

UNIVERSIDADE VEIGA DE ALMEIDA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA – REABILITAÇÃO ORAL

Edmond Abdo Neto

**CONSIDERAÇÕES ATUAIS SOBRE O AGREGADO
TRIOXIDO MINERAL NA ENDODONTIA**

**Rio de Janeiro
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Edmond Abdo Neto

**CONSIDERAÇÕES ATUAIS SOBRE O AGREGADO
TRIOXIDO MINERAL NA ENDODONTIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Faculdade de Odontologia da Universidade Veiga de Almeida, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Reabilitação Oral.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo de Deus

**Rio de Janeiro
2009**

UNIVERSIDADE VEIGA DE ALMEIDA
DIRETORIA DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU*
E DE PESQUISA
Rua Ibituruna, 108 – Maracanã
20271-020 – Rio de Janeiro – RJ
Tel.: (21) 2574-8871 - (21) 2574-8922

FICHA CATALOGRÁFICA

A135c Abdo Neto, Edmond
Considerações atuais sobre o agregado trióxido mineral na endodontia/Edmond Abdo Neto, 2009.
71f.: il ; 30 cm.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Veiga de Almeida, Mestrado em Odontologia, Reabilitação Oral, Rio de Janeiro, 2009.

Orientação: Prof. Dr. Gustavo de Deus

1. Agregado trióxido mineral. 2. Infiltração. 3. Biocompatibilidade. I. Deus, Gustavo de. II. Universidade Veiga de Almeida, Mestrado em Odontologia, Reabilitação Oral. III. Título.

CDD – 617.6

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial Tijuca/UVA
Biblioteca Maria Anunciação Almeida de Carvalho

EDMOND ABDO NETO

**CONSIDERAÇÕES ATUAIS SOBRE O AGREGADO
TRIOXIDO MINERAL NA ENDODONTIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Faculdade de Odontologia da Universidade Veiga de Almeida, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Reabilitação Oral.

Aprovada em ____ de _____ de 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gustavo de Deus
Universidade Veiga de Almeida
Rio de Janeiro – RJ

Prof. Dr. Antônio Carlos Canabarro Andrade Júnior
Universidade Veiga de Almeida
Rio de Janeiro – RJ

Prof. Dr. Carlos Marcelo da Silva Figueredo
Universidade Veiga de Almeida
Rio de Janeiro – RJ

Aos meus amados pais, cujos exemplos de vida, sabedoria e integridade em tudo que realizam, direcionam-me no caminho correto.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha saúde e que sempre esteve ao meu lado me dando forças e ajudando a superar os obstáculos encontrados para que eu alcançasse os meus sonhos, e me presenteando com pessoas e momentos tão especiais.

Aos Professores pelo carinho, confiança e grande incentivo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo de Deus, minha eterna gratidão pela sua amizade e pelo estímulo a minha carreira profissional. Você é um exemplo de força, dedicação e profissionalismo.

“Ouvir é uma das habilidades mais importantes que um líder pode escolher para desenvolver”.

Hunter, 2005

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre o Agregado de Trióxido Mineral na Endodontia, abordando aspectos sobre a sua apresentação, composição, propriedades físicas e químicas, aplicações clínicas, biocompatibilidade e selamento. Diante de tantos materiais já conhecidos para selamento da cavidade endodôntica, o Agregado de Trióxido Mineral vem sendo largamente estudado em função de sua excelente biocompatibilidade quando em contato íntimo com os tecidos periapicais e/ou periodontais, e também por sua relação com o cimento Portland[®]. Considerando os trabalhos consultados e os resultados apontados nesta revisão de literatura, denota-se que esta substância mostra excelentes resultados biológicos quando empregado diretamente sobre a polpa dental e tecidos parodontodônticos; devido às suas propriedades químicas e biológicas, observou-se a sua similaridade ao cimento Portland[®]; suas propriedades físicas limitaram seu uso como material obturador do sistema de canais radiculares; a introdução de técnicas em sessão única para apicificação, provêm como uma opção de tratamento alternativa com o uso do Agregado de Trióxido Mineral e; considerado como não citotóxico, está sendo visto como um material promissor para a substituição do formocresol, quando da indicação para pulpotomias de dentes decíduos.

Palavras-chave: Agregado de Trióxido Mineral. Infiltração. Biocompatibilidade. Endodontia.

ABSTRACT

The objective of this study was to review the literature on the Mineral Trioxide Aggregate in Endodontics, approaching aspects on its presentation, composition, physical and chemical properties, clinical applications, biocompatibility and sealing. Faced with so many materials known to endodontic cavity sealing, the Mineral Trioxide Aggregate has been widely studied because of its excellent biocompatibility when in close contact with the periapical and/or periodontics tissues, and also its relationship with Portland cement. Considering the studies reviewed and the results mentioned in the review, indicates that this substance shows excellent biological results when used directly on the dental pulp and parendodontics tissues, due to its chemical and biological properties, we observed its, their physical properties have similarity to the Portland[®] cement limited its use as filling material of the root canal system, the introduction of techniques in one session for apexification, to provide as an alternative option of treatment with the use of the Mineral Trioxide Aggregate and, considered as not cytotoxic, is being seen as a promising material for the substitution of formocresol, when the indication for pulpotomy of primary teeth.

Keywords: Mineral Trioxide Aggregate. Infiltration. Biocompatibility. Endodontics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	ProRoot [®] MTA nas cores cinza e branco, respectivamente.....	15
Figura 2	MTA Angelus [®] e MTA Angelus [®] branco.....	16
Figura 3	MTA Ângelus [®] , proporção pó-líquido e tempo de espatulação.....	20
Figura 4	MTA manipulado.....	21
Figura 5	Pelotas de clínquer obtidas após o processamento em altas temperaturas, do cálcio e argila.....	22
Figura 6	Radiografia inicial do dente 85.....	33
Figura 7	Remoção da cárie e acesso endodôntico.....	33
Figura 8	Hemostasia obtida através de irrigação com soro fisiológico e bolinhas de algodão estéreis.....	34
Figura 9	MTA Angelus [®] escolha para o caso clínico.....	47
Figura 10	Proporção pó-líquido 1:1.....	47
Figura 11	Aspecto do cimento manipulado.....	48
Figura 12	Inserção do MTA com porta-amálgama.....	48
Figura 13	Aspecto do MTA após inserção.....	48
Figura 14	Restauração provisória com ionômero de vidro.....	49
Figura 15	Radiografia após pulpotomia.....	49
Figura 16	Restauração final em resina composta.....	49
Figura 17	Radiografia de proervação (seis meses após).....	50
Figura 18	Dente 23, pré-operatório radiográfico mostrando uma obturação radicular não homogênea e uma perfuração lateral.....	50
Figura 19	Dente 11, pré-operatório radiográfico detectando-se o conduto radicular não obturado e um pino aparentemente bem centralizado. Uma discreta radioluscência óssea apontada pelas setas.....	51
Figura 20	Remoção do pino intrarradicular, limpeza inicial do canal e remoção de algum tecido de granulação situado dentro do defeito da perfuração.....	51
Figura 21	Empurra-se para fora da perfuração o tecido de granulação, com pequenos pedaços de colágeno.....	52

Figura 22	A matriz de colágeno recria a forma externa da superfície radicular....	53
Figura 23	Pequenas porções de MTA são depositadas em camadas contra a barreira de colágeno.....	54
Figura 24	Depois de vedada a perfuração, o colágeno será reabsorvido em algumas semanas.....	55
Figura 25	Dente 23, depois do canal retratado de raiz e a perfuração reparada com MTA.....	55
Figura 26	Dente 23, radiografia de acompanhamento de um ano, nota-se o reparo quase completa do defeito ósseo.....	56
Figura 27	Dente 23, radiografia de acompanhamento de cinco anos, observa-se a formação óssea alveolar e o espaço periodontal.....	56
Figura 28	Dente 11, depois de reparo da perfuração e uma restauração temporária.....	57
Figura 29	Dente 11, acompanhamento radiográfico de um ano, mostrando ausência de inflamação e uma estrutura óssea normal.....	57
Figura 30	Dente 11, acompanhamento de cinco anos, demonstrando regeneração óssea completa sem qualquer sinal de inflamação.....	58
Figura 31	Portador Dovgan, utilizado para conduzir o MTA até áreas apicais.	58
Figura 32	Células Endoteliais Humanas (ECV 304) na cultura controle mantendo uma confluenta monocamada depois de 72 horas (X50)....	59
Figura 33	Células Endoteliais Humanas (ECV 304) expostas ao ProRoot MTA [®] , por 24 horas. Foram observadas células com alterações morfológicas (X50). *Região com alto efeito de citotoxicidade com morte celular geral.....	59
Figura 34	Células Endoteliais Humanas (ECV 304) expostas ao ProRoot MTA [®] , 72 horas. Células com pouca alteração morfológica (X50). *A alta inicial dos efeitos citotóxicos vão diminuindo gradualmente no período de tempo experimental permitindo o reparo celular.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

MTA	- Agregado Trióxido Mineral
Al ₂ O ₃	- Alumina
DTX	- Análise de difração de raios X
ADEX	- Análise de dispersão por energia de raios X
CaCl	- Cloreto de Cálcio
SiO	- Dióxido de Silício
FDA	- Food and Drugs Administration
FC	- Formocresol concentrado
FCD	- Formocresol diluído
°C	- Graus Celsius
Ca(OH) ₂	- Hidróxido de cálcio
NaOCl	- Hipoclorito de sódio
>	- Maior que
+	- Mais
±	- Mais ou menos
®	- Marca Registrada
MSDS	- <i>Material Safety Data Sheet</i>
MPa	- Megapascal
<	- Menor que
µm	- Micrômetro
mL	- Mililitro
mm	- Milímetros
Bi ₂ O ₃	- Óxido de Bismuto
CaO	- Óxido de Cálcio
Fe ₂ O ₃	- Óxido de ferro
MgO	- Óxido de Magnésio
Na ₂ O	- Óxido de Sódio
OZE	- Óxido de Zinco e Eugenol
ppm	- Partes por milhão
%	- Percentual
K ₂ O	- Potássio
pH	- Potencial Hidrogeniônico
SO ₃	- Trióxido de Enxofre
UNESP	- Universidade Estadual de São Paulo

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	PROPOSIÇÃO.....	14
3	REVISÃO DA LITERATURA/DISCUSSÃO.....	15
	3.1 COMPOSIÇÃO, PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS.....	15
	3.2 ESTUDOS SOBRE BIOCMPATIBILIDADE.....	30
	3.3 ESTUDOS SOBRE INFILTRAÇÃO <i>IN VITRO</i>	34
	3.4 INDICAÇÕES E APLICAÇÕES CLÍNICAS.....	45
4	CONCLUSÃO.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

Muitas pesquisas são realizadas na área de materiais endodônticos, com a preocupação de encontrar um material ideal que possa ficar em íntimo contato com os tecidos periapicais e/ou periodontais, como nos casos de retrobturações e perfurações, respectivamente. Com isso, para retrobturações o material selecionado deve possuir capacidade de adesão e adaptação às paredes de dentina, prevenir a infiltração de microorganismos e seus produtos, bem como ser biocompatível, e ao mesmo tempo estimular a regeneração dos tecidos perirradiculares, apresentar-se insolúvel nos fluidos teciduais, ter estabilidade na presença de umidade e ser de fácil manuseio (BERNABÉ; HOLLAND, 2004; LEAL; BAMPÁ; POLISELI NETO, 2005; TORABINEJAD; WATSON; PITT-FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1995).

Diversos materiais têm sido empregados para esta finalidade, podemos citar o amálgama de prata, derivados de óxido de zinco e eugenol (cimento Super EBA[®] e cimento IRM[®]), as resinas compostas fotopolimerizáveis, os cimentos de ionômero de vidro, os cimentos a base de hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂] e a guta percha. Porém, apresentam algumas desvantagens, como o cimento IRM[®] e o cimento Super EBA[®] que são sensíveis à umidade, são irritantes aos tecidos, apresentam solubilidade e dificuldade de manipulação; já o amálgama de prata, sofre infiltração inicial, corrosão secundária, contaminação pelo mercúrio, sensibilidade à umidade e tem necessidade de um preparo retentivo (TORABINEJAD et al., 1993).

Com a intenção de contornar tais insuficiências, foi desenvolvido em 1993, na Universidade Loma Linda, Califórnia, pelo Dr. Mahmoud Torabinejad e

seus colaboradores um novo cimento denominado Agregado Trióxido Mineral (MTA), com a finalidade de selar as vias de comunicação entre o sistema de canais e a superfície externa do dente oferecendo pela primeira vez a possibilidade de regeneração do que somente reparo (ABEDI; INGLE, 1995; LEE; MONSEF; TORABNEJAD, 1993; SALLES et al., 2000). Lançado no mercado com o nome de ProRoot MTA[®] (Densply, Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma, USA) em 1999, depois de aprovado pela *Food and Drugs Administration* (FDA), em 1998.

Em 2001, uma empresa dentária nacional (Ângelus) lançou no mercado brasileiro o MTA nacional, desenvolvido pelo grupo do Prof. Holland, da UNESP de Araçatuba, o qual purificou e colocou radiopacificador no cimento Portland[®] (DUARTE et al., 2002).

