

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 15/03/2020.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Rafaela Nanami Handa Inada

**Análise da alteração de cor promovida por materiais reparadores e cimentos
endodônticos à base de silicato de cálcio com diferentes radiopacificadores**

Araraquara

2018



UNESP - Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araraquara



Rafaela Nanami Handa Inada

**Análise da alteração de cor promovida por materiais reparadores e cimentos
endodônticos à base de silicato de cálcio com diferentes radiopacificadores**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em nome do Programa de Odontologia, na Área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr Mário Tanomaru Filho

Araraquara

2018

Inada, Rafaela Nanami Handa

Análise da alteração de cor promovida por materiais reparadores e cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio com diferentes radiopacificadores / Rafaela Nanami Handa Inada. – Araraquara: [s.n.], 2018

81 f.; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

1. Espectrofotometria 2.Cimento de silicato 3.Cor I. Título

Rafaela Nanami Handa Inada

**Análise da alteração de cor promovida por materiais reparadores e cimentos
endodônticos à base de silicato de cálcio com diferentes radiopacificadores**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre.

Comissão julgadora

Presidente e orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

2º Examinador: Prof. Dr. José Mauricio dos Santos Nunes Reis

3º Examinador: Prof.^a Dr.^a Marina Angélica Marciano da Silva

Araraquara, 15 de março de 2018.

DADOS CURRICULARES

Rafaela Nanami Handa Inada

Nascimento:	20 de novembro de 1991 - Araraquara – SP
Filiação:	Renato Hideo Inada Tereza keiko Handa Inada
2011-2016	Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP
2014	Curso de Extensão “Estética do Sorriso” pela Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas- regional de Araraquara- APCD Curso de Extensão em Cirurgia Oral Menor pela Associação Brasileira de Odontologia- regional de Araraquara- ABO
2015	
2016-2018	Especialização em Endodontia pela Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia – FAEPO
2016-2018	Mestrado em Odontologia, área de Endodontia, pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

Dedico à realização desse trabalho,

Aos meus pais, Renato e Tereza, sem eles ao meu lado nada seria possível, por todo amor e carinho que me proporcionaram, por todos os esforços que tiveram para dar a melhor educação a mim e meu irmão e por sempre me incentivar a buscar o meu melhor. Tudo que sou hoje, tudo que eu conquistei se deve aos meus amados pais. Não existem palavras ou gestos que demonstrem a minha gratidão, amor e admiração que tenho por vocês.

Ao meu irmão, Renato, que me incentivou a alcançar meus objetivos e superar dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, sem Ele nada disso seria possível. É Ele que me guia e me fortalece a cada dia para superar todos os obstáculos e dificuldades.

Aos meus pais, **Renato e Tereza**, sem o apoio de vocês nada disso seria possível. Agradeço eternamente todo amor, suporte, carinho que vocês me proporcionaram. Tenho muito orgulho de ser filha de vocês e sempre os amarei.

Ao meu irmão **Renato** que sempre esteve ao meu lado me apoiando em minhas decisões e me incentivando.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho**, que me deu um voto de confiança e me acolheu como orientanda. Obrigada pela compreensão e paciência durante esses anos de mestrado, pelos conhecimentos que adquiri com essa experiência, por participar no meu processo de formação acadêmica e me proporcionar oportunidades que contribuíram e contribuirão para minha formação acadêmica e profissional. Sei que ainda são necessários alguns aprendizados e estou sempre disposta a aprender. Obrigada por me ajudar a seguir o caminho certo e acreditar no meu potencial. É uma grande honra fazer parte dessa equipe e poder aprender cada dia mais.

À minha amiga, **Raquel Viapiana**, que me ajudou imensamente para realização desse trabalho, sempre esteve à disposição para qualquer dúvida ou problema que eu tinha. Sua ajuda foi primordial para o meu aprendizado tanto acadêmico quanto profissional. Obrigada por toda a ajuda, paciência e conhecimento que você me proporcionou.

Aos professores **José Mauricio Santos Nunes Reis, Gisele Faria, Marina Angélica Marciano da Silva** pela contribuição neste trabalho como banca de qualificação e/ou defesa.

Aos professores **Fábio Berbert, Juliane Maria Guerreiro Tanomaru, Idomeo Bonetti Filho e Renato Leonardo** por todo o conhecimento compartilhado.

Ao meu amigo **Cristian**, obrigada pela parceria, pelos conselhos, conhecimentos e por ter tornado esses dois anos muito mais divertidos. Sentirei saudades.

A minha amiga **Patrícia**, que com seu jeito única de ser me proporcionaram momentos divertidíssimos ao seu lado.

Aos meus amigos do mestrado **Victor, Marcela, Ariel, Jäder, Cristiane, Hernán, Luciana, Giovana, Lucas e Matheus** que iniciaram esta jornada comigo e me ensinaram

muito o valor da amizade e companheirismo. Obrigada pessoal por todos os momentos que tivermos juntos.

As minhas amigas do doutorado **Lívia, Mariana, Camila, Fernanda, Laurie, Kênia, Gabriela e Giselle**, que sempre estiveram dispostas a ajudar e compartilhar seus conhecimentos.

