente a concentração de íons carbonato. Estes por sua vez reagirão com os íons cálcio em solução (Ca_2) formando granulações de carbonato de cálcio sob forma de calcita (CaCO_3) iniciando o processo de reparo (HOLLAND, 1971 apud BERNABÉ; HOLLAND, 2003).

Embora a indicação do uso do material em humanos provenha de um estudo de Torabinejad et al. (1997), retrobturando dentes de macacos, já houvera o primeiro relato de aplicação clínica do MTA em seres humanos (ARENS; TORABINEJAD, 1996).

As indicações e aplicações clínicas em pacientes com o uso cimento Agregado de Trióxidos de Minerais e excelentes resultados foram relatadas por Torabinejad e Chivian (1999). A partir de então, publicações de eminentes estudiosos, clínicos e pesquisadores têm revelado a obtenção de sucesso na clínica, com o material, para o selamento das perfurações radiculares, reabsorções radiculares internas ou com comunicação externa e tratamentos de dentes decíduos (BAKLAND, 2000; NERY, 2000; WITHERSPOON; HAM, 2001) e como

obturador em sessão única em polpas necrosadas (NERY, 2000; WITHERSPOON; HAM, 2001). Assim como também em cirurgias paraendodonticas como cimento retrobturador, nos tratamentos conservadores da polpa, apecificação, barreira intracoronária prévia ao clareamento dental, material obturador de canais, reparador de fraturas radiculares e horizontais e como plug apical nos casos de dentes com ápice aberto e necrose pulpar (BACKLAND, 2000; BERNABÉ; HOLLAND, 2003; CHONG; PITT FORD; HUDSON, 2003; HAYASHI, SHIMIZU; EBISU, 2004; KOHEN; ZMENER, 2001; LAGE-MARQUES; MALHEIROS; AMORIM, 2005; RUIZ, 2003b; SCHIMITT; LEE; BOGEN, 2001; WITHERSPOON; HAM, 2001).

Após quatro anos da apresentação do MTA, a Corporação Resilon lançou na Sessão Anual da Associação Dental Americana o Sistema RealSeal.

A introdução do polímero sintético e resina dual para a obturação dos canais radiculares no comércio especializado veio com a perspectiva de substituir a guta-percha e os cimentos clássicos na obturação endodôntica (CHIVIAN, 2004).

A excelente capacidade seladora do sistema RealSeal pode ser atribuída ao monobloco criado pela adesão do cone Resilon ao cimento Epiphany o qual se adere às paredes dentinárias do canal e pode inclusive formar tags na dentina sepultando as bactérias nos túbulos dentinários (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004). Estudos mais recentes têm demonstrado que a remoção da lama dentinária e o uso de resina epóxica ou ionômero de vidro diminuem a infiltração marginal coronária. A colocação da camada de 1 milímetro de resina modificada de íonômero de vidro, Vitrebond, sobre os orifícios no assoalho da câmara pulpar diminui a infiltração coronal para zero (CHAILERTVANITKUL et al., 1997).

Segundo as especificações do fabricante o material é altamente radiopaco, mantém um pH maior que 11,5 até depois de 25 minutos da manipulação e colocação intra-canal. Após tomar presa o pH do Resilon decai tornando-se neutro, entretanto se fluidos penetrarem

no espaço do canal o pH sobe de novo acima de 11 restabelecendo o meio bacteriostático. Conforme orientação contida na bula do material, um cuidado deve ser tomado quanto a neutralização da solução de Milton (hipoclorito de sódio a 1%), ao término do preparo mecânico, pois esta substância ou peróxidos poderão interferir e retardar a fixação das resinas. Porém a aplicação de EDTA, seguida do enxágüe com água destilada ou soro fisiológico elimina o efeito. Ao término da obturação o material contido na câmara pulpar pode ser polimerizado através da incidência de luz ultravioleta por quarenta segundos prevenindo a microinfiltração e proporcionando uma maior resistência coronária. Caso apresente necessidade de retratamento o material poderá ser removido pelos mesmos solventes usados para a remoção de guta-percha ou através de aparelhos geradores de calor como, por exemplo, o Sistem B. O sealer contém hidróxido de cálcio, mas não há referência de sua possível ação sobre os tecidos. Há ainda a informação de que os seus compostos não apresentam mutagenicidade são biocompatíveis e reabsorvíveis. Mostram excelente escoamento e causam uma menor irritação tecidual que os cimentos de resinas epóxicas e óxido de zinco eugenol sendo aprovados para uso endodôntico pelo FDA nos Estados Unidos.

Ainda a favor do sistema RealSeal referindo-se ao fortalecimento da estrutura dental e aumento de resistência das raízes quando comparado ao uso da obturação com guta percha temos duas publicações (MOUNCE; GLASSMAN, 2004; TEIXEIRA et al., 2005).

No que se refere à infiltração marginal um trabalho *in vitro* mostra a inexistência de microinfiltrações, segundo os autores, e uma outra pesquisa revela um pequeno grau de inflamação após obturações de canais de dentes de cães, mas insignificante quando comparado a infiltração bacteriana no cimento AH 26 e guta percha, mais uma vez os pesquisadores justificam o resultado em face do sistema ser um bom selador (SHIPPER et al., 2004b; 2005).