Originariamente o MTA foi indicado após a realização de cirurgias parodontodônticas, como material retrobturador, e em casos de perfurações intrarradiculares e de furca. A partir de então, tem sido proposto como capeador direto em exposições pulpares, pulpotomias e como tampão apical em casos de rizogênese incompleta; ampliando-se assim as possibilidades de seu uso clínico, que serão discutidos mais adiante.

O MTA é um material consolidado no mercado como padrão-ouro, visto que suas características, muito se aproximam das qualidades de um selador ideal. Desta forma, este estudo objetivou abordar na literatura as mais recentes pesquisas envolvendo sua composição, biocompatibilidade, propriedades físicas e químicas, citotoxicidade, propriedades biológicas, aplicações e indicações clínicas e técnicas.

2 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve como objetivo pesquisar na literatura o Agregado Trióxido Mineral envolvendo:

- Composição
- Biocompatibilidade
- Propriedades físicas
- Propriedades químicas
- Propriedades biológicas
- Citotoxicidade,
- Aplicações
- Indicações clínicas
- Técnicas

3 REVISÃO DA LITERATURA/DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO, PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS

Os principais componentes do cimento ProRoot MTA[®] são silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, ferroaluminato tetracálcico, sulfato de cálcio di-hidratado, sílica cristalina, óxido de cálcio, óxido de magnésio, álcalis sob a forma de sulfatos. As principais moléculas presentes no MTA são os íons cálcio e fósforo, e conforme estudo realizado por Schwartz (1999) são também os principais componentes dos tecidos dentais, o que confere excelente biocompatibilidade ao cimento MTA quando em contato com os mesmos, facilitando a regeneração do ligamento periodontal e estimulando a neoformação de tecido duro (cimento de dentina). O pó é constituído por finas partículas hidrofílicas que tomam presa na presença de umidade. O óxido de bismuto é adicionado para dar maior radiopacidade ao material (TORABINEJAD et al., 1995).



Figura 1 – ProRoot[®] MTA nas cores cinza e branco, respectivamente
 FONTE: Dentsply/Tulsa.

No estudo realizado por Torabinejad et al. (1995), as análises demonstraram que o MTA, após tomar presa, passa a ser constituído por óxido de cálcio na forma de cristais discretos e o fosfato de cálcio, com uma estrutura amorfa, com aparência granular. A composição média dos prismas é de 87% de cálcio, 2,47% de sílica e o restante oxigênio. Nas áreas de estrutura amorfa, contêm 33% de cálcio, 49% de fosfato, 2% de carbono, 3% de cloreto e 6% de sílica.

Já o cimento MTA Ângelus[®] segundo a bula do fabricante, apresenta em sua composição: Dióxido de Silício (SiO_2), Potássio (K_2O), Alumina (Al_2O_3), Óxido de Sódio (Na_2O), Óxido de ferro (Fe_2O_3), Trióxido de Enxofre (SO_3), Óxido de Cálcio (CaO), Óxido de Bismuto (Bi_2O_3), Óxido de Magnésio (MgO) e resíduos insolúveis (sílica cristalina, óxido de cálcio, sulfato de potássio e sódio).



Figura 2 – MTA Angelus[®] e MTA Angelus[®] branco.
FONTE: Leal, Bampa e Polisel Neto (2005).

No início do ano de 2001, o fabricante do ProRoot MTA[®] modificou algumas informações contidas no *Material Safety Data Sheet* (MSDS) original, acrescentando que o material é composto por 75% de cimento de Portland[®], 20% de óxido de bismuto e 5% de sulfato de cálcio di-hidratado.

Segundo Torabinejad et al. (1995), que realizaram uma pesquisa para determinar a composição química, pH e radiopacidade do MTA e também o tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade. O MTA em contato com a água forma um gel coloidal que se solidifica, originando uma estrutura rígida no intervalo de 2,5 a 3,5 horas. Seu pH inicial foi de 10,2, aumentando para 12,5, três horas após ser misturado e então, permaneceu constante.

A radiopacidade do MTA se deve à adição de óxido de bismuto em sua composição, na proporção de 25%; segundo a pesquisa, a radiopacidade apresentada pelos materiais estudados foi satisfatória, sendo que o MTA só perdeu para o amálgama em radiopacidade, em função do fato do MTA apresentar maior radiopacidade do que a guta-percha e a dentina, ele é facilmente identificado nas radiografias. Quanto ao tempo de presa, as características desse agregado dependem do tamanho das partículas, da proporção pó-líquido utilizada, da temperatura e da presença de água (TORABINEJAD; WATSON; PITT-FORD, 1993). Nesse estudo o ProRoot MTA[®] (Dentsply) revelou-se com o maior tempo de endurecimento entre os materiais retrobturadores 2 horas e 30 minutos; o que não é muito favorável, pois um material de endurecimento rápido evita possíveis contrações significantes (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

Com o propósito de sanar esse problema, o fabricante do MTA Angelus[®] (fabricado pelo laboratório Ângelus – Londrina – PR) retirou da sua composição o sulfato de cálcio (gesso), componente presente no ProRoot MTA[®], fazendo com que sua presa ocorra entre 10 e 15 minutos.

Apesar da resistência à compressão não ser um fator tão importante quando colocado em cavidades que não suportam cargas oclusais, deve-se considerar em determinadas situações como em perfurações de furca de molares,

essa carga poderá ser significativa. Com relação à resistência à compressão, o MTA apresenta nos tempos iniciais menores valores e que com o passar do tempo aumenta consideravelmente. Vinte e um dias após a sua manipulação o valor da força de compressão do MTA que era ao redor de 40 MPa, subiu para 67 MPa (TORABINEJAD et al., 1995). Com relação a esse fato, Schwartz et al. (1999), não indicaram sua aplicação em áreas de estresse funcional (SALLES et al., 2000).

Camilleri et al. (2005) realizaram um estudo objetivando determinar a constituição do ProRoot MTA[®] e sua morfologia de superfície em várias condições de tratamento. A análise de dispersão por energia de raios X (ADEX) mostrou que o MTA branco é composto principalmente de cálcio, silício, bismuto e oxigênio, e não contém ferro; e o MTA cinza além desses elementos também contém pequenas quantidades de ferro e alumínio. A análise de difração de raios X (DTX) mostrou que o MTA cinza pode ser composto principalmente de silicato tricálcio e silicato dicálcio. A morfologia de superfície dos materiais diferiu sobre as várias condições, particularmente quando emersas em solução de fosfato com formação cristalina. Evidenciou-se a semelhança na constituição das versões comerciais do MTA quando comparadas ao cimento Portland[®] comum, com exceção da adição de óxido de bismuto (radiopacificador).

No estudo realizado por Andreasen, Munskgaard e Bakland (2006) comparando a resistência à fratura em dentes de ovelha com canais imaturos depois de obturados com $\text{Ca}(\text{HO})_2$ ou MTA, 30 dentes incisivos imaturos de ovelha foram testados quanto à resistência a fratura depois de várias modalidades de tratamento usando $\text{Ca}(\text{HO})_2$ ou MTA como obturador de canal. Os incisivos, tendo 80% aproximadamente, da raiz formada, foram extraídos de mandíbulas de ovelhas sacrificadas e divididos em quatro grupos experimentais. As polpas foram extirpadas

de todos os dentes por via apical: a) grupo salino – os dentes foram preservados em solução salina por 100 dias a 6°C; b) grupo $\text{Ca}(\text{HO})_2$ – os canais foram preenchidos com $\text{Ca}(\text{HO})_2$ e selados apicalmente com IRM[®] e armazenados como os anteriores; c) grupo MTA – os canais foram preenchidos com MTA e armazenados como os anteriores; d) grupo $\text{Ca}(\text{HO})_2$ + MTA – os canais foram cheios com $\text{Ca}(\text{HO})_2$ e selados com IRM[®]. Depois de 30 dias, o $\text{Ca}(\text{HO})_2$ foi substituído pelo MTA e armazenado como os anteriores. Ao término do período de armazenamento de 100 dias, todos os dentes foram fixados em gesso Paris e os testes de fratura foram iniciados utilizando uma máquina de teste Instron[®], aplicando força na área cervical da raiz. Os resultados mostraram uma diminuição da resistência à fratura: a) dos incisivos com $\text{Ca}(\text{HO})_2$ nos canais depois de 100 dias de armazenamento, comparado grupo; b) dentes armazenados com solução salina intracanal; c) dentes com 30 dias de $\text{Ca}(\text{HO})_2$ e então preenchidos com MTA e; d) aqueles preenchidos com MTA. Concluíram que, quando o $\text{Ca}(\text{HO})_2$ foi mantido nos canais dos dentes de ovelha imaturos durante só 30 dias seguidos do preenchimento com MTA não houve nenhuma diminuição significativa em força da raiz. Este achado pode ser de grande importância na decisão de planos de tratamento para dentes com polpa necrosada e formação de raiz incompleta. A colocação do CaOH_2 por um mês no canal com o propósito de desinfetar o canal e os túbulos dentinários, dissolvendo polpa, sobras e também secando o periápice e preparando para o preenchimento do canal com MTA. Parece no ponto de vista mecânico (resistência de fratura) ser uma alternativa, o uso em longo prazo do CaOH_2 antes da obturação de percha de guta-percha e um cimento.

A natureza hidrofílica das partículas do pó do MTA conforme uma característica especial desse produto, podendo ser utilizado em presença de

umidade, tal qual acontece durante os procedimentos clínicos em casos de perfurações e cirurgia parodontal, não necessitando campo seco. Com isso, a umidade presente nos tecidos age como um ativador da reação química deste material. Provavelmente, deve-se a essa sua natureza hidrofílica e ligeira expansão quando manipulado em ambiente úmido o MTA tem se mostrado resistente à dissolução ou decomposição pelos fluidos teciduais mesmo imerso em água por 21 dias (ABEDI; INGLE, 1995; TORABINEJAD et al., 1995).

Segundo o fabricante do ProRoot MTA[®], a mistura do pó com o líquido deve ser feita na proporção 3:1, dando a mistura uma consistência arenosa, porém úmida, e alerta que se for utilizada água em quantidade excessiva ou insuficiente será reduzida a resistência do material. Para isto, deve-se usar água destilada, livre de impurezas, caso contrário poderá influenciar nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas.

Já o Fabricante do MTA Ângelus[®] indica a proporção de 1:1 e o tempo de espatulação de 30 segundos. Contudo, Broon (2004) lembrou que uma gota de água possui uma variação muito grande de volume, podendo ter entre $\pm 100 \mu\text{l}$ e $250 \mu\text{l}$ e mostrar diferenças de volume na espatulação. Todavia, na prática clínica deve ser usada a proporção de 1:1, adicionando pó ou água até se obter a consistência adequada ao tratamento a ser realizado.



Figura 3 – MTA Ângelus[®], proporção pó-líquido e tempo de espatulação

FONTE: MTA Angelus (2003).



Figura 4 – MTA manipulado.
FONTE: Ruiz, 2003.

Fridland e Rosado (2005) avaliaram em longo prazo, a quantidade de material solúvel liberada pelo MTA a uma média de água, para determinar se a diferença de solubilidade entre os espécimes varia na razão da relação água/pó. Demonstraram que o MTA foi capaz de libertar parcialmente sua fração solúvel para um ambiente aquoso depois de um longo período, em uma taxa decrescente, e que os materiais são mais solúveis e porosos, quando introduzida maior quantidade de água na proporção de manipulação. Notou-se que o elevado pH (entre 11.00 e 12.00) foi mantido no ambiente aquoso ao longo de todo o estudo.

A temperatura ambiente pode exercer influência sobre as propriedades do MTA, pois interfere na tensão superficial da água destilada passando por alterações na velocidade de hidratação segundo Metha e Monteiro (1994). Com isso, a resistência à compressão inicialmente aumentará até 10 ou 15 dias, entretanto, com 28 dias geralmente apresentarão menor resistência à compressão que em condições de temperatura mais baixas (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

De acordo com Bernabé e Holland (2003), em um estudo realizado por Neville (1997), o calcário e a argila, unidos como matérias primas, inicialmente são

moídos e misturados em proporções adequadas formando uma farinha, a qual é queimada a uma temperatura de 1450°C, temperatura esta que o material sofre uma fusão, formando pelotas denominadas clínquer.

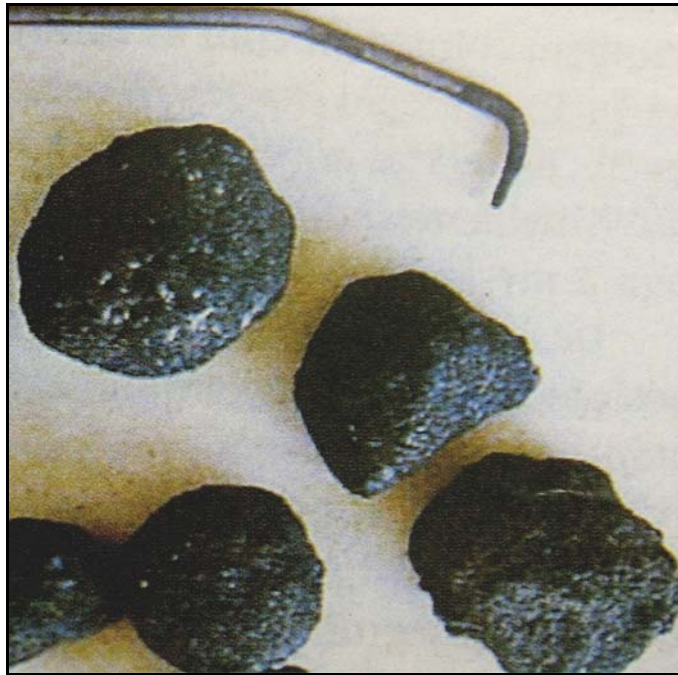


Figura 5 – Pelotas de clínquer obtidas após o processamento em altas temperaturas, do cálcio e argila.
FONTE: Bernabé e Holland (2004).

