



Artigo Original

AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL – UMA REVISÃO DA SUA COMPOSIÇÃO, MECANISMO DE AÇÃO E INDICAÇÕES CLÍNICAS.

MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE - A REVIEWING OF ITS COMPOSITION, MECHANISM OF ACTION AND CLINICAL INDICATIOS.

Resumo

Denis Damião Costa¹
Mariana Mota Campos Mariano¹
Yanessa Santos Muniz¹
Candice Belchior Silva Duplat¹
Diana Sofia de Jesus Patrocínio¹
Jamile Lima Silva Santos¹

¹ Universidade Federal da Bahia - UFBA.

Salvador – Bahia - Brasil

E-mail:
denisdont@hotmail.com

O agregado trióxido mineral (MTA) é um material usado na odontologia, de fácil manipulação e com apreciáveis características físicas, químicas e biológicas. Sua atuação principal é na indução da dentinogênese, cementogênese e osteogênese. Possui vantagens em relação a outros materiais, pois promove selamento marginal próximo ao ideal, possui compatibilidade biológica, não induzindo efeitos lesivos ao organismo, é desprovido de potencial mutagênico e de citotoxicidade. Por conta de suas propriedades, o agregado pode ser aplicado com êxito em diversas situações clínicas, como perfurações e reabsorções radiculares, pulpotomia, capeamento pulpar direto e cirurgia para-endodôntica. Estudos confirmam as suas funcionalidades e indicam atuação promissora deste material, porém ainda é prematuro considerá-lo ideal. O objetivo do presente estudo é realizar uma revisão de literatura a respeito da composição deste material, seu mecanismo de ação e suas aplicabilidades clínicas.

Palavras-chave: Materiais Restauradores do Canal Radicular; Cimentos Dentários; Materiais Biocompatíveis.

Abstract

The mineral trioxide aggregate is a useful material in dentistry, easy to manipulation and with appreciated physics, chemistry and biological characteristics. Its main action is at the dentinogenesis, cementogenesis and osteogenesis induction. Has advantages over other materials, because it promotes marginal sealing near to the ideal, has biocompatibility, does not induce harmful effect to the organism, it is unprovided of mutagenic potential and cytotoxicity. Because of its properties, the aggregate can be applied successfully in many clinical situations, like root perforations and resorption, pulpotomy, direct pulp capping and paraendodontic surgery. Many studies confirm its applicability and indicate a promising action of this material in dentistry, although is still premature consider it an ideal material. The aim of this study is reviewing the literature regarding the composition of this material, its mechanism of action and their clinical applications.

Key words: Root Canal Filling Materials; Dental Cements; Biocompatible Materials.

Introdução

O Agregado de Trióxido Mineral (MTA) é um pó branco ou cinza, de fácil manipulação, composto por finas partículas hidrofílicas que tomam presa em contato com a umidade. Foi desenvolvido por Mahmoud Torabinejad, na Universidade de Loma Linda, na Califórnia. Em 1993, foi testado experimentalmente, mas só foi aprovado em 1998 pela U. S. Food and Drugs Administration (FDA)^{1, 2}. Durante alguns anos, foi comercializado apenas pela Dentsply. Atualmente, o MTA encontra-se disponível no mercado odontológico sob os nomes comerciais de MTA ProRoot® (Dentsply) e MTA-Angelus® (Angelus)³.

Trata-se de um material de grande potencial, o qual lhe é conferido devido às suas características químicas, físicas e biológicas, como o poder de indução da dentinogênese, da cementogênese e da osteogênese, por ser antimicrobiano, por promover um selamento marginal adequado, prevenindo infiltrações, e por ser biocompatível⁴. Por conta dessas propriedades, o MTA tem sido utilizado em capeamento pulpar, pulpotomia, polpas necrosadas, perfuração e reabsorção radicular, como material retro-obturador e em cirurgias para-endodônticas⁵.

O objetivo do presente estudo é realizar uma revisão de literatura a respeito da composição deste material, seu mecanismo de ação e suas aplicabilidades clínicas.