Os materiais utilizados neste experimento possuem muitas propriedades exigidas dos materiais seladores. A verificação quanto a capacidade destas substâncias e o uso dos cimentos na obturação de canal, carecem em número e aprofundamento. Intimamente relacionada com este enfoque está, a premissa e questão crucial que é a total ausência de infiltração marginal no sistema de canais. O presente trabalho pretendeu contribuir neste capítulo. Os cimentos foram avaliados em relação à técnica de condensação lateral e vertical e com uso de cones de guta percha (MTA e Portland) e cone de resilon (RealSeal) verificou-se a penetração linear do corante Rodamina B a 1% a, no terço apical, em dentes pré-molares humanos. A utilização de amostras dentárias humanas reproduziu a dificuldade em obturarem-se canais com protocolo clínicos, ainda não tão bem definidos, especialmente em relação aos cimentos MTA e Portland e a necessidade de avaliação da efetividade do selamento destes cimentos, especialmente no terço apical, assim como também do RealSeal. Além deste fato a opção pela utilização *in vitro* dos espécimes citados se fundamenta em inúmeros trabalhos anteriores que também optaram por elementos dentais (AGRABAWI, 2000; AL-HEZAIMI et al. 2005; ARAUJO, 2004; BERNABÉ et al., 2004; DAOUDI; SAUNDERS, 2002; HARDY et al., 2004; LEE; MONSEF; TORABINEJAD, 1993; MATT et al., 2004; MEIRA-LEITE, 2002; NAKATA; BAE; BAUMGARTNER, 1998; SHIPPER et al., 2004a; SILVA NETO; MORAES, 2003; SIPERT et al., 2005; TANOMARU FILHO et al., 2002; TAY, 2005; TEIXEIRA et al., 2005; TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993; TORABINEJAD, 1994; TORABINEJAD et al., 1995b; VALOIS; COSTA JÚNIOR, 2003; VIZGIRDA et al., 2004; XAVIER et al., 2005; WELDON et al., 2002).

Para o presente trabalho, a escolha do corante, embasada na tese de Lage-Marques (1994), também recaiu sobre a Rodamina B, largamente empregada na pesquisa médica como marcador celular, devido ao tamanho das suas partículas, alta solubilidade e excelente resultado indicador. Os efeitos de fluorescência tornam este corante bastante utilizado na

cosmeticologia e confecção de roupas. É constituído por um pó violeta-avermelhado podendo assumir um brilho laranja-avermelhado quando submetido à ação da luz ultravioleta. Do ponto de vista químico, classifica-se como um pigmento xantânico cujo grupamento cromóforo, um híbrido de ressonância entre as formas aminoxantânicas, estando presentes também neste grupo a fluoresceína e eritrosina.

Os estudos *in vitro* envolvendo a permeabilidade dentinária e os selamentos marginais, apical e cervical, empregando as mais diversas metodologias, necessitam da aplicação de um agente impermeabilizador da superfície interna ou externa, de acordo com a proposição da pesquisa, de modo a possibilitar a aferição dos resultados de infiltração do indicador.

Com relação aos cianoacrilatos, os resultados comprovaram a incontestável capacidade de impermeabilização, relatados em estudos anteriores (LAGE-MARQUES, 1994).

Deve-se salientar a fácil aplicação, a praticidade em ambos os produtos testados pelo emprego do próprio dispensador e principalmente a rapidez de polimerização, imprescindível em alguns experimentos. Sem dúvida a característica química destes produtos torna desnecessária várias manipulações para o emprego laboratorial o que não ocorre com os adesivos pasta-endurecedor e pasta-base (LAGE-MARQUES, 1994).

Os resultados mostram que o cianoacrilato de etila e o n-butil cianoacrilato se constituíram nos melhores agentes impermeabilizadores entre os testados (LAGE-MARQUES, 1994). Sendo assim, da mesma forma também embasado no estudo citado, optou-se pelo uso do cianoacrilato de etila para o presente trabalho.

A opção por clivar as raízes está no fato da duplicação dos 15 espécimes por grupo experimental e poderem-se avaliar as duas faces dentais. Caso fosse realizado desgaste ter-se-

ia apenas um dado perdendo-se o outro. Com a clivagem aumentou-se o número de dados e obteve-se uma melhor avaliação.

As imagens foram digitalizadas através do ImageLab produzindo maior segurança na análise do trabalho em relação ao microscópio de perfil usado até um tempo atrás. Hoje análise pode ser feita em casa, sem o auxílio do microscópio de perfil óptico e o resultado é mais fiel pelo padrão de imagem conseguido.

Fazendo uma análise acurada das informações, constatamos que o MTA apresenta algumas propriedades ótimas desejáveis de um cimento obturador

Por sua vez o cimento Portland apesar da similaridade também nos resultados obtidos em experimentos não apresenta adequada radiopacidade para uso odontológico. Além disso, sua apresentação comercial é indicada como material de construção.

Contra o RealSeal não há referências de que possa ser usado em meio úmido e há a publicação de um trabalho, mostrando que o seu selamento não é hermético e apresenta algumas fendas em áreas investigadas, por Microscópio Eletrônico de Varredura, entre a parede dentinária e o material selador (TAY, 2005).