O clínquer selecionado passa por um processo de granulometria, para que possa ser utilizado como cimento de uso endodôntico. Para ter boa reatividade com a água, as partículas devem possuir tamanho homogêneo, com grãos ao redor de 25 μm , para ocorrer maior expansão de presa com a conseqüente melhora na adaptação marginal às paredes dentinárias. Com a mistura já dosada e granulometria adequada, é acrescentado o radiopacificador (óxido de bismuto, na proporção de 25%), daí estereliza-se o material por raios gama-cobalto (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

O óxido de cálcio do MTA, misturado com água, seria convertido em $\text{Ca}(\text{HO})_2$, que em contato com CO_2 dos tecidos daria origem as granulações de calcita segundo Holland (1971), onde haveria acúmulo de fibronectina, que propicia a adesão e diferenciação celular, com conseqüente formação de tecido duro (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

Analisando o mecanismo de ação Holland et al. (1999), em tecido subcutâneo de ratos demonstraram a similaridade de resultados entre o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e o MTA. Os dois materiais permitem a formação de granulações de calcita e uma ponte de tecido duro subjacente. Portanto, o mecanismo de ação de ambos seria o mesmo.

De acordo com Bernabé e Holland (2004), em um estudo realizado por Trowbridge e Emling (1996), a fibronectina pertence a um grupo de moléculas de adesão a substratos, responsáveis pela migração, adesão e diferenciação celular, sendo produzida por fibroblastos, macrófagos e células endoteliais.

A fibronectina é responsável pela migração e adesão de células pulpares e periodontais, que sintetizam e depositam colágeno do Tipo I, formando a matriz orgânica extracelular segundo Seux et al. (1991), e também induziria a diferenciação de células pulpares em odontoblastos, ou células do periodonto em cementoblastos, responsável principal pela deposição de minerais (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

A fase líquida saturada de íons hidroxila pode ser responsável pela ligeira camada de necrose superficial, situada entre a ponte de tecido mineralizado e o material, e encontrada em pulpotomias realizadas com espécimes utilizando o MTA ou o cimento Portland[®] (HOLLAND et al., 2001).

A dosagem de materiais pesados e tóxicos (o chumbo e o arsênio) é realizada envolvendo uma série de análises a partir do clínquer extraído, para saber

se este poderá ser utilizado ou não, utilizando critérios adotados pelo Ministério da Saúde, segundo o fabricante do MTA Ângelus®.

A presença do arsênio no MTA Ângelus®, no ProRoot MTA® assim como nos cimentos Portland Votoran®, Ribeirão® e o Itaú® branco, foi pesquisado por Duarte (comunicação pessoal) empregando a espectrofotometria de absorção atômica. O cimento Votoran® apresentou maior índice de arsênio (0,0007 ppm para análise de 3 horas e 0,0003 ppm em sete dias) em relação aos demais cimentos (0,0002 ppm tanto nas análises com 3 horas e sete dias). Todos os índices foram bem abaixo do mínimo recomendado para ser empregado em seres humanos que é de 3,5 ppm (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

Conforme Silva, Dercurio e Moura (2006), em um estudo realizado por Wucherpfennig e Green (1999), que até o momento não teve o trabalho original publicado na íntegra, chamaram a atenção para semelhança macroscópica e microscópica entre o MTA e o Cimento de Portland® – material acessível nas casas de suprimento para construção. Os autores acrescentaram que esses dois materiais tiveram comportamento similar em cultura de células e também quando aplicados em polpas de dentes de ratos. Considerando esses dados, Holland et al. (2001) estudaram o Cimento Portland Itaú®, o MTA e $\text{Ca}(\text{HO})_2$ quimicamente puro, preenchendo tubos de dentina e implantando-os em tecido subcutâneo de ratos. Os resultados foram semelhantes entre o MTA e o Cimento Portland Itaú®, sendo observadas granulações de calcita em contato com os materiais estudados, e também dentro dos túbulos dentinários. Além disso, observaram também a presença de uma ponte de tecido duro Von Kossa positiva. Diante dos resultados obtidos, os autores sugeriram que o mecanismo de ação dos três materiais estudados foi similar.

De acordo com Bernabé e Holland (2004), em um estudo realizado por Abdullah et al. (2000), estudando o MTA, o cimento de Portland[®] e duas variações de cimento de Portland[®] com a adição de cloreto de cálcio (a 10% e 15%), no sentido de acelerar a sua presa, puderam verificar altos níveis de liberação de citocina e osteocalcina. Com o MTA observaram que os índices de liberação de citocina e osteocalcina mantêm-se numa progressão até 48 horas, para em seguida ocorrer redução desses níveis. No entanto, com o cimento de Portland[®] modificado (com cloreto de cálcio) notaram que as concentrações de citocina e da osteocalcina ainda se mantiveram elevadas até 72 horas. Foi evidente também o significativo crescimento celular sobre a superfície desses materiais, cobrindo-a totalmente, numa demonstração de sua biocompatibilidade. Na opinião dos autores, as células encontradas sobre a superfície do cimento de Portland[®] modificado, sugeriram que a superfície do material não foi irritante e não afetou a integridade estrutural da célula, mantendo as suas extensões citoplasmáticas, importante no sentido de que essa configuração permite uma integração tridimensional com o tecido ósseo.

Com base nas pesquisas anteriormente realizadas com o MTA e o cimento de Portland[®], com ou sem cloreto de cálcio, Bortoluzzi et al. (2006), em um estudo realizado com o intuito de avaliar a capacidade seladora do MTA e cimento de Portland[®] radiopaco, avaliou a influência do Cloreto de Cálcio na capacidade de selamento de três cimentos de MTA, ProRoot MTA[®], MTA Ângelus[®] e Cimento de Portland[®] branco com radiopacificador, para obturação retrógrada do canal radicular. Setenta raízes de dentes unirradiculares foram instrumentadas e obturadas. Depois de seccionadas a 2 mm do ápice, elas receberam uma camada de Araldite e duas camadas de esmalte de unha, com exceção da zona apical dentinária, superfície submetida à apicectomia. As retrocavidades foram preparadas e estandarizadas,

preenchidas com os materiais e imergidas em solução de Rhodamina B a 0,2% por 72 horas. Foi analisado vazamento da tintura em uma luz de microscópio com micrômetro ocular. Os testes de *Kruskal-Wallis* e *Miller* foram usados para comparar grupos organizados dentro de uma ordem crescente de vazamento, de acordo com grau médio de contagens: Cimento de Portland[®] branco + CaCl₂, MTA Ângelus[®] + CaCl₂, ProRoot MTA[®] + CaCl₂, MTA Angelus[®], ProRoot MTA[®], Cimento de Portland[®] branco. O CaCl₂ melhorou a capacidade seladora de todos os três cimentos MTA. Entre os materiais analisados, o Cimento de Portland[®] branco contendo CaCl₂, apresentou o mais baixo grau de infiltração marginal entre as amostras.

Devido à semelhança apresentada entre o MTA e o Cimento de Portland[®], e a utilização dos aditivos na construção civil, feitos à base de cloreto de cálcio, Broon (2004) avaliaram a resposta dos tecidos periodontais de cães após perfurações e selamento com ProRoot MTA[®], MTA Ângelus[®] e Cimento de Portland[®] branco, aos quais se adicionou ou não cloreto de cálcio a 10%. Foi observada a neoformação de tecido mineralizado, fechando total ou parcialmente as perfurações, porém com inflamação, especialmente nos dentes onde houve extravasamento de material selador. O MTA e o Cimento de Portland[®] branco com e sem cloreto de cálcio, mostraram resposta favorável nos tecidos periodontais interradiculares, criando condições biológicas que favoreceram o reparo e a neoformação de tecido mineralizado no local da perfuração. A adição do cloreto de cálcio ao MTA e ao Cimento de Portland[®] branco mostrou maior infiltrado inflamatório associado a uma dispersão desses materiais nos tecidos periodontais interradiculares, porém sem interferência negativa nos resultados.

Asgary et al. (2005) foram os primeiros a realizar um estudo para verificação das diferenças existentes na composição química do MTA branco e do

MTA cinza. Foi relatado que o comportamento de osteoblastos foi muito diferente no contato com a superfície do MTA branco, comparado com o MTA cinza. A diferença de cor entre o MTA cinza e branco está em uma composição química diferente. A diferença principal está nas concentrações Al_2O_3 , MgO , e especialmente o Fe_2O_3 . Os valores observados para cada um destes óxidos que são consideravelmente mais baixos no MTA branco que no MTA cinza. Os resultados analíticos deste estudo demonstraram que os óxidos predominantes em ambos os tipos de MTA são CaO , SiO_2 e Bi_2O_3 respectivamente. Estes resultados pareceram diferentes significativamente do informado por Torabinejad et al. (1995), que indicou que os componentes principais de MTA cinza eram cálcio e fósforo. Isto está particularmente confuso, porque as concentrações observadas para fósforo neste estudo, no MTA branco e no MTA cinza, são na realidade mínima para sua detecção. Com a microscopia eletrônica do MTA branco e do MTA cinza, mostrou-se que a maior diferença, na realidade, está nas concentrações de Fe_2O_3 (preto) e MgO (branco) quando MTA branco é comparado com MTA cinza. Parece razoável então a suspeita que a ausência de Fe_2O_3 no MTA branco é a provável causa na mudança em cor de cinza para branco quando são comparados MTA cinza e MTA branco. As concentrações observadas para Al_2O_3 , MgO , e particularmente Fe_2O_3 no MTA branco é consideravelmente abaixo das encontradas no MTA cinza. A diferente concentração de Fe_2O_3 é o principal responsável pela diferença de cor entre o MTA branco e cinza.

Bozeman, Lemon e Eleazer (2006) estabeleceram a quantidade e o tipo de cristal formados nos MTA cinza e branco, e Dentalcrete[®] (material experimental) com o passar do tempo. Os dados analisados usando ANOVA e teste de *Tukey*. Ambos os cimentos de MTA liberaram mais cálcio inicialmente, seguindo em um

declínio e então subindo em evolução. O MTA cinza produziu a maioria dos cristais de superfície, o que pode ser clinicamente significativo, pois os cristais no MTA cinza e branco são quimicamente e estruturalmente semelhantes à hidroxiapatita.

Conforme Taveira (2005), em um estudo realizado por Faraco Junior (1999) avaliou microscopicamente a resposta da polpa dental de cães ao capeamento do sistema adesivo (Single Bond[®]), cimento de Ca(OH)₂ (Dycal[®]) e MTA branco e cinza. As polpas foram expostas de modo asséptico, capeadas com o material testado, os dentes capeados com o sistema adesivo foram selados com resina composta e os demais com Óxido de Zinco e Eugenol (OZE). Os animais foram mortos após 60 dias do procedimento clínico, e os dentes processados para obtenção de cortes histológicos, corados pelas técnicas da hematoxilina e eosina de Brown e Brenn. Os resultados obtidos foram ordenados da melhor para a pior resposta tecidual da seguinte forma: 1) MTA cinza; 2) MTA branco; 3) Dycal[®] e; 4) Sistema adesivo. A principal diferença encontrada entre o MTA branco e o cinza foi quanto a espessura do tecido mineralizado formado, que foi mais espessa quando se utilizou o MTA cinza.

Comparável ao estudo anterior em relação ao MTA branco e cinza, Parirokh et al. (2005), também realizaram capeamento pulpar em dentes de cães com MTA cinza e o MTA branco. Foram utilizados 24 dentes de quatro cães, 12 dentes para cada cimento. Os autores confeccionaram uma exposição pulpar de 1 mm de diâmetro, o sangramento foi controlado com irrigações de solução salina e imediatamente capeado com um dos tipos de MTA. Os cães foram divididos em dois grupos: G1 – mortos após uma semana da realização do capeamento e G2 – mortos duas semanas após a realização do capeamento. Os espécimes do G1 apresentaram uma fina, porém completa ponte de dentina em quatro espécimes do

MTA branco em três espécimes do MTA cinza, as pontes de dentina foram mais largas na periferia do que no centro da exposição, ocorreu também uma inflamação moderada com a presença de macrófagos e linfócitos. Nos espécimes do G2 observaram a presença de ponte de dentina em todos os seis espécimes do grupo MTA branco, e em quatro espécimes do MTA cinza, a espessura da ponte de dentina e o número de células inflamatórias diminuíram. Os autores relataram que não houve diferença significativa entre os dois tipos de MTA nesse grupo.