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP** representada por sua diretora, **Prof^a. Dr^a. Elaine Maria Sgavioli Massucato** e vice-diretor **Prof. Dr. Edson Alves de Campos**.

Aos funcionários da faculdade por serem sempre tão prestativos, em especial ao **Marinho, Vanderlei, Isabel, Creuza, Alexandre, Cristiano e Renan**.

A todos os amigos de infância e familiares por fazerem parte da minha vida e dividirem comigo esta conquista.

Um agradecimento especial à **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** protocolo #2016/05890-1 pelo suporte financeiro concedido.

Muito obrigada a todos!

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
volta ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

Inada RNH. Análise da alteração de cor promovida por cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio com diferentes radiopacificadores [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

RESUMO

Materiais reparadores e cimentos endodônticos não devem promover alteração da coloração dental. Este estudo foi dividido em 3 publicações. **Publicação 1** - avaliação da alteração cromática dentária promovida por cimentos de silicato tricálcico (TSC) associado com óxido de bismuto (TC-Bi), óxido de zircônio (TC-Zr), óxido de nióbio (TC-Nb) e Biodentine (BD). **Publicação 2** – comparação dos efeitos cromáticos induzidos por cimentos TSC-Bi e silicato tricálcio com tungstato de cálcio (TSC-TC), MTA Angelus (MTA) e MTA HP Repair (MTAHP). **Publicação 3** – avaliação das alterações cromáticas por cimentos endodônticos, AH Plus (AHP), MTA Fillapex (MTAF), Total Fill BC Sealer (TF) e NeoMTA Plus (NMTAP). Dentes bovinos (n=10) foram seccionados para obtenção de secções vestibulares e palatinos. Na face interna vestibular foram realizadas duas cavidades, uma na porção coronária e outra radicular, que foram preenchidas pelos materiais em estudo e com pasta triantibiótica como controle positivo (CP) e cavidades sem material como controle negativo (CN). A mensuração da alteração cromática (ΔE) e luminosidade (L^*) foram realizadas com espectrofotômetro, antes da inserção dos materiais (T0), imediatamente após a inserção (T1) e após 7 (T7), 15 (T15), 30 (T30), 60 (T60), 120 (T120) e 180 (T180) dias. Os dados foram avaliados por meio de teste de Análise de Variância de medidas repetidas a dois critérios e Post Hoc teste LSD-Fisher, ambos com nível de significância de 5%. **Publicação 1** - na porção coronária TSC e CP apresentaram maior ΔE em T180 comparado a T1 ($p < 0,05$). Apenas TSC-Zr e TSC-Nb apresentaram valores médios de L^* (luminosidade) maiores que CN e CP menores valores ($p < 0,05$). Na porção radicular CN e CP apresentaram maior ΔE em T180 em comparação a T1. TSC-Nb apresentaram valores de L^* maiores que CN e CP valores menores ($p < 0,05$). **Publicação 2** - TSC-Bi e TSC-TC não mostraram ΔE diferentes nos períodos T1 e T180 ($p \geq 0,05$), assim como os valores médios de L^* foram similares ao CN ($p \geq 0,05$), na porção coronária. Na porção radicular além do TSC-Bi e TSC-TC, MTA não teve ΔE diferente em T180 ($p \geq 0,05$), porém foram observados valores médios de L^* menor que CN para MTA e CP. **Publicação 3** - apenas o NMTAP teve um ΔE estatisticamente similar em T180 comparado a T1 em ambas as regiões ($p \geq 0,05$). Na porção coronária somente CP e MTAF apresentaram valores de L^* menores que CN ($p < 0,05$). Na porção radicular somente CP apresentou valores médios L^* menores. ($p < 0,05$). Conclui-se que **Publicação 1** - ao final de 180 dias TSC, TSC-Bi, TSC-Zr, TSC-NB e BD não mostraram alterações cromáticas escuras; **Publicação 2** – MTAHP, TSC-Bi e TSC-TC não promoveram o escurecimento dental após 180 dias, o que ocorre com MTA. **Publicação 3** - AHP, TF e NMTAP não promoveram escurecimento dental. MTAF promoveu escurecimento na porção coronária.

Palavras-chaves: Espectrofotometria. Cimento de silicato. Cor.

Inada RNH. Analysis of the color change promoted by calcium silicate-based endodontic cements with different radiopacifiers [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