Já em outra pesquisa a evidencia no resultado encontrado, pelos autores, é de que não há força de coesão adequada, entre o resilon e o selador à base de metacrilato proporcionando espaços vazios, que podem facilitar a microinfiltração (HIRAISHI, 2005).

É impossível negar a capacidade do MTA e a sua utilização clínica especialmente em endodontia em situações complicadas para as quais não havia respostas quanto à possibilidade de manutenção do elemento dental na cavidade oral. A capacidade do seu uso em meio úmido torna quase que obrigatória esta propriedade que deve ser incorporada aos novos cimentos. O MTA reúne as melhores propriedades químicas, físicas e biológicas num só agregado, e para enumerá-las teríamos de citar os melhores requisitos individuais de outros cimentos obturadores. Apesar da similaridade química e dos excelentes resultados experimentais

obtidos e demonstrados com o uso do cimento Portland não podemos aprovar o procedimento de abrir pacotes de cimento de construção para utilizá-lo com finalidade clínica em pacientes. Por outro lado seu potencial é inegável e cabe à pesquisa a adequação para o seu uso como material odontológico, pois se trata de um material barato. A relação custo benéfico em saúde oral é extremamente adequada e desejável.

Impossível também é negar o avanço científico dos últimos anos e de forma tão rápida quanto às informações eletrônicas que diariamente chegam aos computadores. Então nos deparamos com a introdução de jovens resinas para a obturação dos canais e somos contemplados com a introdução do RealSeal, um material também de excelentes propriedades especialmente aquela relacionada com o selamento e a formação de tags intratubulares.

Em face das informações pesquisadas e do conhecimento adquirido a respeito dos três materiais se faz presente um questionamento de qual substância reuniria as melhores condições como cimento obturador de canal. E nesta fase da discussão é pertinente questionar em relação aos termos obturador e selador. Obturar se traduz nos dicionários de língua portuguesa por tapar, fechar, entupir, obliterar, obstruir, enquanto que selar tem um sentido de maior abrangência e significa fechar hermeticamente, colocar sobre uma superfície porosa uma camada de revestimento para fechar os poros e torná-la lisa. Isto justifica o fato do material sólido mais empregado, no caso a guta-percha ter a propriedade somente de um material obturador, enquanto que os plásticos, cimentos e pastas, deveriam ter as propriedades de seladores. Mas talvez a tradução dos vocábulos da língua inglesa: filling e sealer possam aclarar o real sentido das palavras. Assim é que filling significa recheio e sealer vedar. E aqui cabe mais uma indagação: não seria mais apropriada a expressão obturação e selamento do canal para a etapa operatória endodôntica que designamos como obturação de canal? Ou somente Selamento, se reunirmos num só cimento a capacidade de material obturador e selador.

Agora focando para o tema que é objeto do trabalho, os resultados mostraram através da digitalização das imagens e análise estatística a extensão de penetração linear do indicador e as médias relacionadas. Por ordem de menor para a maior infiltração marginal os grupos ficaram assim estabelecidos: RealSeal, óxido de zinco eugenol (material de comparação usado no experimento), MTA e Portland.

Traduzindo os valores obtidos o MTA apresenta uma boa indicação como cimento obturador. Analisando os espécimes do MTA, cinco apresentaram mínima infiltração do indicador aproximando-se dos dados encontrados na maioria dos espécimes obturados com o RealSeal. Os fatores relacionados a falha de adaptação marginal nos outros espécimes podem estar relacionados à dificuldade de escoamento do material e de um protocolo adequado para o seu uso na etapa de obturação de canal. Também não pode ser desconsiderada a necessidade de cones próprios para uso exclusivo com o cimento MTA. Quanto à infiltração marginal encontrada no cimento Portland neste trabalho ainda não o constitui como material obturador de canal quando comparado ao MTA e ao ReaSeal. É bem provável de que os processos de obtenção do clínquer durante a fabricação e após a moagem não tenham uma padronização e exigência de qualidade tanto quanto aquela requerida pelo seu similar para uso em odontologia.

É necessário melhorar através da pesquisa, propriedades, como tempo de presa, escoamento, resistência à compressão e ampliar o espectro antimicrobiano do Agregado de trióxidos de minerais. Entretanto os dados obtidos com o MTA apontam para um caminho já perseguido, e onde agora já se vislumbram os resultados da caminhada, de muitos trabalhos científicos e do olhar dedicado de tantos pesquisadores. Seria desejável num futuro próximo pudessemos ter num único cimento obturador unidas as excelentes qualidades do Agregado à capacidade seladora do RealSeal. Mas, a ciência não é estática. E nada é definitivo. As demais propriedades do sistema de “resina macia” precisam ser colocadas em cheque tanto em nível

laboratorial quanto na apreciação da aplicação clínica por mais alguns anos, à exemplo do MTA. Este é apenas um dos muitos trabalhos investigativos que serão requeridos para chancelar o jovem Sistema RealSeal como excelente selador.

Apesar de pouco explorar aos resultados da infiltração por face, importa salientar a proximidade de resultado demonstrada (mm) na Tabela 1, tal como no Grupo 1, 1,47 e 1,62, Grupo 2, 6,21 e 5,70, Grupo 3, 13,31 e 13,47, e Grupo 4, 1,09 e 1,14. O Gráfico 1 resultante das médias de infiltração nos diferentes grupos experimentais analisados auto-explica com clareza a afirmativa.