Kogan et al. (2006) identificaram os tipos e quantidades de aditivos requeridas para alcançar ótimas propriedades na utilização do MTA nos procedimentos clínicos que requerem sessão única. Os efeitos destes aditivos na força de compressão das misturas para fixação do MTA também foi determinado. Os aditivos testados incluem salina, lidocaína a 2%, gel de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 3%, gel de gluconato de clorexidina, K-Y gel[®], 3% e 5% CaCl₂. Os tempos de colocação foram avaliados usando um aparato de Vicat; as forças de compressão dos materiais foram avaliadas com uma máquina de Instron. Gel de NaOCl, K-Y gel[®] e 5% CaCl₂ diminuíram o tempo fixando para 20 a 25 minutos; a força de compressão destes materiais foi significativamente abaixo do que MTA misturado com água ($P < 0,05$). O MTA misturado com Gel de NaOCl demonstrou propriedades de funcionamento boas e tempo de trabalho melhorado, esta combinação pode ser uma viável opção em procedimentos clínicos que requerem única visita, e em áreas onde não necessite muita força de compressão do material.

3.2 ESTUDOS SOBRE BIOCOMPATIBILIDADE

Segundo Souza (1999), num estudo realizado por Hamid e Ingle (1995), com relação à cementogênese, estudos realizados em cães, onde 46 dentes foram instrumentados e obturados com guta-percha, após ressecção cirúrgica dos ápices, metade foi preenchida com amálgama e a outra metade com MTA. A avaliação histológica foi realizada no intervalo de duas a 18 semanas, mostrando uma baixa resposta inflamatória e maior fibrose adjacente ao redor do MTA. O resultado de maior interesse foi a presença de cimento na superfície do MTA. Esses resultados abriram as portas para a regeneração dos tecidos periapicais.

Nota-se que o MTA é considerado um material não citotóxico, após análise do estudo realizado a cerca deste material, os autores constataram que o MTA é o material de melhor resposta tecidual utilizado no selamento e nas obturações retrógradas dos canais radiculares, conforme Osório et al. (1998), após a realização de um estudo em culturas de fibroblastos L-929 e utilizaram o ensaio MTT para avaliar a capacidade da enzima mitocondrial e o ensaio de cristal violeta para avaliar o número de células. Os resultados demonstraram que o MTA não é citotóxico, que o Gallium GF2[®] apresenta leve efeito citotóxico e o Ketac Silver[®], Super EBA[®] e amálgama demonstraram elevados graus de citotoxicidade.

A utilização do MTA como material obturador tanto internamente quanto externamente dos canais radiculares e perfurações apresentaram uma resposta biológica superior aos outros materiais testados, proporcionando uma melhor reparação tecidual dos tecidos envolvidos (CHAMBRONE et al., 2003).

Analisando *in vitro* a toxicidade de substâncias utilizadas em pulpotomias de dentes decíduos, estudo em linhagem de fibroblastos Balb-c 3T3, Menezes (2004), através de definição da dose concentração que causa morte de 50% das células (TD50) uma escala de toxicidade dentre diversas substâncias comumente utilizadas em pulpotomias de dentes decíduos. Foram utilizadas como substâncias-teste o formocresol concentrado (FC), formocresol diluído a 1:5 (FCD), solução de sulfato férrico a 15,5% (SF), $\text{Ca}(\text{HO})_2$ (HC) e o MTA. Fibroblastos Balb-c 3T3 foram semeados em placas de cultura de 24 poços na concentração de 3×10.000 células por poço. Diluições variadas dos extratos das substâncias-teste, obtidos de acordo com as normas ISO10993-12, foram colocadas em contato com as células por 24 horas para determinação da TD50, dose tóxica para 50% das células quando comparadas com grupo controle negativo (células não expostas aos extratos). Os ensaios colorimétricos de redução do MTT (Brometo 3-[4,5-dimetiliazol]-2,5-difeniltetrazólio) e captação do corante Vermelho Neutro foram realizadas na TD50 das substâncias-teste. O tratamento estatístico dos resultados foi feito através dos testes de Análise de Variância (ANOVA, Dunnet e Bartlett, com $P < 0,5$). Baseado na definição da TD50 pode ser estabelecida uma escala de citotoxicidade em ordem decrescente a saber: $\text{FC} > \text{FCD} > \text{SF} > \text{HC} > \text{MTA}$. Os resultados obtidos pelo FC, FCD e SF mostrando serem estes materiais severamente e moderadamente citotóxicos. O MTA e o HC, substâncias em pó se posicionaram em uma mesma faixa em ambos os ensaios, sendo classificados como não citotóxicos, estudos preliminares mostram que o MTA é um material promissor para a substituição do formocresol. Daí vem à necessidade da realização e publicação de mais pesquisas clínicas longitudinais com o MTA, metodologicamente adequadas para dentes decíduos.

A resposta celular do MTA é importante para o reparo e regeneração dos tecidos de perirradiculares. Al-Rabeah, Perinpanayagam, e MacFarland (2006) analisaram a resposta celular do osso alveolar humano ao MTA. Foram semeadas células “novas” sobre o MTA cinza, branco e MTA preparado com solução anestésica. O escaneamento com microscópio eletrônico mostrou que as células fixaram-se e espalharam-se sobre o MTA dentro de 24 horas, e proliferaram formando uma matriz, como camada dentro de sete dias. Células inseridas e células de superfície interagiram com o MTA cinza, branco e com o MTA preparado com solução anestésica, foram comparavelmente propagadas dentro de 14 dias. Demonstrando que células inseridas e células livres interagem com o MTA branco, cinza e com o MTA preparado com solução de anestésico local, formando uma matriz intimamente associada com a superfície do MTA. Semelhante ao acontecido com o ProRoot MTA[®] em estudos anteriores.

Motta et al. (2003) analisaram as reações que ocorrem no tecido conjuntivo de ratos em contato com tubos de polietileno, contendo MTA e uma pasta de $\text{Ca}(\text{HO})_2$ (Calen[®]). Os animais foram sacrificados nos períodos de sete, 14 e 30 dias. A maioria dos espécimes foram corados com hematoxilina e eosina e os demais com a técnica de Von Kossa para tecidos mineralizados. Próximo à abertura dos tubos foi constatada a presença de intenso infiltrado inflamatório, que no período de 30 dias se apresentou leve. Foi observada tanto junto ao MTA como junto à pasta de $\text{Ca}(\text{HO})_2$ (Calen[®]), a formação de uma cápsula fibrosa fina. No MTA, não foi observada a formação de áreas basófilas calcificadas, somente o $\text{Ca}(\text{HO})_2$ (Calen[®]) apresentou formação de áreas basófilas calcificadas.

De Deus et al. (2005) avaliaram os efeitos citotóxicos de duas marcas de MTA (MTA Ângelus[®] e ProRoot MTA[®]) e cimento de Portland[®] na linhagem de

células endoteliais humanas ECV 304. Nenhuma diferença estatisticamente significante foi mostrada entre quaisquer dos materiais experimentais ($P < 0,05$). Os dois tipos de MTA analisados bem como o cimento de Portland[®],> inicialmente mostraram semelhante e elevado efeito citotóxico que diminuiu gradualmente com o tempo permitindo restabelecer a cultura celular. Dentro dos parâmetros da avaliação *in vitro*, os resultados biológicos positivos desta pesquisa são encorajadores para o uso do cimento de Portland[®] como um material endodôntico restaurador; todavia, mais estudos são necessários antes de autorizar seu uso clínico ilimitado.

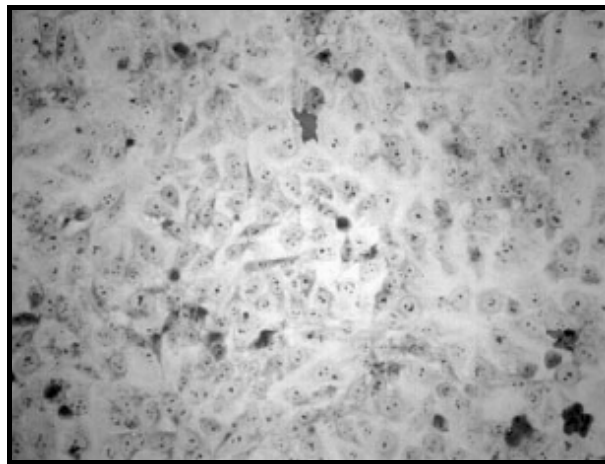


Figura 6 – Células Endoteliais Humanas (ECV 304) na cultura controle mantendo uma confluenta monocamada depois de 72 horas (X 50).
FONTE: De Deus et al. (2005).

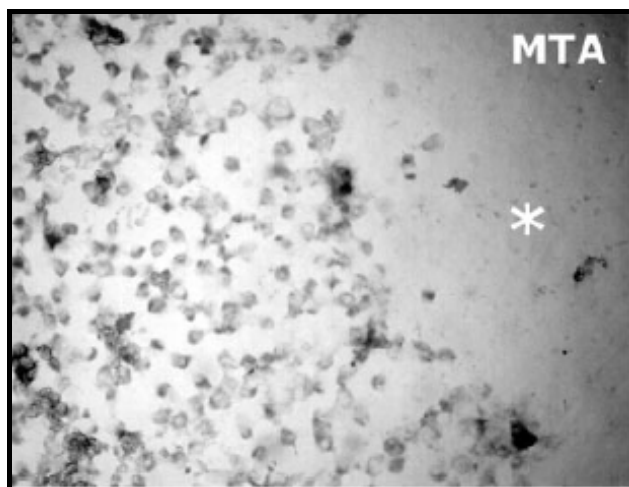


Figura 7 – Células Endoteliais Humanas (ECV 304) expostas ao ProRoot MTA[®], por 24 horas. Foram observadas células com alterações morfológicas (X 50).
*Região com alto efeito de citotoxicidade com morte celular geral
FONTE: De Deus et al. (2005).

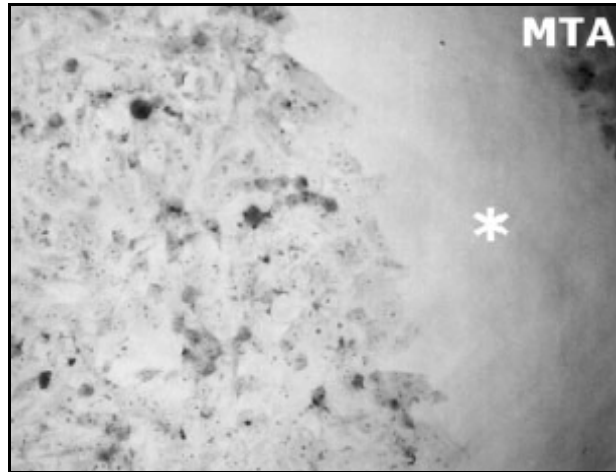


Figura 8 – Células Endoteliais Humanas (ECV 304) expostas ao ProRoot MTA[®], 72 horas. Células com pouca alteração morfológica (X 50).

*A alta inicial dos efeitos citotóxicos vão diminuindo gradualmente no período de tempo experimental permitindo o reparo celular

FONTE: De Deus et al. (2005).

3.3 ESTUDOS SOBRE INFILTRAÇÃO *IN VITRO*

A microinfiltração é considerada um importante fator no sucesso ou no fracasso da obturação de ápices radiculares e das reparações de perfurações. Torabinejad, et al. (1995), não verificaram nenhuma falha marginal nos preenchimentos de ápices radiculares com MTA, mas encontraram aberturas variando entre 3,8 a 14,9 μm com amálgama, Super EBA[®] e IRM[®]. Em outro estudo, Torabinejad et al. (1993) encontraram significativamente menor infiltração com MTA do que com Amálgama e Super EBA[®] ($P < 0,001$) quando colocado em preparos de ápices radiculares de 3 mm.

Assim também Weldon et al. (2002) compararam o MTA e o Super EBA[®], só que quando utilizado para fechar perfurações de furca, e observaram que o Super EBA[®] teve menor infiltração, mas só no período de 24 horas, nos períodos de uma semana e um mês ambos os materiais selaram com sucesso as perfurações.

Na avaliação *in vitro* do selamento apical produzido a partir de duas técnicas de aplicação de MTA, em retro-preparos de raízes apicectomizadas, Manicarde (2005), com 45 incisivos superiores humanos, divididos em três grupos de 15 espécimes cada. Após apicectomia e preparo apical com ultrassom, as cavidades foram preenchidas com MTA, aplicado e condensado manualmente (GI) ou por vibração ultrassônica (GII e GIII). O grupo GII recebeu o MTA com ápice posicionado para cima e o grupo GIII com o ápice para baixo a fim de verificar possíveis interferências gravitacionais. Após a obturação retrógrada, os ápices foram avaliados por infiltração linear e por área, valendo-se do corante Rhodamina B a 1%. A utilização da vibração ultrassônica para aplicação do MTA do grupo GII resultou em infiltração significativamente menor do que a ocorrida do grupo GI. Houve também diferença estatística entre os grupos da técnica ultrassônica, com o ápice voltado para cima (GII) e para baixo (GIII), o que demonstra haver influência gravitacional ($P < 0,05$). Tal diferença não foi detectada entre os grupos GI e GIII. Diante dos resultados, o ultra-som pode ser considerado como um método alternativo na aplicação do MTA.

Situações clínicas simuladas após cirurgias endodônticas foram conduzidas para determinar o efeito do sangue nessa mistura e verificar sua infiltração. O MTA apresentou o menor grau de infiltração, mas o destaque no estudo de Torabinejad (1994) foi o fato de que a presença ou ausência de sangue não afetou a capacidade seladora do cimento MTA.