ABSTRACT

Repair materials and endodontic sealers should not promote tooth staining. This study was divided into 3 publications. Publication 1 - evaluation of dental discoloration of tricalcium silicate (TSC) cements associated with bismuth oxide (TC-Bi), zirconium oxide (TC-Zr), niobium oxide (TC-Nb) and Biodentine (BD). Publication 2 - comparison of the color effects induced by TSC-Bi cements and tricalcium silicate with calcium tungstate (TSC-TC), MTA Angelus (MTA) and MTA HP Repair (MTAHP). Publication 3 - evaluation of color changes by endodontic cements, AH Plus (AHP), MTA Fillapex (MTAF), Total Fill BC Sealer (TF) and NeoMTA Plus (NMTAP). Bovine teeth were sectioned to obtain vestibular and palatine sections. In the internal vestibular face, two cavities were performed, one in the coronary portion and the other one in the root, which were filled with the materials, and triantibiotic paste as the positive control (CP) and cavities with no filling as the negative control (CN). The measurement of the color change (ΔE) was performed with a spectrophotometer, before insertion of the materials (T0), immediately after insertion (T1) and after 7 (T7), 15 (T15), 30 (T30), 60 (T60), 120 (T120) and 180 (T180) days. The data were evaluated by Variance Analysis of repeated measurements at two criteria and Post Hoc LSD-Fisher test, both with a significance level of 5%. Publication 1 - in the coronary portion TSC and CP presented higher ΔE in T180 compared to T1 ($p < 0,05$). Only TSC-Zr and TSC-Nb presented mean values of L * (luminosity) higher than CN and CP lower values ($p < 0,05$). In the root portion, CN and CP presented higher ΔE in T180 compared to T1. TSC-Nb presented values of L * higher than CN and CP lower values ($p < 0,05$). Publication 2 - TSC-Bi and TSC-TC did not show different ΔE in the periods T1 and T180 ($p \geq 0,05$), as the average values of L * were similar to the CN ($p \geq 0,05$), in the portion coronary artery. In the root portion besides TSC-Bi and TSC-TC, MTA had no different ΔE in T180 ($p \geq 0,05$), but mean values of L * less than CN was observed for MTA and CP. Publication 3 - just NMTAP had a ΔE statistically similar in T180 compared to T1 in both regions ($p \geq 0,05$). In the coronary portion just, CP and MTAF presented lower values of L * than CN ($p < 0,05$). In the root portion only, CP presented lower mean L * values. ($p < 0,05$). We conclude that Publication 1 - at the end of 180 days TSC, TSC-Bi, TSC-Zr, TSC-NB, and BD did not show dark color change. Publication 2 - MTAHP TSC-Bi and TSC-TC did not promote dental discoloration after 180 days, which occurs with MTA. Publication 3 - AHP, TF, and NMTAP did not promote dental discoloration. MTAF promoted dark discoloration in the coronary portion.

Keywords: Spectrophotometry. Silicate cement. Color.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 PROPOSIÇÃO.....	18
3. PUBLICAÇÕES.....	19
3.1 Publicação 1.....	19
3.2 Publicação 2.....	34
3.3 Publicação 3.....	50
4 DISCUSSÃO.....	65
5 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICE A – METODOLOGIA EXPANDIDA.....	77
ANEXO A - CEUA.....	81

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como objetivo principal o restabelecimento da função e da estética dental. A ocorrência de descoloração dentária pode causar um significativo impacto na qualidade de vida³¹. Esta alteração de cor pode ocorrer em função dos materiais utilizados^{13,26}.

O Mineral Trióxido Agregado (MTA) é um cimento de silicato de cálcio, composto por Cimento de Portland e óxido bismuto, desenvolvido pela Universidade de Loma Linda, Califórnia, EUA⁸⁴. O MTA apresenta capacidade seladora, biocompatibilidade e bioatividade^{61,70,71,74,84}, com ampla indicação na terapia endodôntica, incluindo capeamento pulpar, pulpotomia, selamento de perfuração radicular, apicificação e obturação retrógrada⁸⁰. Entretanto, o MTA apresenta algumas desvantagens, como dificuldade de manipulação e inserção^{71,83}, elevado tempo de presa^{70,79} e possibilidade de alteração de cor^{6,9,16,34,51,63}.

Inicialmente o escurecimento dentário produzido pelo MTA foi relacionada à sua coloração cinza escuro, devido à presença de óxido de ferro em sua composição^{9,59,62}. O MTA branco³¹ contendo menores concentrações de óxido de ferro, magnésio e alumínio³ foi desenvolvido visando diminuir esta possibilidade de alteração da coloração dentária. No entanto, a versão branca do cimento MTA também promove o escurecimento^{6,34}.

O potencial de alteração cromática associado ao uso do MTA branco está relacionado com sua composição química, especialmente o agente radiopacificador. Componentes metálicos do MTA como óxido de bismuto (Bi_2O_3), óxido de ferro (FeO), óxido de alumínio (Al_2O_3) e óxido de magnésio (MgO) podem estar relacionados com o escurecimento dentário⁷¹. Novos materiais compostos por silicatos de cálcio e diferentes aditivos e/ou agentes radiopacificadores, são propostos com o objetivo de evitar o escurecimento dental⁶⁶.

Espectrofotometria é um dos métodos mais utilizados para mensuração da alteração de cor dental^{57,62,68}. O método apresenta sensibilidade a pequenas alterações de cor e proporciona dados objetivos⁵⁶. Os dados são avaliados por meio do sistema Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), na qual os parâmetros de luminosidade (L^*), coordenada cromática vermelho/verde (a^*) e amarelo/azul (b^*). O CIE $L^* a^* b^*$ é um arranjo internacional utilizado para padronização de cor, reconhecido pela ISO⁴⁷. Essa metodologia tem sido amplamente utilizada para avaliação numérica de cores e padrões constantes usados^{48,54,57}.

