

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA

Luís Fernando de Souza Matos

**DESCOLORAÇÃO DENTÁRIA APÓS USO DO *MINERAL
TRIOXIDE AGGREGATE (MTA)*: REVISÃO DE LITERATURA**

Belo Horizonte

2014

Luís Fernando de Souza Matos

**DESCOLORAÇÃO DENTÁRIA APÓS USO DO *MINERAL*
TRIOXIDE AGGREGATE (MTA): REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de especialização em Endodontia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Endodontia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Ilma de Souza Gruppioni
Côrtes

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana Vilela Bastos

Belo Horizonte

2014

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a Deus, pela existência tão rica em aprendizado, e à Nossa Senhora do Rosário, por sempre me conduzir e me cobrir com o seu manto sagrado.

Agradeço à minha melhor professora, minha MÃE. Não existem adjetivos suficientes para a senhora. Obrigado por sempre me ajudar, acreditar, confiar e por suportar minha ausência nesses dois anos.

Ao meu PAI, por me ensinar o valor da honestidade, por ser meu porto seguro, exemplo de determinação e amor.

Aos meus irmãos, Del e Kiko, por estarem sempre ao meu lado. Vocês são a melhor parte de mim.

Ao meus queridos afilhados Maria Alice, João Guilherme, Victor, Tetê, Bruninho e Maysa.

Aos meus amados sobrinhos, Gabriel e Matheus, por me mostrarem o valor de ser recebido sempre com um belo e sincero sorriso.

Aos meus colegas da especialização, em especial Vivi, Hévila e Érica; e à Kel, pelas caronas, pelas confidências profissionais e por se tornar o meu grande exemplo na endodontia.

Aos meus irmãos por opção, Artur, Tahyná, Primo, Laís, Laís Israel, Nathi, Dudu, Tonhão, Theylon, Raru, Camarão, Nátila, Ju Matos e Carla.

À minha amada Hellinha, por ser minha certeza constante, minha preferida.

Às minhas professoras: Katia, pela sabedoria e por conduzir a coordenação do curso impecavelmente; Ju, pelo sorriso e atenção; Sandra, pela paciência e dedicação; e Patrícia, pelo carinho. À minha professora e orientadora Maria Ilma, por acreditar e cuidar de mim como seu filho, sendo uma fonte inesgotável de ensinamentos. Queridas mestras, obrigado por transmitirem diariamente valiosos ensinamentos da minha maior paixão, a endodontia.

Aos meus pacientes, por acreditarem e sonharem comigo.

À UFMG, pela acolhida, boas instalações, funcionários e alunos carismáticos.

"Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser; que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver".

Amyr Klink

RESUMO

A vasta literatura sobre as características dos materiais dentários demonstra que alguns dos materiais utilizados em Endodontia podem causar descoloração e, assim, prejudicar o resultado estético do dente tratado. Uma série de técnicas de terapia conservadora têm sido recomendadas para preservar a vitalidade pulpar em dentes com fratura coronária de esmalte e dentina com exposição pulpar, ou casos indicados de exposição pulpar por cárie. O hidróxido de cálcio tem sido o material de capeamento pulpar mais utilizado, mas, recentemente o *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) tem sido também recomendado. O objetivo desta revisão foi avaliar as alterações cromáticas produzidas pelo MTA nos tecidos dentários, além do seu potencial de descoloração após os procedimentos endodônticos, em casos de perfuração radicular ou de furca e apexificação. Os achados mostraram que para reduzir o risco de descoloração dos dentes induzida pelo MTA, esse deve ser aplicado cuidadosamente nas áreas de interesse estético. Entretanto existe a necessidade de novas pesquisas neste campo. Outros estudos são necessários, com desenhos rigorosos e padrões de avaliação rígidos para se comprovar a associação entre uso de MTA e a descoloração dentária. Faltam ensaios clínicos randomizados e controlados para confirmar a evidência científica dessa afirmação. Além disto, é necessário o desenvolvimento de materiais endodônticos com propriedades similares ao MTA, e que, no entanto, não causem manchamento.

ABSTRACT

The characteristics of dental materials demonstrate that some of the materials used in endodontics can cause discoloration and thus impair the aesthetic outcome of the treated tooth. A number of conservative therapy techniques have been recommended to preserve pulp vitality in teeth with complicated crown fractures of enamel and dentin with pulp exposure or indicated cases of pulp exposure by caries. Calcium hydroxide has been the gold standard as a pulp capping material, but recently mineral trioxide aggregate (MTA) has been recommended. The purpose of this review was to evaluate the color changes produced by the MTA in dental tissue, besides its potential for discoloration after endodontic procedures, in cases of root perforation or furcation. The results show that in order to reduce the risk of discoloration of the teeth induced by the MTA, it must be carefully applied in the areas of aesthetic interest. Further studies are needed with rigorous designs and patterns of rigid evaluation to confirm the association between the use of MTA and tooth discoloration. Insufficient randomized controlled trials to confirm the scientific evidence of this statement. Furthermore, it is necessary to develop endodontic materials with similar properties to the MTA, and yet does not cause staining.