Avaliando a qualidade do selamento apical de materiais retrobturadores à base de MTA, *in vitro*, por teste de infiltração de corante, Araujo et al. (2004) utilizaram 76 pré-molares inferiores humanos, extraídos, apresentando os sistemas de canais radiculares instrumentados e obturados pela técnica de condensação

lateral, com cones de guta-percha e cimento Endomethasone[®]. Após a realização da apicectomia de 3 mm apicais, foram preparadas cavidades retrógradas com pontas ultrassônicas e os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos de 20, de acordo com os materiais retroabturadores empregados: MTA Ângelus[®], IRM[®] e ProRoot MTA[®] Dentsply. Foi realizada a análise de variância dos resultados, de acordo com o modelo adequado para o experimento casualizado em blocos e, posteriormente o teste de *Tukey*, revelando que o IRM[®] apresentou uma média de infiltração significativamente maior que as duas marcas de MTA. Concluíram não existir diferença estatística na qualidade do selamento apical das diferentes marcas comerciais de MTA, mas ambas foram significativamente diferentes do IRM[®], que demonstrou maiores níveis de microinfiltração.

Gonçalves et al. (2002) avaliaram a infiltração marginal permitida pelo MTA e pelo Super EBA[®], usados como materiais retroabturadores. Para análise da microinfiltração apical, foi utilizado o corante de Rhodamina B a 2%, em obturações retrogradadas em raízes de dentes extraídos. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os materiais testados nas diferentes técnicas cirúrgicas estudadas. Avaliando a capacidade seladora do ProRoot MTA[®], MTA Ângelus[®] e Super EBA[®], utilizados em obturações retrógradadas, por meio da infiltração de corante (Rhodamina B a 2%), Silva Neto et al. (2003) observaram, através da análise da mensuração da infiltração marginal que não houve diferença estatisticamente significativa entre os três materiais testados.

Bernabé et al. (2004/2005) avaliaram *in vitro*, o selamento marginal e a infiltração na massa proporcionada por quatro materiais retroabturadores, MTA Ângelus[®], ProRoot MTA[®], cimento Portland e Sealapex[®] consistente. A análise dos resultados demonstrou não haver diferenças estatisticamente significantes entre as

infiltrações sofridas na interface dos materiais estudados. Com relação à infiltração do corante na massa dos materiais retrobturadores, os valores obtidos demonstraram que o cimento MTA Ângelus[®] foi o material que apresentou a maior infiltração de corante em sua massa. Submetidos ao teste de *Tukey*, ficou demonstrado haver diferenças estatisticamente significantes quando comparado aos demais grupos. Os resultados demonstram que os quatro materiais empregados nesse experimento (MTA Ângelus[®], ProRoot MTA[®], cimento Portland[®] e Sealapex[®] consistente) comportaram-se de maneira semelhante quanto à capacidade de selamento marginal, quando utilizados em obstruções retrogradadas, após preparo das retrocavidades com o ultrassom. Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que o cimento Portland[®] (Itaú-SP) possui propriedades seladoras marginais semelhantes às do ProRoot MTA[®] (Dentsply) e MTA Ângelus[®], os dois materiais apresentaram resultados semelhantes e em concordância com aqueles descritos por Tanomaru Filho, Tanomaru, Domaneschi (2002), e Silva Neto et al. (2003), quando comparados com vários outros materiais em casos de perfurações radiculares laterais.

Nakata et al. (1998) e Torabinejad et al. (1995) realizando testes de infiltração por corante, relataram o baixo grau de microinfiltração por corante permitido pelo MTA das duas marcas comerciais evidenciando um potente potencial de vedamento bacteriano. Esses autores, avaliando a capacidade seladora do MTA e de outros materiais reparadores, utilizaram como metodologia testes de infiltração de bactérias e observaram que o MTA permitiu menor infiltração marginal comparando com os outros materiais reparadores testados.

Apesar destas superiores características, a dificuldade de inserção clínica do material em cavidades retropreparadas pode ser relevante, pois se o material não

for corretamente inserido na cavidade, sua boa propriedade seladora será comprometida. Portanto, é de valia um correto planejamento do caso, pois o profissional deve ter discernimento em indicar o material mais viável àquelas condições específicas (ARAUJO et al., 2004).

Torabinejad et al. (1995) avaliaram a microinfiltração coronária de bactérias nos canais de dentes unirradiculares que tiveram obturações dos ápices radiculares a 3 mm com MTA, amálgama, Super EBA[®] ou IRM[®]. Verificaram que o MTA infiltrou significativamente menos que os outros materiais ($p < 0,05$). Não constatando nenhuma infiltração em qualquer dente obturado com MTA ao término do estudo (90 dias), considerando que os outros materiais começaram a infiltrar entre o 15^o e 34^o dia.

No estudo de Nakata et al. (1998), os pesquisadores verificaram que o MTA era superior ao amálgama ($p > 0,0005$) na prevenção da infiltração da *Fusobacterium nucleatum* em reparações de furcas trepanadas.

Em trabalhos realizados por Torabinejad et al. (1996), onde foram avaliados o MTA, IRM[®], Super EBA[®] e amálgama, foi constatado que o MTA tem menor grau de infiltração em comparação com os outros materiais. Em um trabalho onde foram utilizados *Staphylococcus epidermidis*, verificou-se que várias amostras de IRM[®], amálgama e Super EBA[®] tiveram infiltração entre seis e 57 dias; em contraste, a maioria das amostras seladas com MTA não mostrou nenhuma infiltração no decorrer de 90 dias.

A contaminação bacteriana e fúngica do MTA Angelus[®] (cinza e branco) pelo cimento de Portland[®] de um saco recém aberto e de outro aberto dois a dois meses foi avaliada por Duarte et al. (2002). Para a realização do teste bacteriológico, os cimentos testados foram incubados assepticamente em 3 mL de caldo BHI por 24

horas a 37°C. Após este período inicial, estes caldos, contendo cimentos, foram colocados nos seguintes meios: *Ágar Mac Conkey*, *Ágar Manitol*, *Ágar sangue*, *Ágar Cetremide*, *ÁgarM-Enterococcus* e incubados por 24 horas a 37°C. Não ocorreu crescimento de microorganismos em nenhuma das placas evidenciado pelo elevado pH que o MTA apresenta.

Taveira (2005) realizou um estudo sobre avaliação comparativa *in vitro* da capacidade seladora bacteriana dos cimentos MTA branco, cinza e Sealapex[®] consistente em obturações retrógradas. Foram utilizados 80 dentes humanos unirradiculares extraídos, as raízes foram divididas aleatoriamente em três grupos experimentais de 20 espécimes, uma para cada cimento, e em dois grupos controles de 10 espécimes cada. Durante este período, ocorreram infiltrações em 11 espécimes do grupo MTA cinza, em 10 do Sealapex[®] consistente e nove espécimes do MTA branco. Aplicando o teste de Qui-Quadrado aos resultados obtidos, concluiu que os cimentos testados comportaram-se de maneira semelhante; nenhum foi capaz de impedir a infiltração bacteriana em todos os espécimes frente a infiltração de *Enterococcus faecalis* em obturações retrógradas nos períodos estudados .

Al-Hezaimi et al. (2005) avaliaram *in vitro* a capacidade de vedamento nas retrobturações utilizando MTA, frente à infiltração de saliva humana e compararam MTA cinza, branco e obturação por condensação vertical com guta-percha e cimento. Quarenta e três dentes humanos unirradiculares foram instrumentados e obturados com MTA cinza (grupo A), branco (grupo B) e guta-percha e cimento (grupo C). Os dentes então foram montados em um modelo para testar a infiltração de saliva. Depois de 42 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 de saliva. Estatisticamente, uma diferença significativa foi achada entre grupo A e grupo C.

Ambas as preparações do MTA podem ser mais resistentes à infiltração de saliva, comparadas à obturação por condensação vertical com guta-percha e cimento. Porém, deve-se levar em consideração que o MTA cinza infiltrou menos que o MTA branco, dado importante na escolha de um material retrobturador. Considerações devem ser feitas quanto às desvantagens clínicas no uso do MTA em obturações retrógradas. Primeiramente, a preparação do espaço para pino é requerida imediatamente após a obturação do canal, seguindo os propósitos da restauração. Este procedimento pode ser mais difícil de executar com o MTA ainda estiver mole, sem presa. Além disso, as alterações físico-químicas não aconteceriam até que o cimento endurecesse completamente. Segundo, uma vez tomado presa, é difícil de retirar o MTA do canal podendo requerer intervenção cirúrgica até mesmo em casos onde o retratamento não cirúrgico fosse desnecessário. Então, recomenda-se a realização da obturação retrograda utilizando MTA somente em casos selecionados, como em apexificações e situações onde retratamento não cirúrgico futuro não dê um bom prognóstico ou não seja viável. Considerações estéticas no tratamento determinarão a seleção entre o MTA cinza ou branco.

Bernabé et al. (2005) comparou num estudo *in vitro* o efeito do MTA, IRM[®] apexificações, Super EBA[®] e OZE consistente, usados como materiais retrobturadores, no processo de reparação do tecido periapical pulpar de dentes de cachorros submetidos a uma técnica de retrobturação convencional. Não foram observadas diferenças significantes entre o MTA, Super EBA[®] e IRM[®] ($p > 0,05$). De qualquer modo, OZE teve uma influência negativa significante no processo de reparação apical ($p < 0,05$). Os materiais em si, tiveram efeitos histopatológicos significantes entre um e outro, e um desempenho melhor do que quando foi usado o OZE consistente. Além disso, somente o MTA estimulou a deposição de tecido

diretamente com o material retrobturador, mesmo quando inserido sob condições críticas.

Tanomaru Filho, Tanomaru e Domaneschi (2002) avaliaram a capacidade seladora do cimento endodôntico Sealer 26[®], MTA e OZE, quando empregados no selamento de perfurações radiculares laterais. Detectaram diferenças estatisticamente significantes, com menor infiltração marginal para os materiais Sealer 26[®] e MTA e piores resultados para o OZE. Destacaram o Sealer 26[®] e o MTA como materiais seladores de perfurações radiculares, quanto à infiltração marginal observada para os mesmos, após teste *in vitro*, sendo superiores ao óxido de zinco e eugenol.

Souza et al. (2003) avaliaram a infiltração marginal apical em retrobturações realizadas com o MTA Ângelus[®] e o cimento Portland Itaú[®]. Foram utilizados 10 pré-molares humanos que foram instrumentados seguido da obturação com o cimento Endofill[®] pela técnica da condensação lateral. Os dentes foram divididos em dois grupos: no primeiro grupo utilizou-se o MTA como material retrobturador e no segundo utilizou-se o cimento Portland, sendo que em uma raiz utilizou-se amálgama e na outra MTA. Realizada a retrobturação, os dentes foram imersos no nanquim e submetidos ao processo de diafanização para a avaliação da infiltração marginal por meio de um microscópio de mensuração. A análise estatística evidenciou não haver diferença estatística significativa entre o grupo que utilizou o MTA e o grupo do cimento Portland[®]. O uso do cimento Portland[®] e do MTA como material retrobturador impediu a infiltração marginal apical nos grupos de dentes submetidos a apicectomia. Sendo assim o MTA Ângelus[®] e o cimento do tipo Portland Itaú[®] foram eficientes no selamento apical em retrobturações.

Pereira et al. (2003) avaliaram qualitativamente, através de teste de infiltração marginal, o comportamento de cimentos endodônticos obturadores (Sealer 26[®] e Sealapex[®] associado ao OZE), cimento Portland II[®], em situações de dentina seca ou úmida e duas apresentações comerciais do MTA (Ângelus[®] e Dentsply[®]). No presente estudo, o ProRoot MTA[®], MTA Ângelus[®] e o Cimento Portland II[®] (Votoran, em ambiente seco ou úmido) apresentaram maior infiltração do corante, em relação ao Sealer 26[®] e ao Sealapex[®], os quais demonstraram resultados melhores que os demais grupos.

Silva Neto et al. (2005) avaliaram a capacidade seladora de alguns materiais utilizados em obstrução retrógradas, por meio da infiltração marginal de corante. Constatou-se não haver diferença estatística significativa entre os grupos ProRoot[®] e MTA Ângelus[®], entretanto o cimento experimental (MBP-c) apresentou infiltração significativa menor ($p < 0,01$). Com relação aos dois tipos de MTA (ProRoot[®] e Ângelus[®]) não houve diferença estatisticamente significativa entre eles, apesar de pequena vantagem do MTA Ângelus[®].