Cumpre salientar que os resultados de infiltração encontram-se dentro da normalidade nos espécimes dos Grupos 1 e 4 situados entre 1,09 mm a 1,62mm e média geral em mm 1,54 e 1,11 respectivamente. Por outro lado nos espécimes dos Grupos 3 e 4 encontram-se excessivamente altos e fora das expectativas.

A média (mm) de infiltração linear do corante indicador definiu a ordem dos materiais avaliados: Grupo (RealSeal) VI - 1,11 mm, Grupo (Oze) I - 1,54 mm, Grupo (MTA) II - 5,95 mm e Grupo (Cimento de Portland) III - 13,39 mm, (Gráfico 2).

Com relação às médias, o destaque ocorreu para o Grupo (RealSeal) VI cujo resultado muito de assemelhou ao dos espécimes do Grupo (Oze) I conforme pode ser analisado na Tabela 1 Gráfico 1 e 2.

Interessante notar que dada a inovação do sistema realizado pelo RealSeal, esperavam-se resultados que pudessem superar à larga distância os resultados obtidos pelo grupo do Óxido de Zinco e Eugenol.

Já os resultados pelo teste de Kruskal Wallis apontam para diferenças estatísticas significantes ao nível de 0,1% para as interações RealSeal x MTA x Cimento de Portland, Oze x Cimento de Portland ao nível de 0,1% .

Por outro lado não ocorreram diferenças estatisticamente significativas nas interações Oze x RealSeal e Oze x MTA.

Faz-se necessário discutir que a expectativa criada para o cimento obturador com o MTA x Cimento de Portland sendo empregado como cimento obturador do sistema endodôntico pode ser considerada frustrada, pois apesar de apresentar selamento aceitável em aproximadamente 50% dos espécimes avaliados, ainda encontra-se distante do desempenho ideal. Nota-se na Tabela 1 que sete dos quinze resultados de infiltração obtidos nos espécimes do Grupo 2 estão muito próximos da normalidade.

Talvez exista a necessidade de melhorar a composição ou mesmo incorporar elementos com propriedades ligadas ao selamento impermeabilização mais certamente e com prioridades fixadas no escoamento e adesividade as paredes do sistema de canais radiculares.

Assim, diante dos resultados obtidos julga-se necessário o desenvolvimento de outros estudos, empregando metodologias e modelos que possam complementar os resultados encontrados

7 CONCLUSÕES

Diante da proposta desenvolvida, obedecendo às condições experimentais estabelecidas pela metodologia criteriosamente aplicada, parece lícito concluir que:

1. Nenhum dos cimentos testados promoveu o efetivo selamento marginal apical capaz de impedir a invasão do corante evidenciador.
2. O RealSeal (1,11) apresentou um excelente selamento marginal como cimento obturador de canal.
3. O MTA (5,95) apresentou uma média superior a cinco vezes o melhor resultado de infiltração marginal pelo corante.
4. O cimento Portland (13,39) apresentou uma média superior a doze vezes o melhor resultado de infiltração marginal pelo corante.

Alguns dos cimentos testados não se constituem propostas clínicas aceitáveis para a obturação do sistema endodôntico.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, D. et al. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. **Biomaterials**, v. 15, n. 5, p. 4001-4010, May 2002.
- ABEDI. H. R. The use of mineral trioxide aggregate cement as a direct pulp capping agent. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 22, n. 4, p. 199-201, Apr. 1996.
- AEINEHCHI, M. et al. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 11, n. 8, p. 225-231, Aug. 2003.
- AGRABAWI, J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. **British Dental Journal**, v. 188, n. 5, p. 266-268, Mar. 2000.
- AL-HEZAIMI, K. et al. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 6, p. 453-456, June 2005.
- ALMEIDA FILHO, R. M. R. **MTA x Cimento Portland**: análise comparativa de algumas de suas propriedades químicas, físicas e biológicas. 2002. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado de São Paulo, Araçatuba, 2002.
- ANDELIN, W. E. et al. Microleakage of resected MTA. **JOE**, Baltimore, v. 28, n. 8, p. 573-574, Aug. 2002.
- APAYDIN, E. S. et al. Hard-tissue healing' after application of fresh or set MTA as root-end-filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 1, p. 21-24, Jan. 2004.
- APAYDIN, E. S.; TORABINEJAD, M. The effect of calcium sulfat on hard-tissue healing after periradicular surgery. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 1, p. 17-20, Jan. 2004.
- ARAÚJO, R. A. de et al. Sealing ability of different brands of MTA as a root-end filling material. Avaliação do selamento apical após retrobturações com a utilização de duas diferentes marcas de MTA. **Jornal Brasileiro de Endodontia**, Curitiba, v. 5, n. 17, p. 150-156, Sept. 2004.
- ARENS, D. E.; TORABINEJAD. M. Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: two case reports. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod**, v. 82, n. 1, p. 8-88, July 1996.
- ASGARY, S. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 101-103, Feb. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Gerência e tecnologia. Manual de ensaio físicos do cimento. 3. ed. São Paulo: ABCP, 2000. 94 p. (MT-3).