LISTA DE ABREVIATURAS

Al_2O_3 – Óxido de alumínio

CaOH – Hidróxido de Cálcio

CP – Cimento Portland

CSC – Cimento de Silicato de Cálcio

DBA – Dentin Base Agent

DE – Constante de alteração de cor

FeO – Óxido de Ferro

GMTA – Grey Mineral Trioxide Aggregate

MgO – Óxido de Magnésio

MTA – Mineral Trioxide Aggregate

OB – Óxido de Bismuto

WMTA – White Mineral Trioxide Aggregate

ZnOE – Óxido de Zinco e Eugenol

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
3 DISCUSSÃO	18
4 CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 INTRODUÇÃO

É conhecimento geral que os materiais utilizados em Endodontia podem causar a descoloração e, assim, prejudicar o resultado estético do dente tratado. Entre os dentes que exigem clareamento interno, a maioria passou por tratamento endodôntico, tendo sido essa identificada como a maior causa de descoloração dentária. Dessa forma, a terapia endodôntica não deve se concentrar apenas nos aspectos biológicos e funcionais, mas considerações estéticas também devem ser feitas. Para reduzir o risco de descoloração dentária, todos os materiais devem ser aplicados com cuidado em áreas estéticas (KRSTL *et al.*, 2013).

Nos últimos anos um novo cimento vem sendo utilizado como material de reparação em perfurações do canal radicular e para o tratamento conservador da polpa. O *Mineral Trioxide Agregate* (MTA) foi desenvolvido na década de 1990 por Torabinejad e colaboradores da Universidade de Loma Linda. Desde então, vários estudos *in vitro* demonstraram sua biocompatibilidade (CAMILLERI; PITT FORD, 1996) e sua excelente propriedade de selamento (TORABINEJAD *et al.*, 1995). Estudos clínicos que avaliaram o uso do MTA como um material de capeamento pulpar direto têm mostrado resultados promissores (AEINEHCHI *et al.*, 2003; NAIR *et al.*, 2008; ACCORINTE *et al.*, 2008; FARSI *et al.*, 2006; BOGEN *et al.*, 2008). Outros resultados positivos também foram obtidos quando se utilizou MTA após pulpotomia (FUKS, 2008; NAIK; HEGDE, 2005; WITHERSPOON *et al.*, 2006; AEINEHCHI *et al.*, 2007) e pulpotomia parcial (QUDEIMAT *et al.*, 2007; BARRIESHI-NUSAIR; QUDEIMAT, 2006; MENTE *et al.*, 2010).

O MTA foi desenvolvido e recomendado inicialmente como material retrobturador e, posteriormente, foi utilizado para capeamento pulpar, pulpotomia, apexogese, formação da barreira apical em dentes com ápices abertos, reparação de perfurações de raiz, e como um material de obturação do canal radicular (PARIROKH; TORABINEJAD, 2010). Entretanto, uma das possíveis desvantagens do uso do MTA na terapia da polpa vital de dentes anteriores é o posterior desenvolvimento de descoloração da coroa (KARABUCAK *et al.*, 2005; BELOBROV; PARASHOS, 2011).

A cor de origem do MTA é a cinza (MTA cinza ou GMTA) e esse material apresentava um potencial de descoloração dos dentes. Dessa forma, o MTA branco (WMTA) foi criado com o objetivo de evitar esse problema (GLICKMAN; KOCH,

2000). Asgary *et al.* (2005) mostraram que as principais diferenças no componente químico entre o WMTA e o GMTA são as concentrações de Al_2O_3 , MgO e FeO. Parirokh *et al.* (2005) verificaram que não existiam diferenças significativas nas respostas celulares para os dois tipos de MTA quando utilizados como agente de capeamento pulpar em dentes de cães. Holland *et al.* (2002) também verificaram que o mecanismo de ação dos WMTA e GMTA é similar. No entanto, Matt *et al.* (2004) observaram que o GMTA apresenta microinfiltração significativamente menor que o WMTA, quando usado como barreira apical.

Embora o WMTA tenha sido desenvolvido com a finalidade de controlar a descoloração produzida pelo GMTA, vários estudos relataram a descoloração dos dentes utilizando os dois tipos de MTA (JACOBOVITZ; DE PONTES LIMA, 2009; YILDIRIM; GENÇOGLU, 2009; JACOBOVITZ; DE LIMA, 2008; BOUTSIOUKIS *et al.*, 2008; KARABUCAK *et al.*, 2005; WATTS *et al.*, 2007; NAIK; HEGDE, 2005). Esta limitação do MTA interfere no tratamento das perfurações, capeamento pulpar, pulpotomia, e como barreira apical em áreas esteticamente sensíveis (AKBARI *et al.*, 2012).