3.4 INDICAÇÕES E APLICAÇÕES CLÍNICAS

De acordo com Lee, Monsef e Torabnejad (1993), originariamente o MTA foi indicado após a realização de cirurgias pararendodônticas, como material retrobturador, e em casos de perfurações intra-radiculares e da furca. Atualmente, novas pesquisas têm o indicado em diferentes condições clínicas tais como em pulpotomias e capeamento pulpar (em perfurações resultantes de reabsorção

internas e externas comunicantes, no tratamento conservador da polpa dental); como material estimulador da apicificação, como barreira intracoronária prévia ao clareamento dental, como tampão apical em casos de dificuldades de travamento do cone principal de guta-percha, como cimento endodôntico no tratamento de dentes decíduos e permanentes (TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999; BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

Segundo Holland et al. (2002), as boas respostas pulpareas ao contato direto com o MTA são satisfatórias mostrando sua superioridade ao cimento à base de $\text{Ca}(\text{HO})_2$ Dycal[®], contudo, os resultados foram similares aos do $\text{Ca}(\text{HO})_2$ pró-análise, isto tem apoio em outras experimentações que mostraram melhores resultados na proteção pulpar direta com o $\text{Ca}(\text{HO})_2$ pró-análise, comparativamente aos cimentos à base de $\text{Ca}(\text{HO})_2$. Os resultados até então relatados com o MTA na proteção pulpar direta, dizem respeito a capeamentos realizados e polpas sãs e, portanto, sem contaminação e sem inflamação. O $\text{Ca}(\text{HO})_2$ pró-análise quando em contato com o tecido pulpar, produz cauterização superficial, determinando a ocorrência de uma zona de necrose pela penetração dos íons hidroxila, que eliminaria uma eventual contaminação superficial, eliminando também a porção superficial pulpar mais alterada. Já com o MTA, praticamente não ocorre formação da zona de necrose, o que sugere pouca penetração dos íons cálcio e hidroxila.

Ainda segundo Holland (2002), quando do emprego do MTA diretamente sobre o tecido pulpar, é importante a contenção e o perfeito controle da hemorragia, procurando evitar presença de coágulo sanguíneo, para que o MTA seja aplicado diretamente sobre o tecido pulpar. Segue o emprego de um material selador sobre o MTA, que pode ser um ionômero de vidro e, na seqüência, a restauração adequada da cavidade.

Já Torabinejad e Chivian (1999) adotaram outro tipo de procedimento. Após o controle da hemorragia que se seguem as amputações da polpa, em determinadas situações os autores recomendam o preenchimento total da cavidade com o MTA, colocando uma gaze úmida entre os dentes (superior e inferior por 3 a 4 horas, solicitando ao paciente evitar a mastigação neste período). Como o MTA tem uma resistência á compressão muito baixa, não podendo ser utilizado como um material permanente uma semana depois ele deve ser removido em 3 a 4 mm, efetuando-se o preenchimento do restante da cavidade com o material obturador definitivo.

No estudo realizado por Barrieshi Nusair e Qudeimat (2006) foi avaliado o sucesso do uso do MTA cinza para pulpotomias parciais em exposições pulpares cariosas de primeiros molares permanentes. Trinta e um primeiros molares permanentes de 23 pacientes com exposições cariosas foram tratados usando uma técnica de pulpotomia parcial. A idade dos pacientes variou de 7,2 a 13,1 anos com uma média de 10 anos. Exames clínico e radiográfico revelaram uma resposta pulpar dentro dos limites normais e área de perirradicular com uma imagem normal respectivamente. Um diagnóstico de pulpíte reversível e periápice normal foram estabelecidos. Depois do isolamento, remoção de cárie e exposição pulpar cariada, o tecido pulpar exposto foi afastado com uma broca de diamante numa profundidade de 2 a 4 mm. Depois da hemostasia, 2 a 4 mm da pasta de MTA cinza foi colocado contra a ferida fresca. O fundo da cavidade foi coberto com uma base de Ionômero de Vidro. Os dentes foram restaurados com Amálgama ou coroas de aço. O acompanhamento dos dentes radiograficamente e clinicamente se deu em intervalos de três, seis, 12, e 24 meses. Vinte e dois dos dentes tratados não demonstraram qualquer sinal clínico ou radiográfico de fracasso durante o período de avaliação.

Seis dentes não apresentaram pulpar positiva ao final do período de observação; portanto, nenhum sinal radiográfico de fracasso ou sintomas clínicos, foi descoberto. O MTA cinza apresentou uma resposta satisfatória para pulpotomia parciais em exposições pulpares cariosas de primeiros molares permanentes, depois de dois anos de acompanhamento. Uma ponte de tecido duro foi observada no exame de radiográfico dentro dos 18 casos (64%). Todos os sete dentes que estavam com ápice aberto no princípio do tratamento mostraram maturação fisiológica da raiz continuada.

Nelson-Filho et al. (2005) compararam do ponto de vista clínico e radiográfico, a eficácia do hidróxido de cálcio e do MTA, como materiais capeadores pulpares, após pulpotomia. De acordo com os critérios de avaliação clínica previamente estabelecidos, observaram 100% de sucesso com ambos os materiais. Radiograficamente observaram 86,6% de sucesso após a utilização do hidróxido de cálcio, com presença de ponte de dentina em todos os casos. O uso do MTA demonstrou 93,3% de sucesso, com presença de ponte de dentina em 11 casos. A análise estatística não evidenciou diferença significativa entre os dois grupos ($p > 0,05$). Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a utilização do MTA Ângelus[®], como material para capeamento pulpar após pulpotomia em dentes decíduos, apresentou eficácia semelhante a do $\text{Ca}(\text{HO})_2$, podendo estes materiais serem indicados, rotineiramente, na prática clínica.

Alguns estudos têm demonstrado que o MTA apresenta resultados excelentes quando utilizado em capeamento pulpar direto, devido à sua capacidade de promover a deposição de tecido duro, promovendo a formação de ponte dentinária completa sobre o tecido pulpar e prevenindo a inflamação, a qual poderia prejudicar o processo de reparo (TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999).

O MTA também vem sendo utilizado em pulpotomias de dentes decíduos, a Odontopediatria dispõe de vários medicamentos para utilização na terapia da polpa vital, como hidróxido de cálcio, glutaraldeído, sulfato férrico, osso liofilizado, proteína óssea morfogenética e proteína osteogênica. Todavia, o formocresol continua sendo o medicamento mais utilizado e de primeira escolha para pulpotomia em dentes decíduos, mesmo não induzindo regeneração pulpar. Com o desenvolvimento do MTA, surgiu uma alternativa na busca pelo material capaz de “cicatriz” a ferida pós-pulpotomia e induzir a formação de tecido duro, graças ao seu elevado grau de biocompatibilidade com tecidos mineralizados e tecido conjuntivo adjacente. É fundamental para o desenvolvimento da oclusão que os elementos dentários decíduos sejam mantidos no arco, em condições funcionais, até a esfoliação fisiológica. Dentre os princípios biológicos, o ideal é a manutenção da vitalidade do remanescente pulpar radicular, com formação de barreira de tecido mineralizado na região onde a polpa foi amputada e reorganização da camada de odontoblastos, sendo este o principal mecanismo de ação do MTA, pois ele é capaz de induzir reparo. Através da apresentação de um caso clínico, esse estudo demonstra as principais características para a realização de pulpotomias com MTA em dentes decíduos. A sequência clínica apresentada foi em um paciente de dois anos e 10 meses de idade no dente 85 que apresentava lesão de cárie aguda com sintomatologia dolorosa à mastigação. No exame clínico demonstrou ausência de mobilidade anormal, abscesso ou fístula. Ao exame radiográfico, verificou-se padrão ósseo normal sem espessamento de ligamento periodontal e raízes ainda em processo de fechamento apical. A utilização do MTA para pulpotomias em dentes decíduos é promissora demonstrando propriedades e mecanismos semelhantes às do hidróxido de cálcio, com melhoria em algumas características clínicas, como

selamento e solubilidade, além de prevenir a microinfiltração e induzir menor resposta inflamatória. O sucesso da técnica está diretamente relacionado ao correto diagnóstico da saúde pulpar aliada à capacidade de resposta biológica do pequeno paciente (CHIBINSKI; CZLUSNIAK, 2003).



Figura 9 – Radiografia inicial do dente 85.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 10 – Remoção da cárie e acesso endodôntico
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 11 – Hemostasia obtida através de irrigação com soro fisiológico e bolinhas de algodão estéreis
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 12 – MTA Angelus® - escolha para o caso clínico.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 13 – Proporção pó-líquido 1:1, água e pó respectivamente.

FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 14 – Aspecto do cimento manipulado.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 15 – Inserção do MTA com porta-amálgama.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 16 – Aspecto do MTA após inserção.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 17 – Restauração provisória com ionômero de vidro.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 18 – Radiografia após pulpotomia.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 19 – Restauração final em resina composta.
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).



Figura 20 – Radiografia de preservação (seis meses após)
FONTE: Chibinski e Czulniak (2003).

No emprego como reparador de perfurações de furca e perfurações radiculares laterais, o MTA tem se mostrado um material altamente eficaz por possuir excelente habilidade seladora prevenindo infiltração bacteriana e não originar inflamação dos tecidos perirradiculares, além de promover a formação de

cimento sobre o defeito reparado (NAKATA et al., 1998; TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999).

Perfurações de raiz podem acontecer durante preparação de cavidades de acesso endodônticas ou durante preparação do espaço para pino. A perfuração cria o potencial para uma reação inflamatória no ligamento periodontal. Uma alternativa para o reparo de perfuração de raiz usando uma matriz de colágeno reabsorvível foi apresentada por Bargholz (2005). Esta matriz reconstitui o formato exterior da raiz e facilita a adaptação do MTA. Perfurações laterais de raiz, causadas acidentalmente e inadvertidamente durante a preparação do espaço para pino, freqüentemente mostram defeitos ósseos grandes nas tomadas radiográficas.

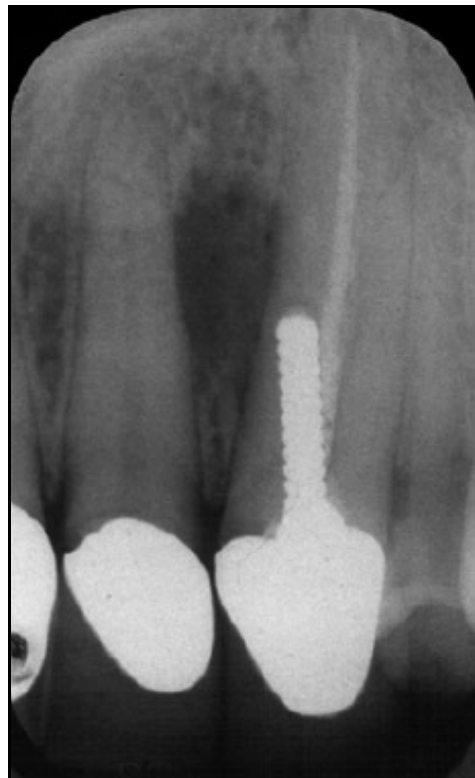


Figura 21 – Dente 23, pré-operatório radiográfico mostrando uma obturação radicular não homogênea e uma perfuração lateral.
FONTE: Bargholz (2005).

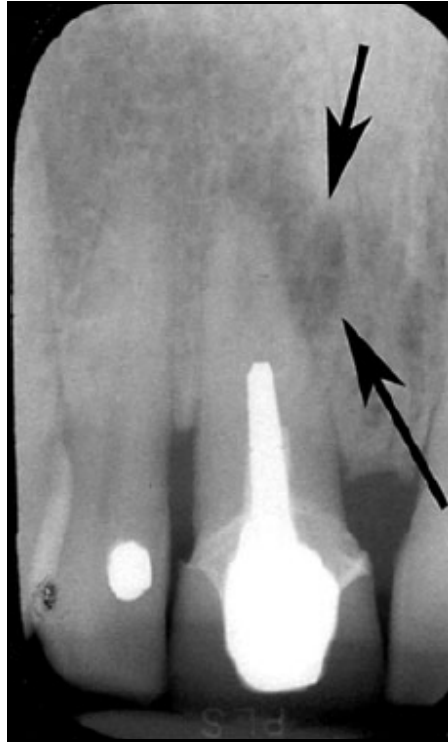


Figura 22 – Dente 11, pré-operatório radiográfico detectando-se o conduto radicular não obturado e um pino aparentemente bem centralizado. E uma discreta radioluscência óssea apontada pelas setas.
FONTE: Bargholz (2005).

Em alguns casos, o tecido de granulação pode ter preenchido a perfuração, devendo ser retirado da perfuração para permitir remodelação exata da superfície radicular. Para a aplicação do MTA, não é necessário um apoio que sofra pressão ou que seja resistente. Primeiramente, mistura-se o MTA deixando-o com uma consistência macia para sua aplicação sem pressão. Pedacos pequenos de colágeno (Kollagen-ressorva; Resorba, Nuremberg, Alemanha) são usados, empurrando o tecido de granulação para fora da perfuração e mantendo este tecido fora da raiz. Usando um dispositivo de aplicação, o MTA pode ser levado em camadas contra o colágeno até que a perfuração seja reparada. A observação direta do local da perfuração é muito importante para evitar a obliteração inadvertida do conduto radicular com MTA e para o controle correto da colocação do material reparador. Depois de selada a perfuração, é necessário acompanhamento

radiográfico. A utilização da barreira de colágeno reabsorvível em conjunto com o MTA definiu-se como uma técnica muito promissora, pois não só resulta no reparo do defeito, como também promove o restabelecimento do ligamento periodontal como mostrado radiograficamente nesse estudo (BARGHOLZ, 2005).