Métodos

O presente estudo foi construído através de levantamento de dados pertinentes ao tema e está embasado na revista da literatura. Foram realizadas pesquisas bibliográficas por meio de artigos, revistas, periódicos ou manuscritos disponíveis no acervo da biblioteca da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia (FOUFBA) e nas bases de dados Pubmed, Bireme e Scielo. Para confecção do manuscrito foram consultados e utilizados artigos originais, relatos de casos, revisões de literatura tanto nacionais quanto internacionais.

Resultados e Discussão

O MTA é composto de trióxidos combinados com outras partículas minerais hidrofílicas, que cristalizam em presença de umidade. A hidratação do pó com a água destilada resulta em um gel coloidal que solidifica em aproximadamente três horas. Este material é pouco solúvel e apresenta maior radiopacidade que a dentina. Além disso, uma das vantagens deste agregado é a ausência de potencial mutagênico e de citotoxicidade, comprovando a sua biocompatibilidade⁴⁻⁹.

Segundo os fabricantes, o MTA é constituído por: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminato tricálcico de ferro, óxido de bismuto, sulfato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de magnésio, óxido de sódio, óxido de potássio e íons de cálcio e fósforo⁷⁻¹¹. O MTA consiste de 50-75% de óxido de cálcio e 15-20% de dióxido de silicato; esses dois componentes

somados correspondem 70-95% do cimento. Quando manipulados, há produção de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico e aluminoferritina tetracálcico¹².

Estudos têm correlacionado a reação de hidratação do MTA com a produção de hidróxido de cálcio. A liberação dos íons cálcio tem sido relatada, porém publicações anteriores não demonstraram a origem desses íons. O agregado possui em sua composição o óxido de bismuto, composto que lhe confere radiopacidade, sendo adicionado ao cimento para o diagnóstico radiológico⁸. A literatura refere que o material teria suas características alteradas na dependência do tamanho de suas partículas, proporção pó e veículo e por agentes externos como a temperatura, umidade e incorporação de bolhas de ar⁸.

O MTA está disponível no mercado sob duas formas: cinza e branco. A diferença entre elas está na concentração dos compostos de alumínio, magnésio e ferro. O material branco não possui a fase de aluminoferritina, que é a responsável pela coloração acinzentada^{11, 12}.

Estudo realizado evidenciou que quanto ao sucesso clínico e radiográfico após doze meses, o MTA cinza mostrou-se eficaz em 100% e o branco em 93,2% dos dentes analisados. Em relação aos achados histológicos, o tipo cinza promoveu formação de ponte de dentina e preservou melhor o tecido pulpar quando comparado ao MTA branco⁵.

Quanto ao mecanismo de ação, o efeito do MTA induz à formação de uma camada de estruturas cristalinas. Esse efeito é decorrente da reação do óxido de cálcio com os fluidos teciduais e do hidróxido de cálcio, que reage com o CO₂ da corrente sanguínea, formando carbonato de cálcio⁵. Uma matriz extracelular rica em fibronectina é secretada em íntimo contato com esses produtos, iniciando a formação de tecido duro. Histologicamente, o que se observa é o estímulo à deposição deste tecido, através de granulações de calcita, ao redor das quais há grande condensação de fibronectina, o que proporciona adesão e diferenciação celular⁵.

O início da dentinogênese pode ser observado pela polarização nuclear e citoplasmática de células colunares que começam a se organizar ao longo das estruturas cristalinas. Estas células “paliçadas” possuem aparência odontoblástica e são habilitadas a secretar uma matriz tubular de forma polar num padrão de pré-dentina, seguindo o processo normal de formação da barreira dentinária. Além disso, favorecem a produção de citocinas (interleucinas), que estão diretamente envolvidas na estimulação de células formadoras de tecido mineralizado, como tecido ósseo e dentinário, sendo assim considerado um material ativo na formação de tecido duro. A deposição de tecido mineralizado próximo ao MTA também ocorre devido à sua capacidade de selamento, evitando contaminação bacteriana, e à pequena susceptibilidade à dissolução, biocompatibilidade e alcalinidade⁵.