_____. Guia básico de utilização do cimento Portland. 5. ed. São Paulo: ABCP, 1999, 28 p. (BT-106).

BAEK, S.; PLENK JÚNIOR, H.; KIM, S. Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, superEBA, and MTA as root-end filling materials. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 6, p. 444-449, June 2005.

BALTO, H. A. Attachment and morphological behavior of human periodontal ligament fibroblasts to mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscope study. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 1, p. 25-28, Jan. 2004.

BAKLAND, L. K. Management of traumatically injured pulps in immature teeth using MTA. **Journal Californian Dental Association**, v. 28, n. 11, p. 855-858, Nov. 2000.

BARGHOLZ, C. Perforation repair with mineral trioxide aggregate: a modified matrix concept. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 1, p. 1-72, Jan. 2005.

BERNABÉ, P. F. E.; HOLLAND, R. **MTA e cimento Portland**: considerações sobre as propriedades físicas químicas e biológicas. 21. ed. São Paulo: Santos, 2003, p. 225-264.

BERNABÉ, P. F. E. et al. Avaliação in vitro da capacidade seladora marginal e da infiltração na massa de agregados de trióxidos minerais. In vitro evaluation of the marginal sealing ability and the infiltration in the body of mineral trioxide agregades. **Jornal Brasileiro de Endodontia**, Curitiba, v. 12, n. 6, p. 322-328, June 2004.

BERNABÉ, P. F. E. et al. Evaluation of root end preparations and retrofilling materials in pulpless dog's teeth. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 6, p. 410-415, July 2002.

BERNABÉ, P. F. E. et al. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs' teeth. **Brazil Dental Journal**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 149-155, May/Aug. 2005.

BERNABÉ, P. F. E. et al. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs' teeth. **Brazil Dental Journal**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 149-155, May/Aug. 2006.

BORIN, M. et al. Filtración apical de algunos materiales para obturación retrógrada. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 3, n. 4, p. 5-11, 1997.

CALDWELL, D. R. The effects of environmental factors on microbes. In: _____. **Microbial physiology and metabolism**. Dubugue WC: Brown Publishers, 1995. p. 255-264.

CAMILLERI, J. et al. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Protland cement for endodontic use. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 11, p. 834-842, Nov. 2005.

CAMILLERI, J. et al. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 37, n. 10, p. 699-704, Oct. 2004

CHAILERTVANITKUL, P. et al. An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of root canal treated multirouted teeth. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 17, n. 9, p. 318-322, Sept. 1997.

CHIVIAN, N. Resilon. The missing link in sealing the root canal. **Compendium**, v. 25, n. 10A, p. 823-825, Oct. 2004.

CHONG, B. S.; PITT FORD, T. R.; HUDSON, N. B. A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 36, n. 8, p. 520-526, Aug. 2003.

DALÇÓQUIO, C. et al. Selamento apical após retrobturações com MTA, IRM, Ionômero de vidro e cianocrilato. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent**, São Paulo, v. 55, n. 3, p. 194-198, maio/jun. 2001.

DAOUDI, M. F.; SAUNDERS, W. P. Aim this study evaluated in vitro the effect of using the operating microscope on repairing furcation perforations using Vitrebond and MTA. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 35, n. 5, p. 407-497, May 2002.

DEAL, B. F. et al. Chemical and physical properties of MTA, Portland Cement and a new experimental material, fast-set MTA. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 3, p. 252, Mar. 2002. (Abstracts).

DE DEUS, G. et al. Cytotoxicity of MTA and Portland cement on human ECV 304 endothelial cells. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 9, p. 604-609, Sept. 2005.

DELIVANIS, P. D.; MATTISON, G. D.; MENDEL, R. W. The survivability of F43 strain of *Streptococcus sanguis* in root canals filled with guta percha and Procosol cement. **Journal of Endodontic**, Baltimore, v. 22, n. 11. p. 407-412, Nov. 1983.

DUARTE, M. A. H. et al. Avaliação da contaminação do MTA Ángelus e do cimento Pórtland. **Jornal Brasileiro Clínica Odontológica Internacional**, Curitiba, v. 6, n. 32, p.155-157, mar./abr. 2002.

ESTRELA, C. et al. Estudo do efeito biológico do pH na atividade enzimática de bactérias anaeróbicas. **FOB**, v. 2, n. 4, p. 31-38, out./dez. 1995.

ESTRELA, C. et al. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. **Brazil Dental Journal**, São Paulo, v. 1, n.1, p. 3-9, Jan. 2000.

FARACO JÚNIOR, I. M. **Avaliação histomorfológica da resposta da polpa de dentes de cães submetida ao capeamento com sistema adesivo, cimento de hidróxido de cálcio e dois tipos de agregado de trióxido mineral**, 1999, 251 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia)-Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 1999.

FARACO JÚNIOR, I. M.; HOLLAND, R. Avaliação da biocompatibilidade do MTA branco. **Brazil Dental Journal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 223-227, Feb. 2004.

FARACO JÚNIOR, I. M.; HOLLAND, R. Histomorphological response of dogs' dental pulp capped with mineral trioxide aggregate. **Brazil Dental Journal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 104-108, Feb. 2004.

FARACO JÚNIOR, I. M.; HOLLAND, R. Response if the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. **Dent. Traumatol**, v. 2, n. 2, p. 163-166, Feb. 2001.