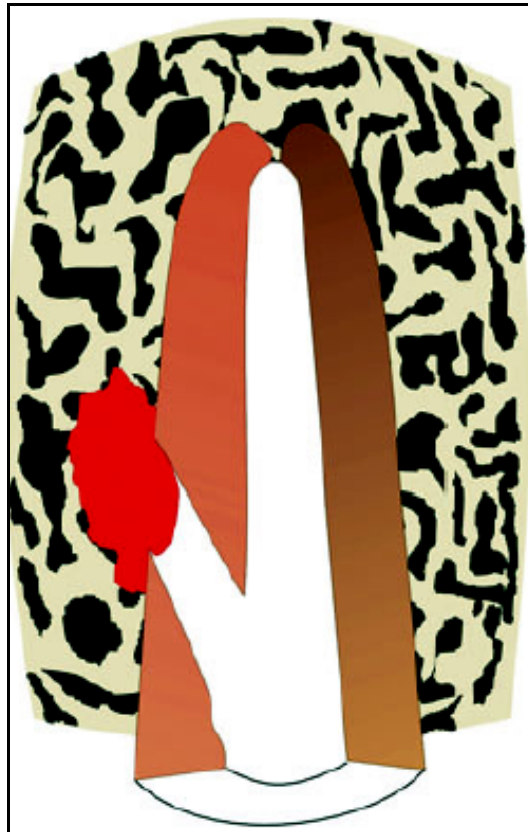


Figura 23 – Remoção do pino intrarradicular, limpeza inicial do canal e remoção de algum tecido de granulação situado dentro do defeito da perfuração.
FONTE: Bargholz (2005).



Figura 24 – Empurra-se para fora da perfuração o tecido de granulação, com pequenos pedaços de colágeno.
FONTE: Bargholz (2005).



Figura 25 – A matriz de colágeno recria a forma externa da superfície radicular.
FONTE: Bargholz (2005).



Figura 26 – Pequenas porções de MTA são depositadas em camadas contra a barreira de colágeno.
FONTE: Bargholz (2005).



Figura 27 – Depois de vedada a perfuração o colágeno será reabsorvido em alguns semanas.
FONTE: Bargholz (2005).

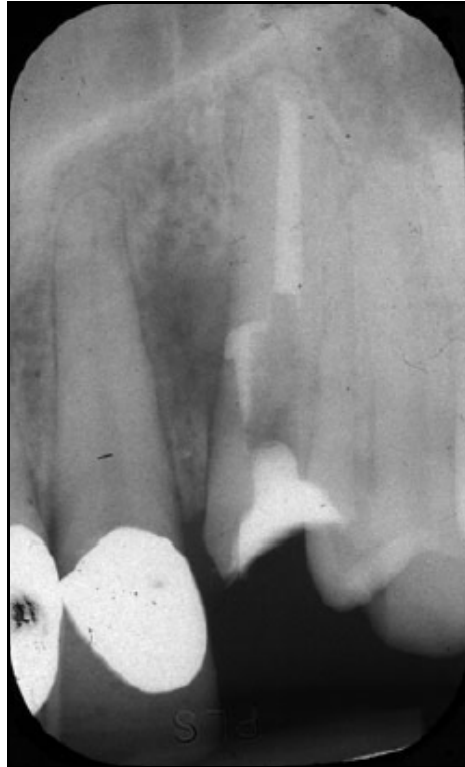


Figura 28 – Dente 23, depois do canal retratado e a perfuração reparada com MTA
FONTE: Bargholz (2005).



Figura 29 – Dente 23, radiografia de acompanhamento de um ano, nota-se a remineralização quase completa do defeito ósseo.
FONTE: Bargholz (2005).



Figura 30 – Dente 23, radiografia de acompanhamento de cinco anos, observa-se a formação óssea alveolar e o espaço periodontal.
FONTE: Bargholz (2005).



Figura 31 – Dente 11, depois de reparo da perfuração e uma restauração temporária.
FONTE: Bargholz (2005).

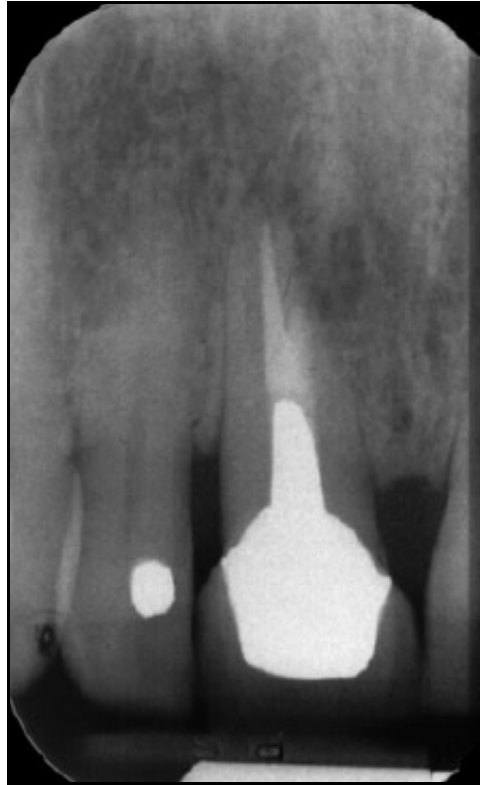


Figura 32 – Dente 11, acompanhamento radiográfico de um ano, mostrando ausência de inflamação FONTE: Bargholz (2005).



Figura 33 – Dente 11, acompanhamento de cinco anos, demonstrando regeneração óssea completa sem qualquer sinal de inflamação. FONTE: Bargholz (2005).

Nos casos de perfurações intra-radiculares o ideal é levar o MTA com o auxílio de calçadores endodônticos, porta-amálgama especiais ou então um aplicador do tipo Map System[®] que possuem uma pequena seringa metálica com agulhas de Ni-Ti de pequeno calibre e diferentes curvaturas (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).



Figura 34 – Portador Dovgan, utilizado para conduzir o MTA até áreas apicais
FONTE: Tait, Ricketts e Higgins (2005).

O MTA não possui propriedades físicas adequadas para ser empregado como material obturador de canal. Todavia, considerando suas boas propriedades seladoras e biológicas e considerando ainda que estimula a neoformação de tecido duro, teoricamente poderia constituir-se em um bom material obturador de acordo com Holland et al. (2002). Para indicá-lo nesta situação o material deveria apresentar, dentre outras propriedades, escoamento e viscosidade compatível com o cimento obturador de canal, adquirir melhor plasticidade, ser possível prepará-lo na forma pastosa, possuir maior finura, melhor homogeneidade e condições de trabalho, maior tempo de presa, e possuir adesividade à dentina. No momento existem setores da indústria odontológica que estão estudando o MTA e introduzindo algumas modificações em sua composição, para que adquira

propriedades físicas ideais de modo à adequá-lo às diversas situações clínicas, sem alterar uma de suas principais propriedades que é a biológica (BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

Diante disto, Ruiz (2003) num estudo realizado por Holland et al. (1999) para comparar a reação dos tecidos periapicais de dentes de cães, o MTA e o Ketac Endo[®] foram utilizados como cimentos endodônticos. Trinta dentes de cães tiveram seus canais instrumentados e obturados, sendo metade deles obturada com MTA e a outra metade com Ketac Endo[®]. Depois de 6 meses, os animais foram sacrificados e as amostras examinadas histologicamente. Os resultados demonstraram que houve fechamento apical com cimento em todas as amostras obturadas com MTA, não se observando resposta inflamatória nos tecidos periapicais. Já no caso do Ketac Endo[®] houve fechamento apical parcial em duas amostras apenas e diferentes graus de reações inflamatórias crônicas. Os autores utilizaram o MTA como cimento endodôntico obturador e concluíram que este possui algumas propriedades biológicas, recomendando o seu uso. Entretanto, o MTA deveria ter alguma de suas propriedades físicas modificadas para facilitar a sua aplicação.

Felippe, Felipe e Rocha (2006) avaliaram a influência do MTA na apicificação e reparo periodontal de cachorros com formação apical incompleta, e com canal previamente contaminado, verificando-se também a necessidade do uso da pasta de hidróxido de cálcio antes do uso do MTA. Foi formada uma barreira apical mineralizada no interior do canal, somente no grupo de canais obturados com MTA. No grupo em que foi usada a pasta de hidróxido de cálcio com propileno glicol, esta barreira formou-se bem acima do limite apical. Entretanto, o MTA usado após o preparo do conduto favoreceu o reparo periapical e a apicificação. Não foi necessário o uso prévio da pasta de hidróxido de cálcio para ocorrer a apicificação.

Witherspoon e Han (2001) afirmaram que o MTA serve como um andaime para a formação de tecido duro possui um melhor selamento biológico e deveria ser considerado como uma alternativa efetiva ao hidróxido de cálcio nos casos de apicificação. E apresentam a técnica de apexificação com o uso do MTA como uma opção viável para tratar dentes imaturos com polpas necróticas em sessão única.

A importância da avaliação cuidadosa do caso e o correto diagnóstico pulpar no tratamento de dentes imaturos com injúria pulpar, não podem ser em outro momento, por não terem mais vitalidade. O tratamento de escolha para dentes necróticos é apexificação, que é a indução do fechamento apical para produzir mais condições favoráveis para a obturação radicular convencional. O medicamento geralmente mais defendido é hidróxido de cálcio, embora interesse recentemente considerável foi expresso no uso do MTA. Introdução de técnicas de uma visita para apicificação provêm como uma opção de tratamento alternativa nestes casos com o uso do MTA (RAFTER, 2005).

Suas indicações para o uso em obturações retrógradas obtiveram sucesso, pois, este é facilmente manipulado e inserido no interior das cavidades retrógradas preparadas, além de não necessitar de campo seco para ser utilizado. A sua consistência de uso, no entanto, não permite que seja feita condensação ou brunimento da obturação, o que poderia ter influência no sucesso do procedimento (ALMEIDA; SOUSA; SANTOS, 2006).

Quanto ao uso do MTA como material retrobturador em cirurgias periapicais, Zanettini e Zanettini (2005) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os resultados clínicos obtidos com a utilização do MTA para esta finalidade, nas quais houve insucesso no tratamento endodôntico. Foram avaliados, clínica e radiograficamente, 41 dentes de 35 pacientes submetidos à cirurgia parendodôntica

e obturação retrógrada com MTA. Os critérios de avaliação foram àqueles propostos por Rude et al. (1972), como sucesso, incerto e insucesso, observando-se uma taxa de sucesso de 90,2% dos casos tratados, com os trabalhos publicados na literatura sobre a utilização do MTA, afirmaram que este material apresenta um grande potencial alternativo como retrobturador em cirurgias periapicais. Muitos estudos *in vitro* e *in vivo* mostraram que o MTA previne a microinfiltração marginal, é biocompatível e promove regeneração dos tecidos perirradiculares quando em contato com os mesmos (TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999).

Johnson (1999) apresentou uma revisão da literatura onde enumerou os materiais retrobturadores mais utilizados, enfatizando suas indicações e contra-indicações. Considerou o MTA como um material promissor, que requer, porém, experiência profissional devido à sua dificuldade de trabalho.

4 CONCLUSÃO

- Considerando os trabalhos consultados e seus resultados apontados nesta revisão de literatura, denota-se que o MTA mostra excelentes resultados biológicos quando empregado diretamente sobre a polpa dental e tecidos parodontodônticos e vem correspondendo em pesquisas mais recentes estudadas como um excelente material nas aplicações clínicas e cirúrgicas endodônticas;
- Devido às suas propriedades químicas e biológicas, observou-se a sua similaridade ao Cimento Portland®;
- As suas propriedades físicas limitaram seu uso como material obturador do sistema de canais radiculares;
- A introdução de técnicas de sessão única para apicificação provêm como uma opção alternativa de tratamento com o uso do MTA;
- O MTA possui propriedades físicas, químicas e biológicas que lhe conferem biocompatibilidade, além de capacidade osteoindutora e efeito antimicrobiano.
- As evidências científicas acerca do uso deste aglomerado sustentam seu emprego no reparo das perfurações endodônticas;
- Considerado como não citotóxico, está sendo visto como um material promissor para a substituição do formocresol, quando da indicação para pulpotomias de dentes decíduos.

REFERÊNCIAS¹

ABEDI, H. R.; INGLE, J. I. Mineral Trioxide Aggregate: a review of a new cement. **J Calif Dent Assoc**, San Francisco, v. 23, n. 12, p. 36-39, Dec. 1995.

AL-HEZAIMI et al. Human Saliva Penetration of Root Canals Obturated With Two Types of Mineral Trioxide Aggregate Cements. **J Endod**, Baltimore, v. 31, n. 6, p. 253-256, June 2005.

ALMEIDA, T. S.; SOUSA JR, H. A.; SANTOS, W. A. G. **MTA: suas propriedades físicas e biológicas**. Disponível em: <http://www.abo-go.com.br/abo-go/robrac/mta_propriedades.pdf>. Acesso em: ago. 2006.

AL-RABEAH, E.; PERINPANAYAGAM, H.; MACFARLAND, D. Human Alveolar Bone Cells Interact With ProRoot and Tooth-Colored MTA. **J Endod**, Baltimore, v. 32, n. 9, p. 872-875, Sept. 2006.

ANDREASEN, J.O.; Munksgaard, E.C.; Bakland, L.K. Comparison of Fracture Resistance in Root Canals of Immature Sheep Teeth After Filling With Calcium Hydroxide or MTA. **Dent Traumatol**, Copenhagen, v.22, p. 154–156, July 2006.

ARAUJO, R. A. et al. Avaliação do Selamento Apical Após Retrobturações com a Utilização de Duas Diferentes Marcas de MTA. **J Bras Endod**, Goiânia, v. 5, n. 17, p. 150-156, 2004.