Estudos sobre a utilização do MTA como material preenchedor de ápice radicular têm mostrado a capacidade indutora de cementogênese. Esta capacidade do agregado previne inflamação periapical por eliminação de microorganismos que criam respostas inflamatórias¹³.

A habilidade do MTA em reduzir a inflamação provavelmente também é devido à sua natureza hidrofílica e à sua expansão, que promove bom

selamento com as paredes cavitárias, potencializando a prevenção aos microorganismos e ao extravasamento de endotoxinas, mesmo quando usado em cavidades apicais contaminadas por sangue⁶. Ainda quando o agregado é utilizado em canais radiculares sem material preenchedor e cavidades de acesso coronais não restauradas, ele reduz a inflamação periapical e ajuda no processo de cura¹³.

Outros estudos têm dito que o mecanismo de ação do MTA é similar ao do hidróxido de cálcio e que seu efeito reparativo é resultado de injúria química, causando irritação ao tecido pulpar vital abaixo de uma camada necrótica, enquanto estimula a reparação de uma maneira ainda incerta¹⁴. Além disso, o pH alcalino mantido no local da injúria cria condições favoráveis para a formação dentinária pela manutenção de um ambiente estéril. Ainda tem-se sugerido que a elevação localizada dos íons de cálcio também é responsável pelo aumento da expressão de genes promotores de mineralização - osteopontin e proteína óssea morfogênica - em células pulpares¹⁴.

O hidróxido de cálcio pode modular o reparo tecidual dental através da capacidade de mobilizar componentes bio-ativos da matriz dentinária. A literatura ratifica que os efeitos benéficos do MTA podem ser atribuídos a um mecanismo análogo ao do hidróxido de cálcio¹⁵. As células têm tolerância ao MTA, pois há diminuição e até desaparecimento da condensação fibrosa ao redor do material após sessenta dias de sua colocação⁴. Este é um sinalizador de que o material é incorporado aos tecidos como se fizesse parte dele, pois as células não o identificam como um corpo estranho. Esta compatibilidade com os tecidos dentais pode ser explicada pelo fato deste material possuir na sua composição íons de cálcio e fósforo, que também são os principais constituintes destes tecidos⁷. Além disso, o efeito do MTA sobre os osteoblastos não provoca alteração em sua morfologia¹¹.

No que se refere às propriedades antimicrobianas o MTA apresenta ação efetiva para 5 das 9 bactérias mais comumente encontradas nos canais radiculares infectados, mas este não possui efeito sobre bactérias estritamente anaeróbias¹⁶. Estudiosos investigaram a ação antimicrobiana do MTA, pasta de hidróxido de cálcio, cimento Portland®, Sealapex® e Dycal® contra *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* e *Candida albicans* e concluíram que a pasta de hidróxido de cálcio é superior às demais substâncias sobre todos os microrganismos testados¹⁵. No entanto, outro estudo descreve que a ação antimicrobiana do MTA é semelhante à do hidróxido de cálcio¹⁶.

Quanto às indicações, é largamente descrita na literatura quais os procedimentos clínicos para aplicação do MTA. Segundo diversos estudos, este material tem-se mostrado muito efetivo, devido as suas propriedades físico-químicas e sua biocompatibilidade e pode ser empregado nas seguintes situações:

Perfurações radiculares

São complicações comuns na clínica de endodontia, normalmente de etiologia iatrogênica, podendo ser patológica, por processo de cárie ou

reabsorção, e resulta em comunicações artificiais entre os sistemas de canais radiculares e as estruturas de suporte dos dentes^{2, 8, 9, 11, 17}.

O tratamento de perfurações radiculares visa à obtenção de um perfeito selamento, além da indução ou permissão do reparo dos tecidos adjacentes. O material terapêutico empregado deve apresentar potencial selador e propriedades biológicas adequadas, garantindo o sucesso do tratamento das perfurações radiculares^{2, 8, 11}.