O silicato tricálcico é o principal componente bioativo do MTA e é usado na composição de cimentos reparadores demonstrando bioatividade semelhante ao MTA²³, além de propriedades físico-químicas adequadas^{45,89}, menor tempo de presa, bioatividade e

biocompatibilidade⁹⁴. Quando associado à diferentes tipos de radiopacificadores, como óxido de bismuto (Bi_2O_3), óxido de zircônio (ZrO_2), óxido de nióbio (Nb_2O_5) e tungstato de cálcio (Ca_2WO_4), os cimentos de silicato de cálcio têm apresentado propriedades físico-químicas e mecânicas favoráveis ¹¹.

O óxido de bismuto, presente na composição do MTA, tem sido indicado como principal componente químico envolvido na alteração de cor dental^{7,63,85}. Quando exposto a altas temperaturas ou luz visível e ultravioleta em um ambiente livre de oxigênio, há uma dissociação do bismuto formando cristais escurecidos do metal bismuto e oxigênio^{16,34,85}. A oxidação do óxido de bismuto desestabiliza o oxigênio em sua formulação, que reage com o dióxido de carbono e produz carbonato de bismuto que promove o escurecimento^{16,51,86}. Assim como o colágeno presente na matriz da dentina, pode interagir com o óxido de bismuto e resultar em um precipitado escuro promovendo alteração cromática na estrutura dentária⁶³. O mesmo acontece quando há a oxidação do bismuto e outros metais pesados em contato com hipoclorito de sódio (NaOCl), utilizado para irrigação dos canais radiculares^{7,54,88}. Além disso, o óxido de bismuto pode comprometer a longevidade do material, aumentando o grau de porosidade e diminuindo a resistência à compressão²⁴. Sendo assim, a substituição do radiopacificador nos cimentos à base de silicato de cálcio tem sido indicada⁶³.

O tungstato de cálcio é um radiopacificador alternativo ao óxido de bismuto que já foi associado ao cimento de silicato de cálcio demonstrando ter um tempo de presa, solubilidade, radiopacidade semelhante ao MTA³, porém em relação a alteração cromática não há dados na literatura. Comercialmente encontramos o tungstato de cálcio com silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico óxido de cálcio na composição do cimento MTA Repair HP (Angelus Soluções Odontológicas-Londrina, Paraná, Brasil), que apresenta propriedades mecânicas⁷⁶ físico-químicas e biológicas^{24,81} similares ao MTA. Até o momento também não existem relatos na literatura que tenham investigado a capacidade de escurecimento deste material.

O óxido de nióbio é um potencial radiopacificador com excelente biocompatibilidade^{29,90}, resistência à corrosão e desintegração⁹⁰ e bioatividade^{38,52}. Quando associado a cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio, demonstra capacidade de promover radiopacidade, além de ser bioativo e não citotóxico^{69,87}. Entretanto não há relatos na literatura quanto à sua influência em relação a alteração cromática.

Óxido de zircônio como agente radiopacificador é proposto em diversos estudos^{10,18,25}. Além de apresentar excelente biocompatibilidade e melhorar as propriedades mecânicas de materiais^{37,73}, o óxido de zircônio demonstrou não fazer parte da reação de hidratação do

cimento Portland¹⁸. Quando associado ao silicato tricálcico, proporciona radiopacidade, menor tempo de presa e propriedades mecânicas superiores ao MTA⁴².

O óxido de zircônio é usado como agente radiopacificador de diversos materiais de silicato de cálcio como Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França), que apresenta indicações semelhantes ao MTA^{19,49,58}. O Biodentine apresenta biocompatibilidade⁶⁰, bioatividade⁴¹ e menor tempo de presa em relação ao MTA⁵³. É composto por pó com silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de cálcio e carbonato de cálcio e óxido de zircônio e líquido com cloreto de cálcio e um polímero hidrossolúvel⁸. Biodentine promove menor ou nenhum escurecimento, demonstrando ser um material alternativo ao MTA^{17,54,57,66,73,76}.

Kohli et al.⁵⁷ avaliaram a alteração cromática dental provocada pelos materiais biocerâmicos, EndoSequence RRM e Biodentine, em comparação ao MTA cinza, MTA branco, pasta triantibiótica e AH Plus. As alterações de cor foram avaliadas com espectrofotômetro (Ocean Optics, Dunedin, Flórida, EUA), imediatamente após a colocação dos materiais e após 7, 30, 60, e 180 dias. Os autores observaram uma alteração de cor significativa das estruturas dentárias provocada pela pasta triantibiótica e pelos MTAs Branco e Cinza. Os cimentos biocerâmicos não induziram alterações significativas de cor.

A alteração de cor produzida pelos cimentos Biodentine e EndoSequence em comparação ao ProRoot MTA branco, ProRoot MTA e MTA Angelus foi avaliada por Marconyak et al.⁶⁶ por meio de espectrofotômetro Vita EasyShade (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha). As mensurações foram realizadas antes e após a preparação de acesso; após a inserção do material; e depois de 1, 7, 30 e 60 dias, e indicaram que os cimentos Biodentine e EndoSequence promoveram menor escurecimento dentinário quando comparados ao ProRoot MTA branco, ProRoot MTA e MTA Angelus.