ASGARY, S. et al. Chemical Differences between White and Gray Mineral Trioxide Aggregate. **J Endod**, Baltimore, v. 31, n. 2, Feb. 2005.

BARGHOLZ, C. Perforation Repair with Mineral Trioxide Aggregate: a modified matrix concept. **Int Endod J**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 59–69, Jan. 2005.

BARRIESHI-NUSAIR, K. M.; QUDEIMAT, M. A. A Prospective Clinical Study of Mineral Trioxide Aggregate for Partial Pulpotomy in Cariously Exposed Permanent Teeth. **J Endod**, Baltimore, v. 32, n. 8, p. 731-735. Aug. 2006.

¹ De acordo com NRB-6023, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, agosto de 2002.

BERNABÉ, P. F. E.; HOLLAND, R. MTA e cimento de Portland: considerações sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas. In: CARDOSO, J. A.; MACHADO, M. E. L. **Odontologia Conhecimento e Arte**, São Paulo: Artes Médicas, 2003. v. 1, cap. 11, p. 225-264.

BERNABÉ, P. F. E.; HOLLAND, R. Cirurgia pararendodôntica: como praticá-la com embasamento científico. In: ESTRELA, C. **Ciência endodôntica**. São Paulo: Artes Médicas, 2004. v. 2, cap. 16, p. 657-797.

BERNABÉ, P. F. E. et al. Avaliação *In Vitro* da Capacidade Seladora Marginal e da Infiltração na Massa de Agregado de Trióxidos Minerais. **J Bras Endod**, Goiânia, v. 5, n. 19, p. 322-328, 2004/2005.

BERNABÉ, P. F. E. et al. Comparative Study and Other Materials in Retrofilling of pulpless dogs' Teeth. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 2, p. 1-12, May/Aug. 2005.

BORTOLUZZI, E. A. et al. Sealing Ability of MTA and Radiopaque Portland Cement with or Without Calcium Chloride for Root-End Filling. **J Endod**, Baltimore, v. 32, n. 9, p. 897-900, Sept. 2006.

BOZEAMAN, T. B.; LEMON, R. R.; ELEAZER, P. D. Elemental Analysis of Crystal Precipitate from Gray and White MTA. **J Endod**, Baltimore, v. 32, n. 5, p. 425-428, May 2006.

BROON, J. N. **Tratamento de Perfurações Radiculares em Dentes de Cães com Agregado Trióxido Mineral (MTA), e Cimento Portland com e sem Cloreto de Cálcio**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de Endodontia. São Paulo. 2004.

CAMILLERI, J. et al. The Constitution of Mineral Trioxide Aggregate. **Dent Mater**, Washington, v. 21, n. 4, p. 297-303, Apr. 2005.

CHIBINSKI, A. C. R.; CZLUSNIAK, G. D. Utilização do Agregado Trióxido Mineral (MTA) em Pulpotomias de Dentes Decíduos: relato de caso. **UEPG Ci Biol Saúde**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3/4, p. 21-27, set./dez. 2003.

CHAMBRONE, L. et al. Características Físicas e Biológicas do Agregado Trióxido Mineral (MTA). **Rev Paul Odontol**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 26-28, maio/jun. 2003.

De DEUS, G. et al. Cytotoxicity of MTA and Portland Cement on Human ECV 304 Endothelial Cells. **Int Endod J**, Oxford, v. 38, n. 9, p. 604–609, Sep. 2005.

DUARTE, M. A. H. et al. Avaliação da Contaminação do MTA Angelus e do Cimento de Portland. **J Bras Clin Odontol Int**, Curitiba, v. 6, n. 32, p. 155-157, mar./ abr. 2002.

FELIPPE, W.T.; FELIPPE, M.C.S.; ROCHA, M.J.C. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation, **Int Endod J**, Oxford, v.39, p.2-9, 2006.

FRIDLAND, M.; ROSADO, R. MTA Solubility: a long term study. **J Endod**, Baltimore, v. 31, n. 5, p. 376-379, May 2005.

GONÇALVES, S. B.; BRAMANTE, C. M. Avaliação *In vitro* da Capacidade Seladora do Super-EBA e do MTA em Quatro Técnicas de Obturação Retrograda. **Rev Bras Odontol**, Bauru. v. 10, n. 3, p. 170-178, 2002.

HOLLAND, R. et al. Reaction of Rat Connective Tissue to Implanted Dentin Tube Filled with Mineral Trioxide Aggregate, or Calcium Hydroxide. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 25, n. 3, p. 161-166, Mar. 1999.

HOLLAND, R. et al. Reaction of Rat Connective Tissue to Implanted Dentin Tube Filled with Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement or Calcium Hydroxide. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 3-8, 2001.

HOLLAND, R. et al. Agregado de Trióxido Mineral (MTA): composição, mecanismo de ação, comportamento biológico e emprego clínico. **Rev Cienc Odontol**, São Paulo, v. 5, n. 5, p. 7-21, jan./dez. 2002.

JOHNSON, B. R. Considerations in the Selection of a Root-End Filling Material. **Oral Sug Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 87, n. 4, p. 398-404, Apr. 1999.

KOGAN, P. et al. The Effects of Various Additives on Setting Properties of MTA. **J Endod**, Baltimore, v. 32, n. 6, p. 569-572, June 2006.

LEAL, J. M.; BAMPA, J. U.; POLISELI NETO, A. Cirurgias parodontológicas indicações, contra-indicações, modalidades cirúrgicas. In: LEONARDO, M.R. **Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares – Princípios Técnicos e Biológicos**. São Paulo: Artes Médicas, 2005. Cap. 30, p. 1263-1343.

LEE, S. J.; MONSEF, M.; TORABNEJAD, M. Sealing Ability of a Mineral Trioxide Aggregate for repair of lateral root perforations. **J Endod**, Baltimore, v. 19, n. 11, p. 541- 544, Nov. 1993.

MANICARDE C.A. **Avaliação *in vitro* do Selamento Apical produzido a partir de duas técnicas de Aplicação de Trióxido Mineral Agravado (MTA), em retro-preparos de Raízes Apicectomizadas.** 2005, 108 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005.

MENEZES, J. V. N. B. **Análise *in vitro* da Toxicidade de Substâncias Utilizadas em Pulpotomias de Dentes Decíduos. Estudo em Linhagem de Fibroblastos Balb-c 3T3.** 2004, 127 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, de Bauru Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Odontologia, área de Odontopediatria. Bauru. 2004.

MOTTA, A. G. et al. Reação do Tecido Conjuntivo Subcutâneo de Rato ao MTA e ao Hidróxido de Cálcio. **Rev Bras Odontol**, São Paulo, v. 60, n. 4, p. 274-276, jul./ago. 2003.

MTA ANGELUS. **Cimento Reparador: indicações e técnica de uso.** Londrina, Soluções em odontologia. 2003. Disponível em:
<<http://www.angelus.ind.br/empresa.asp>>. Acesso em: ago. 2006.

NAKATA, T. T.; BAE, K. S.; BAUMGARTNER, J. C. Perforation Repair Comparing Mineral Trioxide Aggregate and Amalgam Using an Anaerobic Bacterial Leakage Model. **J Endod**, Baltimore, v. 24, n. 3, p. 184-186, Mar. 1998.

NELSON-FILHO, P. et al. Agregado de Trióxido Mineral (MTA) e hidróxido de Cálcio como Material Capeadores em Pulpotomias de Dentes Decíduos de Humanos – Avaliação Clínica e Radiográfica. **Rev Inst Cienc Saúde**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 211-216, Jul./set. 2005.

OZORIO, R. N. et al. Cytotoxicity of Endodontic Materials. **J Endod**, Baltimore, v. 24, n. 2, p. 91-96, Feb. 1998.

PARIROKH, M. et al. A Comparative Study of White and Grey Mineral Trioxide Aggregate as Pulp Capping Agents in Dog's Teeth. **Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 21, n. 3, p. 150-154, June 2005.

PEREIRA, E. M. et al. Capacidade de Vedamento de Diversos Materiais em Perfurações Radiculares. **Rev Bras Odontol**, São Paulo, v. 60, n. 5, p. 349-352, set./out. 2003.

PRO ROOT MTA (Mineral Trioxide Aggregate). **Root Canal Repair Material Water**. Directions for use. Tulsa, Dentsply-Maillefer, Tulsa, 2002.

RAFTER, M. Apexification: a review. **Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 21, n. 1, p. 1-8, Feb. 2005.

RUIZ, P. A. et al. MTA: uma nova perspectiva em Endodontia. **Rev Bras Odontol**, São Paulo, v. 60, n. 1, p. 33-35, jan./Fev. 2003.

RUIZ, P. A. Perfurações Endodônticas: revisão da literatura. **Rev Bras Patol Oral**, Natal, v. 2, n. 2, p. 45-50, abr./jun. 2003.

RUIZ, P. A. **Propriedades e Indicações do MTA: revisão da literatura**. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.endodontia.org/artigos_mta_prop_indic.htm>. Acesso em: set. 2006.

SALLES, A. A. et al. MTA como uma Perspectiva no Tratamento de Perfurações Dentárias. **Rev Fac Odontol**, Araçatuba, v. 42, n. 2, p. 32-36, dez. 2000.

SCHWARTZ, R. S. et al. Mineral Trioxide Aggregate: A New Material for Endodontics. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 130, n. 7, p. 967-975, July 1999.

SILVA, J. A.; DECURCIO, D. A.; MOURA, M. S. **Considerações Sobre o Emprego do Mta em Endodontia**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.abo-df.org.br/Artigos/Artigos4.htm>>. Acesso em: jun. 2006.

SILVA NETO, U. X. et al. Infiltração Marginal em Obturações Retrogradadas Realizadas com ProRoot-MTA, MTA-Angelus e Super-EBA. **J Bras Endod**, Goiânia, v. 4, n. 13, p. 149-152, abr./jun. 2003.

SILVA NETO, U. X. et al. Avaliação, *In Vitro*, da Capacidade de Selamento de Obturações Retrógradadas Realizadas com Agregado Trióxido Mineral e um Cimento Experimental. **J Bras Endod**, Goiânia, v. 5, n. 20, p. 361-365, 2005.

SOUZA, L. S. et al. Perfurações Iatrogênicas : Super-EBA e MTA – Uma Revisão de Novos Cimentos. **Odontol USF**, Bragança Paulista, v. 17, p. 99-105, fev. 1999.

SOUZA, R. E. et al. Avaliação do Selamento Apical em Obturação Retrógrada : MTA-Angelus Versus Cimento de Portland Itaú. **J Bras Clin Odontol Int**, Curitiba, v.7, n. 42, p. 458-460, nov./dez. 2003.

TAIT, C. M.; RICKETTS, D.N.; HIGGINS, A.J. Weakened Anterior Roots-Intraradicular Rehabilitation. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 198, n. 10, p. 609-617, May 2005.

TANOMARU Filho, M.; TANOMARU, J. M. G.; DOMANESCHI, C. Capacidade de Selamento de Materiais Retrobturadores em Perfurações Radiculares Laterais. **Rev Bras Odontol**, São Paulo, v. 59, n. 2, p. 80-82, mar./abr. 2002.

TAVEIRA, A. B. **Avaliação Comparativa *in vitro* da Capacidade Seladora à Infiltração Bacteriana dos Cimentos MTA Branco, Cinza e Sealapex Consistente em Obturações Retrógradas**. 2005, 100 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de Endodontia, Bauru/SP. 2005.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; PITT-FORD, T. R. Sealing Ability of a Mineral Trioxide Aggregate When Used As a Root End Filling Material. **J Endod**, Baltimore, v. 19, n. 12, p. 591-595, Dec. 1993.

TORABINEJAD, M. et al. Dye Leakeage of Four Root End Filling materials: effects of blood contamination. **J Endod**, Baltimores, v. 20, n. 4, p. 159-163, Apr. 1994.

TORABINEJAD, M. et al. Bacterial Leakage od Mineral Trioxide Aggregate as a Root-End Filling Material. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n. 3, p. 109-112, Mar. 1995.

TORABINEJAD, M. et al. Comparative investigation of Marginal Adaptation of Mineral Trioxide Aggregate and Other Commonly Used Root-End Filling Materials. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n. 6, p. 295-299, June 1995.

TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n. 7, p. 349-353, July 1995.

TORABINEJAD, M.; PITT FORD, T. R. Root end Filing Materials: a review. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 12, p. 161-178, Jan. 1996.

TORABINEJAD, M.; CHIVIAN, N. Clinical Applications of Mineral Trioxide Aggregate. **J Endod**, Baltimore, v. 25, n. 3, p. 197-205, Mar. 1999.

WELDON JR., J. K. et al. Sealing Ability of Mineral Trioxide Aggregate and Super-EBA When Used as Furcation Repair Materials: A Longitudinal Study. **J Endod**, Baltimore, v. 28, n. 6, p. 467-470, June 2002.

WITHERSPOON, D. E.; HAM, K. Only-Visit Apexification: Technique for Inducing Root-End Barrier Formation in Apical Closures. **Pract Proced Aesthet Dent**, Mahwah, v. 13, n. 6, p. 455-460, Aug. 2001.

ZANETTINI, I.; ZANETTINI, P. R. Uso do Agregado Trióxido Mineral (MTA) como Material Retrobturador em Cirurgias Periapicais. **J Bras Endod**, Goiânia, v. 5, n. 19, p. 289-294, 2004/2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)