FIGUEIREDO, J. A. P. et al. Comparative analysis of the radiopacity of Portland cement with bismuth subnitrate and MTA. **Braz. Endod. Journal**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-7, Jan. 2002.

FISCHER, E. J.; ARENS, D. E.; MILLER, C. H. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 3, p. 176-179, Mar. 1998.

FRIDLAND, M.; ROSADO, R.; ENG, C. MTA solubility: a long term study. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 5, p. 376-379, May 2005.

FUNTEAS, U. R. et al. A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 3, p. 259-265, May 2002.

GROSSMAN, L. **Endodontic Practice**, 11. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988. p. 255.

HAAS, A. N. et al. Novas tendências na preservação do complexo dentinopulpar: materiais indutores de tecido calcificado. **Revista Associação Brasileira de Ododontia Nacional**, v. 9, n. 3, p. 145-150, jun./jul. 2001.

HACHMEISTER, D. R. et al. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of aperxification. **JOE**, Baltimore, v. 28, n. 5, p. 386-390, July 2002.

HAYASHI, M.; SHIMIZU, A.; EBISU, S. MTA for obturation of mandibular central incisors with open apices: case report. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 2, p. 120-122, Feb. 2004.

HAM, K. A. et al. Preliminary evaluation of BMP-2 expression and histological characteristics during apexification with calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate. **JOE**, v. 31, n. 4, p. 275-279, Apr. 2005.

HARDY, I. et al. Sealing ability of one-up bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 20, n. 9, p. 658-661, Sept. 2004.

HERNANDEZ, T. M. et al. Effect of ProRoot MTA mixed with chlorhexidine on apoptosis and cell cycle of fibroblasts and macrophages in vitro. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 2, p. 73-147, Feb. 2005.

HERZOG-FLORES, D. S. et al. Análisis fisicoquímico del mineral trióxido agregado (MTA) por difracción de rayos X, calorimetria e microscopia eletrônica de barrido. **Rev. ADM**, v. 57, n. 4, p. 125-131, June 2000.

HIRAIISHI, N. et al. Shear bond strength of resilon to a methacrylate-based root canal sealer. **Internacional Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 12, p. 756-763, Dec. 2005.

HOLLAND, R. et al. Histochemical response of amputated pulps to calcium hydroxide. **Rev. Bras. Pesq. Met. Biol**, v. 4, n. 2, p. 83-95, Feb. 1971.

HOLLAND, R. et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 14, n. 3, p. 161-166, Mar. 1999.

_____. Reaction of dogs teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 9, p. 728-730, Sept. 1999.

_____. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. **Braz. Dent. Journal**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 3-8, Jan. 2001.

_____. Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 6, p. 281-284, June 2001.

_____. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. **Braz. Dent. Journal**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 109-113, Feb. 2001.

_____. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with a white mineral trioxide aggregate. **Braz. Dent. Journal**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 23-26, Jan. 2002.

HONG, C. U. et al. The effects of three retrofilling materials on selected oral bacteria. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 4, p. 2000-2005, Apr. 1993. (Abstracts).

INGLE, J. I. et al. The Washington study. In: INGLE, J. L.; BAKLAND, L. K. (ed). **Endodontics**, 4. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. p. 235-256.

KEISER, K.; JOHNSONS, C. C.; TIPTON, D. A. Citotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 26, n. 5. p. 288-291, May 2000.

KETTERING, J. D.; TORABINEJAD, M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 11, p. 537-539, Nov. 1995.

KOH, E. T. et al. Cellular response to mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 88, p. 543-547, Aug. 1998.

KOH, E. T. Mineral trioxide aggregate (MTA) as a root end filling material in apical surgery – a case report. **Singapore Dent. Journal**, Singapore, v. 23, n. 1, p. 72-78, Dec. 2000.

KOHEN, S.; ZMENER, O. MTA: sus posibilidades de uso en endodoncia y odontología integral. **Rev. Asoc. Odontol. Argent**, v. 89, n. 4, p. 422-424, jul./ago 2001.

LAGE-MARQUES, J. L. **Avaliação da Metodologia de Impermeabilização Radicular Externa com vistas ao estudo da permeabilidade dentinária e marginal**. 2002. 112 f. Tese (Doutorado em Odontologia)-Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

LAGE-MARQUES, J. L.; MALHEIROS, C. E.; AMORIM, C. V. G. de. A endodontia e o MTA: uma abordagem clínica. In: 23. CIOSP – CONGRESSO INTERNACIONAL DE ODONTOLOGIA DE SÃO PAULO. 2005, São Paulo, 2005. c. 3, p. 132-138.

LEE, S. J.; MONSEF, M.; TORABINEJAD, M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 11, p. 541-544, nov. 1993.

LEITES, A. C. P. R. **Avaliação da radiopacidade através de imagem digitalizada, do cimento Portland, isolado e acrescido de substâncias radiopacizantes, e do MTA**. 2002. 112 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia)-Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

LEONARDO, M. R. **Endodontia: tratamento de canais radiculares princípios técnicos e biológicos**. São Paulo: Artes Médicas, 2005. v. 2, p. 1205-1213.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia biológica e técnica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan e Médici. 2004. p. 90-93.

MAIN, C. et al. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 2, p. 80-83, Feb. 2004.