Keskin et al.⁵⁴ avaliaram a estabilidade de cor dos materiais ProRoot MTA branco, do MTA branco Angelus, do Biodentine e do BioAggregate em contato com diferentes soluções irrigadoras por 24 horas (água destilada, solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 5% e gluconato de clorexidina 2% (CHX). Os autores concluíram que Biodentine e o BioAggregate podem ser considerados uma alternativa mais estética em relação ao MTA.

Ramos et al.⁷² compararam o escurecimento dentinário do ProRoot MTA e Biodentine ao longo de 1 ano. Foram utilizados pré-molares e os materiais experimentais foram condensados na coroa. Após um ano os dois cimentos promoveram a alteração de cor, sendo mais evidente para o ProRoot MTA

Beatty e Svec⁴ avaliaram a alteração cromática dentária induzida pelo Biodentine (BD) e EndoSequence RRM (ES) em comparação com ProRoot MTA (PR). A Cor foi

avaliada por 2 meses de acordo com sistema de cor CIE L* a* b* utilizando o espectrofotômetro Minolta model 221 (Minolta, Tokyo, Japão) calibrado de acordo com o fabricante antes de cada período de análise (em triplicata). BD e ES alteraram a cor da estrutura do dente bovino a um grau perceptível. Após 8 semanas, a alteração foi significativamente maior que para PR.

O NeoMTA Plus (Avalon Biomed Inc., Bradenton, Flórida, EUA) também demonstra ser uma alternativa mais estética ao MTA, não promovendo o escurecimento das estruturas dentárias¹⁶. Segundo o fabricante, o Neo MTA Plus foi desenvolvido para não promover o escurecimento ao longo do tempo. É apresentado na forma de pó: gel e consiste em silicato tricálcico, silicato dicálcico e óxido de tântalo (agente radiopacificador). Como pode ser utilizado em diferentes proporções (4:1 ou 1:1), este cimento apresenta indicações como material reparador e cimento endodôntico.

Camilleri et al.¹⁷ avaliaram a alteração de cor do MTA plus, do Neo MTA plus e do Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França) na presença da solução de hipoclorito de sódio a 10%. Amostras dos materiais foram preparadas e expostas ao hipoclorito de sódio por 28 dias. A avaliação de cor foi realizada por meio de fotografia, espectrofotômetro (Minolta CM-50Bi; Minolta Co Ltda., Osaka, Japão) e análise de difração de raio-x. O CIE L* a* b* foi utilizado para calcular a diferença de cor. Os autores concluíram que o NeoMTA Plus e o Biodentine não sofreram escurecimento.

Além dos cimentos reparadores, pouco são os estudos relacionados à investigação dos efeitos de alterações cromáticas induzidas por cimentos endodônticos convencionais. O AH plus (Dentsply, De Trey, Konstanz, Alemanha) é um cimento endodôntico à base de resina epóxica que apresenta propriedades seladoras de longa duração^{28,77}, estabilidade dimensional⁶⁷, adesividade⁷⁵, radiopacidade^{40,77} e ausência de alteração cromática⁵⁷. Meincke et al.⁶⁸ avaliaram a capacidade de alteração cromática dos cimentos endodônticos AH Plus (AH), Endofill (EF), Endomethasone N (EN) e Sealer 26 (S26) por meio de espectrofotômetro VITA EasyShade (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) antes do tratamento endodôntico, 24 h e 6 meses após o tratamento. Os autores observaram que após 6 meses, as alterações cromáticas para S26=EN > AH=EF e concluíram que os cimentos endodônticos promoveram alterações cromáticas clinicamente inaceitáveis.

El Sayed e Etemadi³³ também realizaram um estudo comparando o escurecimento coronário de três cimentos endodônticos. As coroas de pré-molares foram cortadas 3 mm abaixo da junção cimento-esmalte e as suas câmaras pulpares foram limpas, divididas e preenchidas (AH Plus, Apexit, Sultan). Amálgama e água destilada foram utilizados como

controles positivo e negativo, respectivamente. A cor das coroas foi mensurada utilizando Shadepilot™ espectrofotômetro (DeguDent, Hanau, Alemanha) antes e imediatamente após a colocação de materiais no interior das câmaras pulpares e após 3, 10 e 17 dias. Neste estudo, todos os cimentos investigados mostraram capacidade de induzir o escurecimento coronário progressiva após 10-17 dias.

Os cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio utilizados na obturação de canais radiculares podem apresentar diferentes substâncias, veículos e agentes radiopacificadores que podem resultar em alterações cromáticas. O cimento MTA Fillapex é um cimento à base de MTA e, apesar de conter óxido de bismuto como agente radiopacificador, promoveu mínima alteração de cor⁴⁸. A alteração de cor foi analisado por espectrofotômetro UV-VIS imediatamente após a inserção dos materiais e após 1 semana, 1 e 3 meses. Os autores observaram alterações no padrão cromático dos espécimes preenchidos com MTA Fillapex, porém esta variação de cor não ultrapassou o limiar de detecção do olho humano. É importante ressaltar que a formulação do MTA Fillapex foi recentemente modificada com tungstato de cálcio como agente radiopacificador. No entanto, ainda não existem relatos na literatura que tenham investigado os efeitos cromáticos desta nova formulação.