O objetivo deste estudo foi resumir o conhecimento existente sobre o MTA, mostrando principalmente as evidências científicas relacionadas a seu potencial de manchamento e/ou descoloração dos dentes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O tratamento da exposição pulpar não é dependente do tipo de material utilizado no seu capeamento, mas está relacionada principalmente à capacidade destes materiais em evitar a infiltração bacteriana (BELOBROV; PARASHOS, 2011). O material de capeamento pulpar eficaz deve ser biocompatível além de fornecer um selamento biológico e evitar infiltração bacteriana (PITT-FORD *et al.*, 1996).

O cimento de hidróxido de cálcio foi o material mais utilizado para a terapia da polpa vital desde os anos 1930. No entanto, os estudos mostraram que barreira de tecido mineralizado formada quando esse cimento é utilizado é porosa, com múltiplos defeitos. Além disto, o próprio material pode resultar em uma resposta inflamatória crônica (COX *et al.*, 1996; COX; HAFEZ, 2001; NAIR *et al.*, 2008). Assim, outros materiais têm sido desenvolvidos e têm se mostrado biologicamente compatíveis nas exposições pulpares, permitindo um ambiente propício para a formação da ponte de dentina (COX *et al.*, 1987).

O MTA tem mostrado prevenir a infiltração bacteriana, além de apresentar elevada biocompatibilidade (TORABINEJAD *et al.*, 1994; TORABINEJAD; PARIROKH, 2010). Com base em estudos em humanos e animais, o MTA é considerado um material adequado para capeamento pulpar (BOGEN; KIM, 2008; AEINEHCHI *et al.*, 2003; RAMACHANDRAN *et al.*, 2008; ACCORINTE *et al.*, 2009; PITT-FORD *et al.*, 1996) e tem sido recomendado para uso no tratamento das fraturas complicadas da coroa (PITT-FORD *et al.*, 2007). Entretanto uma das possíveis desvantagens do uso do MTA cinza na terapia da polpa vital de dentes anteriores é o desenvolvimento posterior de descoloração da coroa (KARABUCAK *et al.*, 2005).

A maioria dos estudos sobre este material têm avaliado o desempenho de vedamento (TORABINEJAD *et al.*, 1994; NAKATA *et al.*, 1998; WU *et al.*, 1998), a resposta do tecido (TORABINEJAD *et al.*, 1995; TORABINEJAD *et al.*, 1997), a mutagenicidade (HOLLAND *et al.*, 1999), a citotoxicidade (TORABINEJAD *et al.*, 1995; OSORIO *et al.*, 1998) e as características físicas (TORABINEJAD *et al.*, 1995; FARACO JR; HOLLAND, 2001)

Estudos *in vitro* demonstraram o MTA como sendo biocompatível (CAMILLERI; PITT-FORD, 2006) e tendo boas propriedades de vedamento

(TORABINEJAD *et al.*, 1995). Estudos clínicos iniciais, que avaliaram o uso do MTA como um material de capeamento pulpar direto, têm mostrado resultados promissores (AEINEHCHI *et al.*, 2003; NAIR *et al.*, 2008; ACCORINTE *et al.*, 2008; FARSI *et al.*, 2006; BOGEN *et al.*, 2008). Resultados positivos também foram obtidos quando se utilizou MTA após pulpotomia (FUKS, 2008; NAIK, 2005; WITHERSPOON *et al.*, 2006; AEINEHCHI *et al.*, 2007) e pulpotomia parcial (QUDEIMAT *et al.*, 2007; BARRIESHI; QUDEIMAT, 2006). No entanto, esses estudos apresentam como desvantagem o número reduzido de casos e os períodos de observação curtos. A literatura atual não destaca estudos clínicos que avaliem o sucesso do capeamento direto com MTA à longo prazo (> 1 ano) comparado com o hidróxido de cálcio (MENTE *et al.*, 2010).

Akbari *et al.* (2012) realizaram um estudo para determinar o efeito do agente de dentina (DBA) na prevenção da descoloração dos dentes produzido pelo MTA. Cinquenta dentes tratados endodonticamente tiveram 3 mm de material obturador removido e foram, então, divididos em 5 grupos com diferentes protocolos de tratamento: MTA branco; MTA cinza; MTA branco + DBA; MTA cinza + DBA e o grupo controle. Todos os dentes foram restaurados e a medição de cor foi registrada para cada amostra tanto no *baseline* quanto na preservação, após 6 meses. Os resultados mostraram que a descoloração média do dente nos grupos que foram tratados somente com MTA branco e MTA cinza foi significativamente maior que MTA branco + DBA e MTA cinza + DBA, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas nas médias de descoloração entre os grupos que receberam DBA e o grupo controle. Os autores concluíram que a aplicação de DBA antes do MTA pode evitar a descoloração dos dentes.

Belobrov e Parashos (2011), em um relato de caso, trataram uma fratura complicada da coroa do incisivo central superior direito. Para tanto, realizaram pulpotomia parcial, utilizando o MTA branco. Dezesete meses mais tarde, o MTA foi removido, devido à descoloração dos dentes, e um clareamento endógeno foi realizado. Uma mudança significativa de cor foi observada na coroa do dente, que foi, adicionalmente, melhorada com o clareamento endógeno. O dente permaneceu vital e a ponte de dentina foi confirmada clínica e radiograficamente. Os autores concluíram através da observação clínica, que a utilização do MTA branco para a terapia da polpa vital em região estética pode ser considerado, uma vez que a

descoloração pode ser controlada através dos procedimentos clínicos relatados e a estética melhorada posteriormente.