- MASUDA, Y. M. et al. Evaluation of biocompatibility of mineral trioxide aggregate with an improved rabbit ear chamber. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 32, n. 3, p. 145-150, Mar. 2005.
- MATT, G. D. et al. Comparatrive study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one-ortwo-step apical barrier technique. Study of White and Gray MTA. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 12, p. 876-879, Dec. 2004.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Aglomerantes hidráulicos. In: MEHTA, P. K. MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades materiais**. São Paulo: Pini, 1994. p. 187-238.
- MEIRA-LEITE, E. **Análise in vitro do selamento apical e da adaptação marginal de canais obturados com MTA**. 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Departamento de Odontologia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002.
- MENEZES, R. et al. Análise microscópica da polpa dental de cães após pulpotomia e proteção pulpar com agregado de trióxido mineral e cimento Portland branco. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 16, n. 2, p. 104-107, abr./jun. 2004.
- MOGHADDAME-JAFARI, S. et al. Effect of proroot MTA on pulp cell apoptosis and proliferation in vitro. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 5, p. 387-391, May 2005.
- MORAES, S. H. et al. Reação do tecido conjuntivo subcutâneo de rato ao implante do cimento Portland. **J. Bras. Endod.**, São Paulo, v. 2, n. 7, p. 326-329, Aug. 2001.
- MORANDI, R. **Avaliação histomorfológica realizada em dentes de cães com lesão periapical, após apicectomia e obturação retrógrada convencional com cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e o agregado de trióxido mineral**. 1999. 320 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia)-Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 1999.
- MOUNCE, R. GLASSMAN, G. Bonded Endodontic Obturation: another quantum leap forward for endodontics. **Oral Health**, v. 32, n. 7, p. 1-3, July 2004.
- NAKATA, T. T. et al. Perforation repair comparing mineral tr ioxide agrégate and amalgam. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 23, n. 4. Apr. 1997. [Abstract 259].
- NAKATA, T. T.; BAE, K. S.; BAUMGARTNER, J. C. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgm using an anaerobic bacterial leakage model. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 3, p. 184-186, Mar. 1998.
- NAKAYAMA, A. et al. Behaviour of bone marrow osteoblast-like cells on mineral trioxide aggregate: morphology and expression of type I collagen and bone-related protein mRNAs. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 4, p. 203-275, Apr. 2005.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997, 828 p.

NERY, R. S. **Comportamento dos tecidos apicais e periapicais de dentes decíduos de cães após a biopulpectomia e obturação dos canais radiculares com Sealapex, Sealer Plus e MTA.** 2000. 311 f. Tese (Doutorado em Odontologia)-Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2000.

OSÓRIO, R. M. et al. Cytotoxicity of endodontic materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 2, p. 91-96, Feb. 1998.

PAIANO, G. A. **Avaliação do uso do cianoacrilato em obturações retrógradas em cães.** 1997. 136 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia)-Faculdade de Odontologia, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H. **Endodontia: bases para prática clínica.** 2. ed. rev. São Paulo: Artes Médicas, 1991. 886 p.

PITT FORD, T. R. et al. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod**, v. 79, n. 6, p. 756-762, June 1995.

PITT FORD, T. R. et al. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. **JADA**, v. 127, n. 10, p. 1491-1494, Oct. 1996.

REGAN, J. D.; GUTMANN, J. L.; WITHERSPOON, D. E. Comparison of diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 35, n. 10, p. 807-879, Oct. 2002.

REZENDE, T. M. B. et al. Effect of mineral trioxide aggregate on cytokine production by peritoneal macrophages. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 12, p. 896-903, Dec. 2005.

RIBEIRO, D. A. et al. Biocompatibility in vitro tests of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 8, p. 605-607, Aug. 2005.

ROY, C. O.; JEANSONNE, B. G.; GERRETS, T. F. Effect os and acid environment on leakage of root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 27, n. 1, p. 7-8, Jan. 2001.

RUIZ, P. A. Agregado de trióxido mineral (MTA): uma nova perspective em endodontia. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 60, n. 1, p. 33-35, jan./fev. 2003.

_____. Endodontic perforations: literature review. Perfurações Endodônticas: revisão da literatura. **Revista Brasileira de Patologia Oral**, v. 2, n. 2, p. 45-50, abr./jun. 2003.

SAIDON, J. et al. Tissue reaction to implanted Mineral Trioxide Aggregate or Portland cement. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 3, p. 247-252, Mar. 2002.

SCHIMITT, D.; LEE, J.; BOGEN, G. Multifaceted use of ProRoot MTA root canal repair material. **Pediatr. Dent.**, v. 23, n. 4, p. 326-330, July/Aug. 2001.

SHIPPER, G. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 91-96, Feb. 2005.

SHIPPER, G. et al. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material. (Revisional). **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 5, p. 342-347, May 2004.

SHIPPER, G. et al. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 37, n. 5, p. 325-336, May 2004.

SILVA NETO, U. X. da et al. Infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com Pro Root-MTA, MTA-Angelus e Super-EBA. **JBE**, Curitiba, v. 4, n. 13, p. 149-152, abr. 2003.

SILVA NETO, U. X. da; MORAES, I. G. de. Sealing capacity produced by some materials when utilized under furcation perforations of extract human molars. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 11, n. 1, p. 27-33, Jan. 2003.