O MTA apresenta o perfil de material ideal para esta aplicabilidade, já que favorece a formação de cimento ao redor dele. Sua manipulação é realizada até uma consistência mais densa, o que facilita a sua inserção nas regiões perfuradas, proporcionando boa adaptação às paredes da cavidade^{1, 9}.

Avaliando a resposta histológica em perfurações utilizando amálgama e MTA, observa-se que o amálgama proporciona grau de moderado a severo de inflamação, enquanto o MTA apresenta baixo grau. Com posse destes resultados, conclui-se que a resposta inflamatória ocorrida nos casos selados com MTA desenvolve-se devido à contaminação bacteriana, visto que o material por si só não mostrou induzir inflamação quando aplicado imediatamente, diferente do amálgama¹⁸.

Ainda em estudos relacionados à perfuração radicular, autores compararam a capacidade de selamento do MTA, amálgama e IRM, demonstrando que o MTA obteve menor infiltração que os demais materiais¹⁹.

Reabsorções radiculares

Constituem-se numa patologia de difícil diagnóstico, não sendo muitas vezes visíveis radiograficamente. Essas áreas de reabsorção servem como nicho para placas bacterianas, dificultando a limpeza dessa região, que traz como consequência um difícil prognóstico²⁰.

As reabsorções radiculares podem ser classificadas em internas e externas. A reabsorção interna ocorre no íntimo da cavidade pulpar, de uma forma centrífuga em direção à superfície externa da coroa ou da raiz, sendo rara na dentição permanente¹⁰.

As reabsorções internas estão associadas à pulpotomia, ao trauma dentário e à inflamação crônica, sendo que tem sido sugerida ainda como fator etiológico uma influência hereditária²¹. Quanto aos casos de reabsorção externa, tem-se como agentes desencadeantes o trauma dentário, o reimplante dentário, a necrose pulpar, a sobreinstrumentação dos canais radiculares, as forças ortodônticas excessivas, além da terapia para clareamento de dentes não vitais²¹.

A grande prevalência de reabsorções no terço apical de dentes portadores de periapicopatias crônicas deve-se à interação de neutrófilos com bactérias e/ou produtos bacterianos, principalmente lipopolissacarídeos, na desembocadura do canal. Tal processo resulta na morte de cementoblastos, viabilizando a instalação de unidades osteorremodeladoras, propiciando reabsorções cementária e/ou dentinária²².

O quadro de reabsorção radicular também pode ser acentuado com a resposta inflamatória aguda gerada pela instrumentação inadvertida da região periapical²⁰. As reabsorções com comunicação entre o canal radicular e o

periodonto precisam ter a cavidade reabsortiva preenchida, a fim de eliminar o agente agressor e viabilizar a reparação da área lesionada²⁰.

A literatura afirma que o MTA apresenta excelentes propriedades físico-químicas e biológicas, o que justifica ser o material de escolha no tratamento de reabsorções radiculares. É um material que quando comparado aos demais materiais restauradores apresenta uma menor infiltração marginal e é capaz de induzir a formação de tecidos mineralizados como osso, dentina e cimento, por alcançar o platô de pH em tornos de ^{12,5} em três horas²³.

Analisando a aplicação clínica do MTA em relação à reabsorção radicular, observa-se que em casos onde a reabsorção radicular é mínima, preenche-se o canal com hidróxido de cálcio para estimular a reparação, encerrando a cavidade de acesso com óxido de zinco e eugenol. Entretanto, se o tratamento com hidróxido de cálcio não for eficaz, cureta-se o local de reabsorção, preenchendo as paredes com um cimento biocompatível que promova um bom selamento marginal¹⁰. Apresentam-se como alternativa o ácido etóxi-benzoico (EBA®), o óxido de zinco e eugenol (ZOE®) ou agregado de trióxido minerais (MTA®)^{2, 24}.

Pulpotomia

Corresponde à remoção da pequena lesão inflamatória que se restringe à polpa coronária, preservando a polpa que está nos condutos radiculares^{7, 25}. Nesta aplicabilidade, o MTA pode atuar como material protetor e conservador do tecido pulpar remanescente²⁶.