Estudo realizado por Camilleri (2014) investigou a estabilidade de cor do MTA branco em contato com diversas soluções utilizadas em endodontia. A mudança de cor do branco MTA foi avaliada através de fotografias digitais e do espectrofotômetro, após imersão em água, hipoclorito de sódio ou peróxido de hidrogênio. Os resultados mostraram que a imersão do MTA branco no hipoclorito de sódio resultou na formação de uma coloração marrom escuro. Os autores concluíram que o contato do MTA branco ou outros materiais contendo bismuto com a solução de hipoclorito de sódio deve ser evitado.

Felman e Parashos (2013) avaliaram e quantificaram a descoloração coronária de dentes *ex vivo* tratados com MTA branco e a influência das células vermelhas do sangue nesta descoloração. Os canais foram preparados e preenchidos com MTA branco + solução salina (n=18), MTA branco + sangue (n = 18) ou controles (n = 4 + 4) (sangue ou apenas com solução salina). A cor foi avaliada de acordo com a escala CIE, utilizando fotografias digitais padronizadas em 3 momentos: início do experimento, primeiro dia e trigésimo quinto dia. A análise estatística foi realizada por meio de análise de variância e teste t para amostras repetidas (p <0,05). Todos os dentes restaurados com WMTA tiveram mudança de cor, sendo mais acentuada no terço cervical da coroa. A presença de sangue no canal exacerbou a descoloração (p = 0,03). Os autores concluíram que o MTA branco pôde induzir a descoloração dos dentes e que esse efeito foi agravado na presença de sangue.

Ioannidis *et al.*, (2013a) avaliaram alterações cromáticas em coroas dentárias induzidas pelo MTA cinza e pelo MTA branco. Quarenta e cinco terceiros molares inferiores foram seccionados 1 mm abaixo sua junção cimento-esmalte e foram divididos aleatoriamente em três grupos: Grupo 1-MTA branco; Grupo 2 - MTA cinza e o Grupo 3 - controle negativo. Durante o período experimental, as amostras foram imersas em frascos contendo água destilada (37 ± 1 ° C). Os resultados mostraram que ambos os tipos de MTA induziram mudanças significativas na cor dos dentes, sendo que a mudança de cor foi maior com o MTA cinza. O MTA cinza levou a descoloração da coroa clinicamente perceptível após 1 mês, enquanto o total de mudança de cor causada pelo MTA branco excedeu o limiar perceptível ao olho

humano após 3 meses. Os autores concluíram que a aplicação de MTA cinza em regiões estéticas deve ser evitada, enquanto MTA branco deve também ser usado com cautela.

Em outro estudo de Ioannidis *et al.* (2013b) foram observadas as alterações cromáticas em coroas dentárias humanas, induzidas por um cimento a base de agregado trióxido mineral (MTA Fillapex®) e um cimento a base de ZnOE comumente usado (Roth-811). Quarenta e cinco dentes terceiros molares inferiores foram seccionados 1 mm abaixo da junção cimento-esmalte. As câmaras pulpares foram debridadas quimicamente através do acesso cervical. Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: Grupo 1 – MTA Fillapex; Grupo 2 – Roth 811; Grupo 3 – controle negativo (sem preenchimento). A hipótese nula testada foi a de que a aplicação dos materiais não induziu descoloração clinicamente perceptível. A avaliação da cor foi realizada por meio do registro das linhas espectrais, utilizando-se um espectrofotômetro UV-VIS. Após a inserção dos materiais, as amostras foram avaliadas no início do experimento, após uma semana, após 1 mês e após 3 meses. Os dados foram transformados em valores CIE L* a* b* e os valores correspondentes ΔE foram calculados. Os resultados mostraram um aumento estatisticamente significativo nos parâmetros cromáticos a* b* do grupo MTA Fillapex durante todos os períodos de observação. Os valores da resultante ΔE ultrapassaram o limiar de perceptibilidade do olho humano após uma semana ($\Delta E_t = 5,65$). Os autores concluíram que a aplicação do MTA Fillapex em coroas dentárias resultou em alterações de cor mínimas, enquanto o Roth-811 induziu descoloração grave.