Forghani et al.³⁵ também realizaram estudo com o objetivo de analisar o potencial de alteração cromática dentária de dois cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio (MTA Fillapex e iRoot SP). A avaliação da cor foi realizada antes do tratamento endodôntico, imediatamente após a inserção dos materiais avaliados e 1, 3 e 6 meses após a colocação do material utilizando o espectrofotômetro VITA EasyShade (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha). Os autores observaram que todos os cimentos causaram perceptível alteração cromática dentária, não havendo diferença estatística. Alteração de cor progrediu nos primeiros três meses e, em seguida, diminuiu até o sexto mês.

Outro cimento à base de silicato de cálcio é o Total Fill BC Sealer (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suíça). Este material apresenta óxido de zircônio como agente radiopacificador e demonstra biocompatibilidade⁹³, ausência de citotoxicidade²², ação seladora⁹², ação antimicrobiana, além de pH elevado e promover a difusão de hidróxido de cálcio⁸⁸, porém não há estudos relatando a alteração cromática desse material.

Sendo assim, o uso de diferentes formulações de cimentos reparadores e/ou endodônticos à base de silicato tricálcico associado a diferentes radiopacificadores pode representar uma alternativa viável de materiais que apresentam mínima influência na estética dentária. No entanto, a literatura carece de estudos que relacionem não somente a capacidade

dos diferentes agentes radiopacificadores em produzir alterações cromáticas, mas também com relação ao potencial de alteração cromática dos cimentos reparadores e dos cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio.

5 CONCLUSÕES

De acordo com o presente estudo, pode-se concluir que:

- 1- Cimentos experimentais compostos pela associação do silicato tricálcico com óxido de bismuto (Bi_2O_3), óxido de zircônia (ZrO_2), óxido de nióbio (Nb_2O_5) e tungstato de cálcio (Ca_2WO_4) são esteticamente viáveis, pois não promovem escurecimento dental.
- 2- Biodentine e MTA Repair HP não promoveram o escurecimento dental, sendo uma alternativa ao MTA.
- 3- O cimento reparador MTA promoveu escurecimento dental.
- 4- Os cimentos obturadores AH Plus, Total Fill BC Sealer e NeoMTA Plus são opções de materiais estéticos que não provocam escurecimento dental.
- 5- MTA Fillapex, contendo tungstato de cálcio, promoveu escurecimento dental na porção coronária.

REFERÊNCIAS*

1. Achternbosch M, Bräutigam KR, Hartlieb N, Kupsch C, Richers U, Stemmermann P. Heavy metals in cement and concrete resulting from the co-incineration of wastes in cement kilns with regard to the legitimacy of waste utilisation. Karlsruhe: Umweltbundesamt; 2003.
2. Ahmed HM, Abbott PV. Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *Int Endod J*. 2012; 45(10): 883-97.
3. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between White and Gray Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod*. 2005; 31(2): 101-3.
4. Beatty H, Svec T. Quantifying coronal tooth discoloration caused by Biodentine and EndoSequence Root Repair Material. *J Endod*. 2015; 41(12): 2036-9.
5. Belío-Reyes IA, Bucio L, Cruz-Chavez E. Phase composition of ProRoot Mineral Trioxide Aggregate by X-ray powder diffraction. *J Endod*. 2009; 35(6): 875-8
6. Belobrov I, Parashos P. Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2011; 37(7): 1017-20.
7. Berger T, Baratz AZ, Gutmann JL. In vitro investigations into the etiology of mineral trioxide tooth staining. 2014; 17(6): 526-30.
8. Biodentine. Scientific file. Active Biosilicate Technology™. Saint-Maur-des-Fosses Cedex. Septodont R&D Department, France; 2010
9. Bortoluzzi EA, Araújo GS, Tanomaru J. Marginal gingiva discoloration by gray MTA: a case report. *J Endod*. 2007; 33(3): 323-7.
10. Bortoluzzi EA, Guerreiro-Tanomaru JM. Radiographic effect of different radiopacifiers on a potential retrograde filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009; 108(4): 628-32.
11. Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru J, Viapiana R, Berbert F, Bernardi M, Tanomaru-Filho M. Calcium silicate-based cements associated with micro- and nanoparticle radiopacifiers: physicochemical properties and bioactivity. *Int Sch Res Notices*. 2015; 2015: 1-7.
12. Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM, Viapiana R, Berbert FL, Duarte MA, Tanomaru-Filho M. Physicochemical properties of calcium silicate cements associated with microparticulate and nanoparticulate radiopacifiers. *Clin Oral Investig*. 2016; 20(1): 83-90.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>.