Além do MTA, outros materiais são utilizados para proteção após pulpotomia, como o hidróxido de cálcio e o cimento portland. Por muito tempo o hidróxido de cálcio era o material de eleição para esse procedimento. Atualmente, o MTA tem preenchido os requisitos necessários para esta aplicação²⁷. Estudo realizado verificou o uso do MTA como material de proteção pulpar em casos de pulpotomia, comprovando que pontes de tecido mineralizado foram formados, fechando o acesso. O terço coronário do canal foi completamente selado por um novo tecido tubular mineralizado e o tecido pulpar remanescente apresentou características de normalidade, sem inflamação, hiperemia ou necrose²⁸.

A aplicação clínica na pulpotomia deve ser realizada da seguinte forma: após a anestesia e isolamento absoluto lavar a polpa exposta com soro fisiológico e essa polpa coronária poderá ser removida com broca esférica diamantada ou com cureta bem afiada. O sangramento pode ser controlado com bolinhas de algodão.

Deve-se misturar o pó de MTA com a água deionizada ou soro, colocar a mistura contra o local de exposição com o auxílio de um porta-amálgama de plástico. Realizar a compressão da mistura contra o local de exposição e colocar uma bolinha de algodão umedecida sobre o agregado de trióxido mineral, fechando a cavidade com material restaurador temporário. Uma semana após o procedimento, remove-se 3 a 4 mm do MTA e insere-se a restauração final. Deve-se verificar a vitalidade pulpar a cada 3 ou 6 meses, conforme necessidade⁵. A pulpotomia pode ter como resultado a

desvitalização, preservação ou regeneração do remanescente pulpar, a depender do material escolhido⁷.

Capecamento Pulpar Direto

O capecamento pulpar direto é um procedimento dental em que a polpa exposta é recoberta com um material de proteção, minimizando injúrias adicionais e permitindo que o tecido cicatrize^{11, 25, 29}. Trata-se de uma técnica que visa preservar a vitalidade pulpar evitando procedimentos endodônticos invasivos²⁷. Este tratamento é indicado quando a polpa é exposta acidentalmente durante o preparo cavitário ou pelo trauma e deve ser feito imediatamente, ou ao menos 24h após sua ocorrência²⁹.

O MTA age estimulando a formação de uma ponte de dentina compacta e densa obliterando totalmente a exposição pulpar. Sua eficácia é comprovada devido à existência de uma camada de odontoblastos normais sob esta ponte de dentina²⁹. Traçando um comparativo entre o agregado de trióxido mineral e o hidróxido de cálcio, autores observaram que ambos os materiais apresentam a mesma eficácia quando utilizados no capecamento pulpar direto²⁹, porém outros autores revelaram que o MTA é mais eficiente realizando esta função^{27, 30}.

Cirurgia Para-endodôntica

Os primeiros relatos de procedimentos de cirurgia para-endodôntica foram descritos em 1843 por Desirabode⁶. Este método cirúrgico consiste geralmente na exposição e ressecção do ápice radicular, bem como no preparo de uma cavidade e colocação de um material retrobturador. Entretanto, as cirurgias para-endodônticas podem fracassar devido ao selamento incompleto do sistema de canais radiculares^{3, 6, 31}. Estudos in vitro e in vivo indicam que alguns materiais utilizados como obturadores radiculares podem causar efeitos adversos, tanto locais quanto sistêmicos³².

Vários materiais já foram propostos, utilizados e analisados para obturação retrógrada entre eles: guta-percha, IRM, ionômero de vidro, pasta lyzanda, cimentos endodônticos, Super EBA e amálgama^{33, 34}.

O amálgama foi considerado durante muitos anos como material retrobturador de primeira escolha e uma das razões para sua popularidade é o fato de estar sendo utilizado há mais de um século e ser bem tolerado pelos tecidos bucais³. Atualmente, o MTA vem assumindo o posto de material de escolha pelo fato de apresentar melhores propriedades físico-químicas e biológicas, favorecendo seu emprego como material retrobturador, tais como: vedamento marginal, biocompatibilidade e a capacidade de induzir o reparo ósseo e a deposição cementária^{3, 30, 35, 36}.