Estudo realizado por Jang *et al.* (2013) avaliou a descoloração dos dentes após o uso do MTA e o efeito do clareamento interno. Trinta e dois dentes foram submetidos ao tratamento endodôntico. Plugues de três milímetros de MTA (ProRoot, Angelus, ou Endocem) foram colocados nas cavidades de acesso de 24 dentes. Oito dentes serviram como grupo controle. Após 24 horas, as cavidades foram restauradas e a cor do dente foi registrada no início do experimento e após 1, 2, 4, 8 e 12 semanas. Após 12 semanas os materiais foram removidos e um tratamento de clareamento endógeno foi realizado. Após 1 semana as mudanças de cor foram registradas e as interfaces MTA-dentina foram observadas sob um microscópio. Os resultados mostraram que os grupos ProRoot e Angelus

aumentaram a descoloração durante um período de 12 semanas. No grupo Endocem nenhuma descoloração significativa ($p < 0,05$) foi observada. A remoção do MTA foi eficaz para resolver a descoloração em todos os grupos experimentais ($p < 0,05$). No entanto, a realização de clareamento interno subsequente ao tratamento não apresentou eficácia quando comparada com a remoção do MTA.

Krastl (2012) realizou uma ampla revisão da literatura avaliando a descoloração dentária induzida por diversos materiais endodônticos. Foi realizada uma busca nas bases do PubMed e Cochrane dos artigos publicados no período compreendido entre 1966 e 2011. Os autores concluíram que praticamente todos os materiais utilizados em endodontia podem manchar os dentes. Portanto, para reduzir o risco de descoloração dentária, eles devem ser aplicados com cuidado em áreas de preocupação estética. Além disso, o autor salienta que, para uma vasta gama de materiais disponíveis atualmente no mercado, pouca ou nenhuma evidência disponível sobre a capacidade de descoloração foi encontrada, demonstrando a necessidade de realização de novos estudos.

Lenherr *et al.*, 2012 realizaram um estudo laboratorial com o objetivo de investigar o potencial de descoloração dos materiais odontológicos. Duzentos e dez blocos cubóides (10 x 10 x 3.5 mm) de dentes bovinos foram preparados e cavidades padronizadas foram preparadas nas paredes da câmara pulpar deixando 2 mm de esmalte e dentina na parede vestibular da coroa. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 14 grupos ($n=15$). Os materiais obturadores foram colocados nas cavidades da seguinte forma: Grupo A: vazio, grupo B: sangue, grupo C: hidróxido de cálcio, grupo D: ApexCal, grupo E: Ultracal XS, grupo F: Ledermix, grupo G: pasta de antibiótico triplo (3mix), grupo H: MTA cinza (GMTA), grupo I: GMTA + sangue, grupo J: MTA branco (WMTA), grupo K: WMTA + sangue, grupo L: Cimento Portland (CP), grupo M: PC + sangue e grupo N: AH Plus. As cavidades foram seladas com compósito e armazenadas em água. A medição padronizada da cor foi realizada nos seguintes intervalos: antes (T0) e após a colocação do enchimento (T1), após uma semana (T2), um mês (T3), 3 meses (T4), 6 meses (T5) e 1 ano (T6). Os valores de alteração de cor (DE) foram calculados. Os resultados detectaram diferenças significativas entre os grupos experimentais após 12 meses ($p < 0,0001$). Os valores mais baixos de mudança de cor foram observados nos grupos N (AH Plus, $3,2 \pm 1,5$), A (vazios, de $3,8 \pm 1,4$), L (CP, de $4,1 \pm 1,7$), C

(hidróxido de cálcio, $4,7 \pm 1,5$), E (Ultracal XS , $5,1 \pm 1,9$) e J (WMTA , $7,9 \pm 6,7$). A maior descoloração encontrada foi nos grupos G (3mix, $66,2 \pm 9,9$) e F (Ledermix, $46,2 \pm 11,6$). O CP mostrou a melhor estabilidade de cor entre os materiais. No entanto, quando contaminados com sangue (grupo M), um valor significativamente maior ($13,6 \pm 4,2$) foi encontrado ($p = 0,032$). Os autores concluíram que os materiais empregados em endodontia podem manchar dentes e, portanto, a escolha do material não deve depender unicamente de critérios biológicos e funcionais, considerações estéticas também devem ser levadas em conta.

Marciano *et al.* (2013) avaliaram o aumento da radiopacidade fornecida pelo óxido de bismuto relacionada com a alteração da cor dos cimentos à base de silicato de cálcio. O cimento de silicato de cálcio (CSC) foi misturada com 0%, 15%, 20%, 30% e 50% de óxido de bismuto (OB). O grupo controle foi o MTA. O teste de radiopacidade foi realizado de acordo com a ISO 6876/2001. As avaliações foram realizada após 24 horas, 7 e 30 dias usando um espectrofotômetro para obter os valores AE, Aa , Δb e AL. Os cimentos em que óxido de bismuto foi adicionado mostraram radiopacidade correspondente às recomendações ISO (>3 milímetros equivalente de Al). O grupo MTA foi estatisticamente semelhante ao o grupo CSC/30% OB ($p > 0,05$). Em relação à cor, o aumento do óxido de bismuto resultou em um decréscimo no valor de AE do cimento de silicato de cálcio. O grupo CSC apresentou valores AE estatisticamente superiores ao grupo CSC /50% OB ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o aumento da radiopacidade por óxido de bismuto não tem relação com a alteração da cor dos cimentos à base de silicato de cálcio.