SIPERT, C. R. et al. In vitro antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, Mineral Trioxide Aggregate, Portland cement and EndoRez. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 38, n. 8, p. 539-543, Aug. 2005.

SLUYK, S. R.; MOON, P. C.; HARTWELL, G. R. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 11, p. 768-711, Nov. 1998.

SOARES, I. J.; GOLDBERG, F. **Endodontia: técnica e fundamento**. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 171-174.

SOARES, I. M. S. **Resposta pulpar ao MTA – agregado de trióxido mineral – comparada ao hidróxido de cálcio, em pulpotomias: estudo histológico em dentes de cães**. 1999. 74 f. Tese (Professor Titular)-Centro de Ciências da Saúde, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SOUZA, L. C. et al. Perfurações iatrogênicas: super-EBA e MTA: uma revisão de novos cimentos. **Odontologia – USF**, Bragança Paulista, v. 17, n. 1, p. 99-105, jan./dez. 1999.

TAY, F. R. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 7, p. 516-519, July 2005.

TANG, H. M.; TORABINEJAD, M.; KETTERING, J. D. Leakage evaluation of Root end filling materials using endotoxin. **JOE**, Baltimore, v. 28, n. 1, p. 5-7, Jan. 2002.

TANOMARU FILHO, M. et al. Capacidade de selamento de materiais retrobturadores em perfurações radiculares laterais. **Rev. Brás. Odont.**, Curitiba, v. 59, n. 2, p. 80-82, mar./abr. 2002.

TANOMARU FILHO, M.; TANOMARU, J. M. G.; ISHIKAWA, T. M. Capacidade de selamento apical de materiais retrobturadores à base de agragado de trióxido mineral. **JBE**, Curitiba, v. 4, n. 12, p. 20-23, Dec. 2003.

TEIXEIRA, F. B. et al. Fracture resistance os roots endodontically treated with a new resin filling material. **JADA**, v. 135, n. 5, p. 646-652, May 2004.

TORABINEJAD, M. et al. Dye leakage of four root-end filling materials: effects of blood contamination. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 20, n. 4, p. 159-163, Apr. 1994.

_____. Citotoxicity of four root end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 10. p. 489-492, Oct. 1995.

_____. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 6, p. 295-299, June 1995.

_____. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 12. p. 603-608, Dec. 1995.

_____. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 3, p. 109-112, Mar. 1995.

_____. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 6, p. 295-299, June 1995.

_____. Physical and clinical properties of a new root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 7, p. 349-353, July 1995.

_____. Antibacterial effects of some root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 8, p. 403-406, Aug. 1995.

_____. Tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 11, p. 567-571, Nov. 1995.

_____. Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 23, n. 4, p. 225-228, Apr. 1997.

_____. Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 7, p. 468-471, July 1998.

TORABINEJAD, M.; CHIVIAN, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 25, n. 3, p. 197-205, Mar. 1999.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; PITT FORD, T. R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 12, p. 591-595, Dec. 1993.

TRINDADE, A. C.; OLIVEIRA, E. M. P. de; FIGUEIREDO, J. A. P. de. Análise comparativa da resposta tecidual ao agregado trióxido mineral (MTA) e ao cimento Portland, isolado e acrescido de substância radiopacizante. **JBE**, Curitiba, v. 4, n. 15, p. 309-314, abr. 2003.

TZIAFAS, D. et al. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. **International Endodontic Journal**, Gotteborg, v. 35, n. 3, p. 221-314, Mar. 2002.

VALOIS, C. R. A.; COSTA JÚNIOR, E. D. Efetividade de selamento apical promovido por três materiais retrobturadores. **JBE**, Curitiba, v. 4, n. 14, p. 219-222, ago. 2003.

VIZGIRDA, P. J. et al. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 2, p. 103-106, Feb. 2004.

XAVIER, C. B. et al. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. **JOE**, Baltimore, v. 31, n. 7, p. 539-542, July 2005.

WALTON, R. E.; JOHNSON, W. T. Obturação. In.: WALTON, R. E.; TORABINEJAD, M. **Princípios e Prática em Endodontia**. 2. ed. São Paulo: Santos, 1999. p. 235-236.

WEIDMANN, G.; LEWIS, P.; REID, N. **Structural materials**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994. p. 105-112.

WELDON JÚNIOR, J. K. et al. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. **JOE**, Baltimore, v. 28, n. 6, p. 467-470, June 2002.

WHITE, J. D. et al. The effect os three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 12, p. 828-831, Dec. 2002.

WITHERSPOON, D. E.; HAM, K. One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. **Pract. Proced. Aesthet. Dent.**, v. 13, n. 6, p. 455-460, Aug. 2001.

WU, M. K. et al. Long-term seal provided by some root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 8, p. 557-560, Aug. 1998.

WÜCHERPFENING, A. L.; GREEN, D. B. Mineral trioxide vs. Portland cement: two biocompatible filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 25, n. 4, p. 548-556, Apr. 1999.

YALTIRIK, M. et al. Reactions of connective tissue to mineral trioxide aggregate and amalgam. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 2, p. 96-99, Feb. 2004.

ZHU, Q. et al. Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 26, n. 7, p. 404-406, July 2000.

ANEXO A - Protocolo CEP/UNITAU n° 256/05