Nos casos de cirurgias para-endodônticas, estudos comprovam que grupos de dentes retrobturados com amálgama apresentaram infiltração média maior que os grupos retrobturados com MTA. Além disso, diferentemente do MTA, o amálgama possui uma série de desvantagens, como a liberação de mercúrio e outros íons, corrosão e eletrólise, expansão tardia, infiltração marginal, sensibilidade à umidade e tatuagem³.

Conclusão

O MTA é composto de trióxidos combinados, age induzindo formação de tecido mineralizado e possui qualidades favoráveis como biocompatibilidade, hidrofília, adaptação marginal e radiopacidade que habilita sua utilização na odontologia, principalmente, nos casos de perfuração radicular, reabsorção radicular, pulpotomia, capeamento pulpar direto, cirurgia para-endodôntica e retrobturação.

Referências

1. Chambrone L, Chambrone D, Chambrone J, Chambrone LA. Características físicas e biológicas do agregado de trióxido mineral (MTA). *Rev Paul Odontol.* 2003; 25(3): 26-8.
2. Miranda RB, Miranda MB. Tratamento de perfuração radicular – relato de um caso clínico. *JBE.* 2005; 5(21/22): 422-5.
3. Farias JG, Rasquim LC, Gonçalves APR. Cirurgia paraendodôntica utilizando o MTA como material retrobturador: relato de casos. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac.* 2006; 6(4): 57-64.
4. Kowalski R, Kopper PMP, Tartarotti E, Figueiredo JAP, Bier CA. Estudo comparativo da resposta histológica ao implante submucoso em ratos de cimento agregado trióxido mineral (MTA) de duas marcas comerciais. *Odontologia Clin-Cientif.* 2004; 3(1): 17-24.
5. Duda JG, Losso EM. O uso do agregado de trióxido de mineral (MTA) em odontopediatria. *Arq Odontol.* 2005; 41(1): 93-103.
6. Carvalho MGP, Perez WB, Matter SB, Blaya DS, Anhald AC. Apicetomia seguida de obturação retrógrada com agregado trióxido mineral (MTA): relato de caso clínico. *Revista de Endodontia Pesquisa e Ensino.* 2005; 1(2): 1-8.
7. Chibinski ACR, Czylusniak GD. Utilização do agregado trióxido mineral (MTA) em pulpotomias de dentes decíduos: relato de caso. *Publ UEPG Ci Biol Saúde.* 2003; 9(3/4): 21-7.
8. Olivieri JG, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Pérez N, Roig M. Treatment of a perforating inflammatory external root resorption with mineral trioxide aggregate and histologic examination after extraction. *J Endod.* 2012; 38(7): 1007-11.
9. Tanomaru Filho MT, Tanomaru JMG, Domaneschi C. Capacidade de selamento de materiais retrobturadores em perfurações radiculares laterais. *RBO.* 2002; 59(2): 80-2.
10. Ferreira MM, Leitão J, Carrilho EVP. Reabsorção radicular interna. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac.* 2007; 48(2): 121-6.
11. Ruiz PA. Agregado de Trióxido Mineral (MTA): Uma nova perspectiva em endodontia. *Rev Brasileira de Odontologia.* 2003; 60(1): 33-5.
12. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the consients and biological properties of the material. *Int Endo J.* 2006; 39(10): 747-54.
13. Bernabé PFE, Gomes-Filho JE, Rocha WC, Nery MJ, Otoboni-Filho JA, Dezan-júnior. Histological evaluation of MTA as a root filling material. *Int Endo J.* 2007; 40(10): 758-65.
14. Aeinehchi M, Eslami B, Ghanbariha M, Saffar AS. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. *Int Endo J.* 2003; 36(3): 225-35.