Vallés *et al.* (2013) avaliaram a estabilidade de cor do MTA branco (WMTA) após a irradiação com três diferentes fotopolimerizadores e com uma lâmpada fluorescente em um ambiente livre de oxigênio. Trinta amostras de WMTA foram divididas em quatro grupos experimentais (três fotopolimerizadores e uma lâmpada fluorescente) e um grupo controle negativo. As amostras dos grupos de fotopolimerizadores foram imersas em glicerina e foram irradiadas por 20, 60 e 120 segundos. As amostras do grupo de lâmpadas fluorescentes foram imersas em glicerina e armazenadas em uma prateleira sob uma lâmpada fluorescente. As amostras do grupo controle negativo foram irradiadas com fotopolimerizador sem imersão em glicerina. Um espectrofotômetro foi usado para determinar a cor de cada amostra antes e depois de cada exposição à luz e depois de 5 dias. Os resultados

mostraram que todos os grupos apresentaram descoloração, exceto o grupo controle negativo. Aos 20, 60, e 120 segundos, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos Optilux e Bluephase. O grupo que apresentou o menor grau de descoloração ($P < 0.0001$) foi o grupo experimental do fotopolimerizador Demi. Nenhuma diferença foi observada entre a lâmpada fluorescente e o grupo controle negativo. Após 5 dias, o grupo de lâmpada fluorescente também mostrou escurecimento da superfície da amostra e não foram encontradas diferenças significativas entre este grupo e os outros três grupos experimentais ($p > 0,05$).

Checar este espaço

3 DISCUSSÃO

A cor de origem do MTA (MTA cinza ou GMTA) é o cinza e esse apresentou um potencial de descoloração dos dentes. Dessa forma, o MTA branco (WMTA) foi criado com o objetivo de evitar esse problema. Asgary *et al.* (2005) mostraram que as principais diferenças no componente químico entre WMTA e GMTA são as concentrações de Al₂O₃, MgO e FeO. Parirokh *et al.*, 2005 observaram que não havia diferenças significativas na biocompatibilidade para os dois tipos de MTA, quando usados como um agente de capeamento pulpar em dentes de cães (HOLLAND *et al.*, 2002). Além disso, os autores verificaram a semelhança no mecanismo de ação do WMTA e do GMTA. No entanto, Matt *et al.*, 2004 descobriram que GMTA apresenta infiltração significativamente menor que o WMTA quando usado como barreira apical (AKBARI *et al.*, 2012). Alguns estudos também têm relatado descoloração após a colocação do MTA, mas não especificando qual foi o tipo utilizado (BARNETT *et al.*, 1989; BELOBROV *et al.*, 2011).

A descoloração associada com o WMTA foi descrita inicialmente em estudos *in vitro* e *ex vivo* (CARVALHO *et al.*, 2003; DOUGLAS *et al.*, 1997). Relatos de casos subsequentes também mostraram a descoloração coronária dos dentes tratados com WMTA (DUGAS *et al.*, 2002; GANDOLFI *et al.*, 2011), embora se comprovasse que essa descoloração se mostre reversível ao se realizar a técnica de clareamento endógeno (GANDOLFI *et al.*, 2011). Até o momento, não existem estudos que quantifiquem a descoloração gerada pelo WMTA. Embora o material possa causar a descoloração por si só, outro mecanismo possível para essa descoloração seria a interação entre as células vermelhas do sangue no interior da polpa vital adjacente e o WMTA. Os glóbulos vermelhos são agentes conhecidos de descoloração dentária (GANDOLFI *et al.*, 2010; GOMES *et al.*, 2012).

É bem documentado que WMTA tem propriedades comparáveis ao GMTA em termos de biocompatibilidade, vedamento e eficácia clínica (FERRIS & BAUMGARTNER, 2004, PARIROKH *et al.*, 2005, CAMILLERI *et al.*, 2005). No entanto, as propriedades estéticas favoráveis do WMTA foram contestadas. Vários estudos clínicos mostraram descoloração dentária quando o WMTA foi aplicado em pulpotomia, ou como barreira apical biológica em casos de regeneração celular (NAIK; HEGDE, 2005; MAROTO *et al.*, 2005; PERCINOTO *et al.*, 2006; JACOBOVITZ; DE PONTES LIMA, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2009, KVINNSLAND *et al.*, 2010, BELOBROV; PARASHOS, 2011). Além disso, a descoloração foi observada em dois estudos laboratoriais (WATTS *et al.*, 2007, BOUTSIUKIS *et al.*, 2008). Um recente estudo laboratorial investigou o WMTA e o GMTA utilizando espectrofotometria e confirmou os referidos achados clínicos, sugerindo que ambas as formulações podem induzir à descoloração da coroa, sendo clinicamente perceptível *in vitro* (AKBARI *et al.*, 2012).

A espectrofotometria é considerada a metodologia padrão ouro no campo da ciência da cor e tem sido utilizada com sucesso em Odontologia (SPROULL, 1973). A medição da cor é baseada na reflexão total da superfície da coroa no espectro visual. A precisão, reprodutibilidade e confiabilidade deste método quantitativo foram previamente testadas com resultados animadores (DEZ BOSCH; GAIOLAS 1995, KARAMOUZOS *et al.*, 2007; DA SILVA *et al.*, 2008). No entanto, poucos estudos que avaliam a descoloração causada pelo MTA utilizaram a espectrofotometria como método de avaliação. Outros estudos são necessários, com desenhos rigorosos e padrões de avaliação rígidos para se comprovar a associação entre uso de MTA e a descoloração dentária. Faltam ensaios clínicos randomizados e controlados para confirmar a evidência científica dessa afirmação.

4 CONCLUSÃO

De acordo com a literatura avaliada, apesar das conhecidas vantagens do MTA, ele parece causar o manchamento ou descoloração dos dentes. Portanto, sua utilização deve levar em consideração, além dos fatores biológicos, também os estéticos. Assim, para reduzir o risco de descoloração dentária o MTA deve ser aplicado com cuidado nas regiões dentárias que sejam motivo de preocupação estética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCORINTE, M. L. et al. Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. **J Endod**, v. 34, p. 1–6, 2008.
- ACCORINTE, M. L. et al. Evaluation of two mineral trioxide aggregate compounds as pulp-capping agents in human teeth. **Int Endod J**, v. 42, p. 122–8, 2009.
- AEINEHCHI, M. et al. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. **Int Endod J**, v. 40, p. 261-7, 2007.
- AEINEHCHI, M. et al. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. **Int Endod J**, v. 36, p. 225–31, 2003.
- AKBARI, M. et al. Effect of dentin bonding agent on the prevention of tooth discoloration produced by mineral trioxide aggregate. **Int J Dent**, v. 56, p. 320-3, 2012.
- ASGARY, S. et al. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. **J Endod**, v. 31, p. 101–3, 2005.
- BARNETT, F. et al. In vivo sealing ability of calcium hydroxide-containing root canal sealers. **Endod Dent Traumatol**, v. 5, p. 2-6, 1989.
- 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**, v. 32, p. 731–5, 2006.
- BELOBROV, I.; PARASHOS, P. Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. **J Endod**, v. 37, p. 1017–20, 2011.
- BOGEN, G.; KIM, J. S.; BAKLAND, L. K. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. **J Am Dent Assoc**, v. 139, p. 305–15, 2008.
- BOUSIOUKIS, C.; NOULA, G.; LAMBRIANIDIS, T. Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material. **J Endod**, v. 34, p. 1239–1242, 2008.
- CAMILLERI, J. et al. The constitution of mineral trioxide aggregate. **Dent Mater**, v. 21, p. 297–303, 2005.
- CAMILLERI, J. et al. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. **Int Endod J**, v. 37, p. 699–704, 2004.
- CAMILLERI, J.; PITT FORD, T. R. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and Biological properties of the material. **Int Endod J**, v. 39, p. 747–54, 2006.

- CARVALHO-JÚNIOR, J. R. et al. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. **Braz Dent J**, v. 14, p. 114-8, 2003.
- COX, C. F.; HAFEZ, A. A. Biocomposition and reaction of pulp tissues to restorative treatments. **Dent Clin North Am**, v. 45, p. 31–48, 2001.
- COX, C. F. et al. Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. **J Prosthet Dent**, v. 57, p. 1–8, 1987.
- COX, C.F. et al. Biocompatibility of various dental materials: pulp healing with a surface seal. **Int J Periodont Rest**, v. 16, p. 240–51, 1996.
- DA SILVA, J. D. et al. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. **J Prosthet Dent**, v. 99, p. 361–8, 2008.
- DOUGLAS, R. D. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. **J Prosthet Dent**, v. 77, p. 464-70, 1997.
- DUGAS, N. N. et al. Quality of life and satisfaction outcomes of endodontic treatment. **J Endod**, v. 28, p. 819-27, 2002.
- FARACO JR, I. M.; HOLLAND, R. Response of pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. **Dent Traumatol**, v. 17, p.163-6, 2001.
- FARSI, N. et al. Clinical assessment of mineral trioxide aggregate (MTA) as direct pulp capping in young permanent teeth. **J Clin Pediatr Dent**, v. 31, p. 72–6, 2006.
- FELMAN, D.; PARASHOS, P. Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate. **J Endod**, v. 39, p. 484–7, 2013.
- FERRIS, D. M.; BAUMGARTNER, J. C. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. **J Endod**, v. 30, p. 422–4, 2004.
- FUKS, A. B. Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: new directions and treatment perspectives. **J Endod**, v. 34, p. 18–24, 2008.
- GANDOLFI, M. G. et al. New tetrasilicate cements as retrograde filling material: an in vitro study on fluid penetration. **J Endod**, v. 33, p. 742–5, 2007.
- 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**, v. 12, p. 3–8, 2001.
- HOLLAND, R. et al. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. **J Endod**, v. 25, p. 728-30, 1999.
- IOANNIDIS, K. et al. Spectrophotometric analysis of coronal discoloration induced by grey and white MTA. **Int Endod J**, v. 46, p. 137–44, 2013.