15. Tomson PL, Grover LM, Lumley PJ, Sloan AJ, Smith AJ, Cooper PR. Dissolution of bio-active dentine matrix components by mineral trioxide aggregate. *J Dentistry*. 2007; 35(8): 636-42.
16. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod*. 2010; 36(1): 16-27.
17. Silva-Neto UX, Moraes IG. Capacidade seladora proporcionada por alguns materiais quando utilizados em perfurações na região de furca de molares humanos extraídos. *J Appl Oral Sci*. 2003; 11(1): 27-33.
18. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod*. 2004; 30(2): 80-3.
19. Hakki SS, Bozkurt SB, Ozcopur B, Purali N, Belli S. Periodontal ligament fibroblast response to root perforations restored with different materials: a laboratory study. *Int Endod J*. 2012; 45(3): 240-8.
20. Prata MIA. Avaliação da reabsorção apical externa e interna, em dentes com lesões periapicais. *J Bras Endo/Perio*. 2002; 3(10): 222-8.
21. Sari S, Sönmez D. Internal Resorption Treated with Mineral Trioxide Aggregate in a Primary Molar Tooth: 18-Month Follow-Up. *JOE*. 2006; 32(1): 69-71.
22. Aggarwal V, Singla M. Management of inflammatory root resorption using MTA obturation - a four year follow up. *Br Dent J*. 2010; 208(7): 287-9.
23. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod*. 2010; 36(3): 400-13.
24. Zoletti GO, Araújo MCP, Gusman H. Utilização do MTA como obturador de lesão reabsortiva: relato de caso clínico. *JBE*. 2005; 5(21/22): 416-21.
25. Mortman RE. Technologic advances in endodontics. *Dent Clin North Am*. 2011; 55(3): 461-80.
26. Hilton TJ. Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Oper Dent*. 2009; 34(5): 615-25.
27. Briso ALF, Rahal V, Mestreneur SR, Dezan Junior E. Biological response of pulps submitted to different capping materials. *Braz Oral Res*. 2006; 20(3): 219-25.
28. Menezes R, Bramante CL, Garcia RB, Letra A, Carvalho VGG, Carneiro E, et al. Microscopic analysis of dog dental pulp after pulpotomy and pulp protection with mineral trioxide aggregate and white Portland cement. *J Appl Oral Sci*. 2004; 12(2): 104-7.
29. Queiroz AM, Assed S, Leonardo MR, Nelson-Filho P, Silva LAB. MTA and Calcium Hydroxide for pulp capping. *J Appl Oral Sci*. 2005; 13(2): 126-30.
30. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*. 2010; 36(2): 190-202.
31. Faraco Junior IM, Holland R. Histomorphological Response of Dogs' Dental Pulp Capped with White Mineral Trioxide Aggregate. *Braz Dent J*. 2004; 15(2): 104-8.
32. Assis NMSP, Gomes APM, Visconti Filho RF, Valera MC, Indefonso PRE. Avaliação do selamento de ápices radiculares preparados com ultra-som e brocas e retrobturados com diferentes materiais mediante infiltração marginal por corante. *Rev Odontol UNESP*. 2003; 32(1): 1-8.
33. Zanettini I, Zanettini PR. Uso do agregado de trióxido mineral (MTA) como material retrobturador em cirurgias periapicais. *JBE*. 2005; 5(19): 289-94.

34. Bernabé PFE, Holland R, Morandi R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, et al. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs' teeth. *Braz Dent J.* 2005; 16(2): 149-55.
35. Moraes FG, Duarte MAH, Moraes IG. Influencia do condicionamento dentinário final e do material retrobturador no selamento de obturações retrógradas. *JBE.* 2005; 5(21/22): 476-82.
36. Winik R, Araki AT, Negrão JAA, Bello-Silva MS, Lage-Marques JL. Sealer penetration and marginal permeability after apicoectomy varying retrocavity preparation and retrofilling material. *Braz Dent J.* 2006; 17(4): 323-7.

Endereço para correspondência

Rua Pacífico Pereira, 159. Apartamento 303-B. Edf.
Jardim de Kyoto, Garcia.
Salvador – BA.
CEP: 40.100-170

Recebido em 23/11/2011

Aprovado em 19/07/2012