IOANNIDIS, K. et al. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by MTA- and ZnOE- based sealers. **J Appl Oral Sci**, v. 21, p. 138–44, 2013.

JACOBOVITZ, M.; DE LIMA, R. K. Treatment of inflammatory internal root resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. **Int Endod J**, v. 41, p. 905–12, 2008.

JACOBOVITZ, M.; DE PONTES LIMA, R. K. The use of calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate on apexification of a replanted tooth: a case report. **Dent Traumatol**, v. 25, p. 32–6, 2009.

KARABUCAK, B. et al. Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. **Dent Traumatol**, v. 21, p. 240–3, 2005.

KARAMOUZOS, A. et al. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. **J Oral Rehabil**, v. 34, p. 613–21, 2007.

KRASTL, G. et al. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. **Dent Traumatol**, v. 29, p. 2–7, 2013.

KVINNSLAND, S. R.; BARDESEN, A.; FRISTAD, I. Apexogenesis after initial root canal treatment of an immature maxillary incisor- a case report. **Int Endod J**, v. 43, p. 76–83, 2010.

LENHERR, P. et al. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. **Int Endod J**, v. 45, p. 942–9, 2012.

MARCIANO, M. A. et al. Analysis of the color alteration and radiopacity promoted by bismuth oxide in calcium silicate cement. **Braz Oral Res**, v. 27, p. 318–23, 2013.

MAROTO, M. et al. Dentin bridge formation after mineral trioxide aggregate (MTA) pulpotomies in primary teeth. **Am J Dent**, v. 18, p. 151–4, 2005.

MATT, G. D. et al. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. **J Endod**, v. 30, p. 876–9, 2004.

MENTE, J. et al. Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: an analysis of the clinical treatment outcome. **J Endod**, v. 36, p. 806–13, 2010.

NAIK, S.; HEGDE, A. H. Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: an in vivo study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**, v. 23, p. 13–16, 2005.

NAIR, P. N. et al. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. **Int Endod J**, v. 41, p. 128–50, 2008.

NAKATA, T. T.; BAE, K. C.; BAUMGARTHER, J. C. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. **J Endod**, v. 24, p. 184–6, 1998.

OSORIO, R. M. et al. Cytotoxicity of endodontic materials. **J Endod**, v. 24, p. 91–6, 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**, v. 21, p. 150–4, 2005.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review — part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. **J Endod**, v. 36, p. 400–13, 2010.

PERCINOTO, C.; DE CASTRO, A. M.; PINTO, L. M. Clinical and radiographic evaluation of pulpotomies employing calcium hydroxide and trioxide mineral aggregate. **Gen Dent**, v. 54, p. 258–61, 2006.

PITT-FORD, T. et al. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. **J Am Dent Assoc**, v. 127, p. 1491, 1996.

QUDEIMAT, M. A.; BARRIESHI-NUSAIR, K. M.; OWAIS, A. I. Calcium hydroxide vs mineral trioxide aggregates for partial pulpotomy of permanent molars with deep caries. **Eur Arch Paediatr Dent**, v. 8, p. 99–104, 2007.

NAIR, P. N. et al. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. **Int Endod J**, v. 41, p. 128–50, 2008.

REYNOLDS, K.; JOHNSON, J. D.; COHENCA, N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspid using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration: a case report. **Int Endod J**, v. 42; p. 84–92, 2009.

SPROULL, R. C. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. **J Prosthet Dent**, v. 29, p. 556–66, 1973.

TORABINEJAD, M. et al. Dye leakage of four root end filling materials: Effects of blood contamination. **J Endod**, v. 20, p. 159-63, 1994.

TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **J Endod**, v. 21, p. 349–53, 1995.

TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review — part II: leakage and biocompatibility investigations. **J Endod**, v. 36, p. 190–202, 2010.

TORABINEJAD, M. et al. Histological assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. **J Endod**, v. 23, p. 225-8, 1997.

VALLÉS, M. et al. Color stability of white mineral trioxide aggregate. **Clin Oral Investig**, v. 17, p. 1155-9, 2013.

WATTS, J. D. et al. Effects of pH and mixing agents on the temporal setting of tooth-colored and gray mineral trioxide aggregate. **J Endod**, v. 33, p. 970–3, 2007.

WITHERSPOON, D. E.; SMALL, J. C.; HARRIS, G. Z. Mineral trioxide aggregate pulpotomies: a case series outcomes assessment. **J Am Dent Assoc**, v. 137, p. 610–8, 2006.

WU, M. K.; KONTAKIOTIS, E. G.; WESSELINK, P. R. Long-term seal provided by some root-end filling materials. **J Endod**, v. 24, p. 557-60, 1998.

YILDIRIM, T.; GENCOGLU, N. Use of mineral trioxide aggregate in the treatment of horizontal root fractures with a 5-year follow-up: report of a case. **J Endod**, v. 35; p. 292-5, 2009.