13. Burgt VT der, Mullaney TP. Tooth discoloration induced by endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1986; 61(1): 84-9.
14. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2008; 41(5): 408–17.
15. Camilleri J. Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial. *Dent Mater.* 2011; 27(8): 836–44.
16. Camilleri J. Color stability of white mineral trioxide aggregate in contact with hypochlorite solution. *J Endod.* 2014; 40(3): 436–40.
17. Camilleri J. Staining potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine used for pulpotomy procedures. *J Endod.* 2015; 41(7): 1139–45.
18. Camilleri J, Cutajar A, Mallia B. Hydration characteristics of zirconium oxide replaced Portland Cement for use as a root-end filling material. *Dent Mater.* 2011; 27(8): 845–54.
19. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater.* 2013; 29(5): 580–93.
20. Camilleri J, Gandolfi MG. Evaluation of the radiopacity of calcium silicate cements containing different radiopacifiers. *Int Endod J.* 2010; 43(1): 21-30.
21. Chang S-WW, Lee S-YY, Kang S-KK, Kum K-YY, Kim E-CC. In vitro biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of 4 root canal sealers: Sealapex, Sankin Apatite Root Sealer, MTA Fillapex, and iRoot SP Root Canal Sealer. *J Endod.* 2014; 40(10): 1642–8.
22. Chen CC, Ho CC, Chen C, Ding SJ. Physicochemical properties of calcium silicate cements for endodontic treatment. *J Endod.* 2009; 35(9): 288-91.
23. Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz IO, de Araújo Lopes JM, Penha de Oliveira SH, Sivieri Araújo G, et al. Cytotoxicity, biocompatibility, and biomineralization of the new high-plasticity material. *J Endod.* 2017; 43(5): 774-8.
24. Coomaraswamy KS, Lumley PJ, Hofmann MP. Effect of bismuth oxide radiopacifier content on the material properties of an endodontic Portland cement-based (MTA-like) system. *J Endod.* 2007; 33(3): 295-8.
25. Cutajar A, Mallia B, Abela S, Camilleri J. Replacement of radiopacifier in mineral trioxide aggregate; characterization and determination of physical properties. *Dent Mater.* 2011; 27(9): 879–91.
26. Davis MC, Walton RE, Rivera EM. Sealer distribution in coronal dentin. *J Endod.* 2002; 28(6): 464–6.

27. Darvell BW, Wu RC. “MTA” a hydraulic silicate cement: review update and setting reaction. *Dent Mater.* 2011; 27(5): 407-2.
28. De Moor RJ, De Bruyne MA. The long-term sealing ability of AH 26 and AH plus used with three gutta-percha obturation techniques. *Quintessence Int.* 2004; 35(4): 326-31.
29. Denry IL, Holloway JA, Nakkula RJ, Walters JD. Effect of niobium content on the microstructure and thermal properties of fluorapatite glass-ceramics. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomaterials.* 2005; 75B (1): 18–24.
30. Duarte M, Kadre G, Vivan R, Tanomaru J, Filho M, Moraes I. Radiopacity of Portland Cement associated with different radiopacifying agents. *J Endodont.* 2009; 35(5): 737–40.
31. Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky P, Friedman S. Quality of life and satisfaction outcomes of endodontic treatment. *J Endod.* 2002; 28(12): 819-27.
32. Eghbal MJ, Torabzadeh H, Bagheban AA, Shamszadeh S, Marvasti LA, Asgary S. Color stability of mineral trioxide aggregate and calcium enriched mixture cement. *J Investig Clin Dent.* 2015; 2015(0): 1-6.
33. El Sayed MAA, Etemadi H. Coronal discoloration effect of three endodontic sealers: an in vitro spectrophotometric analysis. *J Conserv Dent.* 2013; 16(4): 347-51.
34. Felman D, Parashos P. Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2013; 39(4): 484–7.
35. Forghani M, Gharechahi M, Karimpour S. In vitro evaluation of tooth discolouration induced by mineral trioxide aggregate Fillapex and iRoot SP endodontic sealers. *Aust Endod J.* 2016; 42(3): 99-103.
36. Formosa LM, Mallia B, Bull T, Camilleri J. The microstructure and surface morphology of radiopaque tricalcium silicate cement exposed to different curing conditions. *Dent Mater.* 2012, 28(5): 584-95.
37. Gillani R, Ercan B, Qiao A, Webster TJ. Nanofunctionalized zirconia and barium sulfate particles as bone cement additives. *Int J Nanomedicine.* 2009; 2010(5): 1–11.
38. Godley R, Starosvetsky D, Gotman I. Bonelike apatite formation on niobium metal treated in aqueous NaOH. *J Mater Sci Mater Med.* 2004; 15(10): 1073–7.
39. Gomes Cornélio AL, Salles LP, Campos da Paz M, Cirelli JA, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru Filho M. Cytotoxicity of Portland Cement with different radiopacifying agents: a cell death study. *J Endod.* 2011; 37(2): 203–10.
40. Gorduysus M, Avcu N. Evaluation of the radiopacity of different root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108 (3), e135–40.
41. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Characterization of set intermediate restorative material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. *Int Endod J.* 2013a: 46(7): 632–41.

42. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater.* 2013b; 29(2): e20–8.
43. Gurel MA, Kivanc BH, Ekici A, Alacam T. Evaluation of crown discoloration induced by endodontic sealers and colour change ratio determination after bleaching. *Aust Endod J.* 2016; 42(3): 119-23.
44. Guerreiro-Tanomaru J, Cornélio A, Andolfatto C, Salles L, Tanomaru-Filho M. pH and antimicrobial activity of Portland cement associated with different radiopacifying agents. *Isrn Dent.* 2012; 2012: 1–5.
45. Huan Z, Chang J. Study on physicochemical properties and in vitro bioactivity of tricalcium silicate–calcium carbonate composite bone cement. *J Mater Sci Mater Med.* 2008; 19(8): 2913-8.
46. Húngaro Duarte MA, Minotti PG, Rodrigues CT, Zapata RO, Bramante CM, Tanomaru Filho M, et al. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland Cement and white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2012; 38(3): 394–7.
47. Húngaro Duarte MA, de Oliveira El Kadre GD, Vivan RR, Guerreiro Tanomaru, JM, Tanomaru Filho M, de Moraes IG. Radiopacity of Portland cement associated with different Radiopacifying agents. *J Endod.* 2009; 35(5): 737-40.
48. Ioannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by MTA- and ZnOE-based sealers. *J Appl Oral Sci.* 2013; 21(2): 138-44.
49. Jefferies, S. Bioactive and biomimetic restorative materials: a comprehensive review. part I *J Esthet Restor Dent.* 2014; 26(1): 14–26.
50. Kahler B, Mistry S, Moule A, Ringsmuth AK, Case P, Thomson A, et al. Revascularization outcomes: a prospective analysis of 16 consecutive cases. *J Endod.* 2014; 40(3): 333-8.
51. Kang S.-HH, Shin Y-SS, Lee H.-SS, Kim S-OO, Shin Y, Jung I-YY, Song J S. Color changes of teeth after treatment with various mineral trioxide aggregate-based materials: an ex vivo study. *J Endod.* 2015; 41(5): 737–41.
52. Karlinsey RL, Yi K, Duhn CW. Nucleation and growth of apatite by a self-assembled polycrystalline bioceramic. *Bioinspir Biomim.* 2006; 1(12): 12–9.
53. Kaup M, Schäfer E, Dammaschke T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head Face Med.* 2015; 11(16): 2-8.
54. Keskin C, Demiryurek E O, Ozyurek T. Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions. *J Endod.* 2015; 41(3): 409–11.
55. Kim ST, Abbott PV, McGinley P. The effects of Ledermix paste on discolouration of immature teeth. *Int Endod J.* 2000; 33(3): 233-7.

56. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int.* 1991; 22(9): 733-7
57. Kohli MR, Yamaguchi M, Setzer FC, Karabucak B. Spectrophotometric analysis of coronal tooth discoloration induced by various bioceramic cements and other endodontic materials. *J Endod.* 2015; 41(11): 1862–6.
58. Koubi G, Colon P, Franquin JC, Hartmann A, Richard G, Faure MO, Lambert G. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth — a prospective study. *Clin Oral Investig.* 2013; 17(1): 243–9.
59. Krastl G, Allgayer N, Lenherr P, Filippi A. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. *Dent Traumatol.* 2013; 29(1): 2-7.
60. Laurent P, Camps J, Méo DM, Déjou J, About I. Induction of specific cell responses to a Ca (3) SiO (5)-based posterior restorative material. *Dent Mater.* 2008; 24(11): 1486- 94.
61. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993; 19(11): 541-4.
62. Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, Filippi A, Attin T, Krastl G. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. *Int Endod J.* 2012; 45 (10): 942–9.
63. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimarães BM, Duarte MA. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *J Endod.* 2014; 40 (8): 1235–40.
64. Marciano MA, Estrela C, Mondelli RF, Ordinola-Zapata R, Duarte MA. Analysis of the color alteration and radiopacity promoted by bismuth oxide in calcium silicate cement. *Braz Oral Res.* 2013; 27 (4): 318-23.
65. Marciano M, Guimarães BM, Amoroso PA, del Carpio Perochena A, Bramante CM, Duarte MAH. Alteração de cor de quatro cimentos obturadores. *Full Dent Sci.* 2013; 5(11): 221-5.
66. Marconyak LJ, Kirkpatrick TC, Roberts HW, Roberts MD, Aparicio A, Himel VT, et. al. Coronal tooth discoloration elicited by various endodontic reparative materials. *J Endod.* 2016; 42(3): 470-3.
67. McMichen FR, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K. A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. *Int Endod J.* 2003; 36(9): 629-35.
68. Meincke DK, Prado M, Gomes BPF, Bona AL, Sousa ELR. Effect of endodontic sealers on tooth color. *J Dent.* 2012; 41(3): e93-e6.
69. Mestieri, LB, Tanomaru-Filho M, Gomes-Cornélio AL, Salles LP, Bernardi MI, Guerreiro-Tanomaru JM. Radiopacity and cytotoxicity of Portland cement associated with niobium oxide micro and nanoparticles. *J Appl Oral Sci.* 2014; 22(6): 554–9.
70. 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.

71. 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.
72. Ramos JCC, Palma PJ, Nascimento R, Caramelo F, Messias A, Vinagre A, et al. 1-year in vitro evaluation of tooth discoloration induced by 2 calcium silicate-based cements. *J Endod.* 2016; 42 (9): 1403–7.
73. Saldaña L, Méndez-Vilas A, Jiang L, Multigner M, González-Carrasco JL, Pérez-Prado MTT, et al. In vitro biocompatibility of an ultrafine grained zirconium. *Biomaterials.* 2007; 28(30): 4343–54.
74. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J.* 2002; 35(10): 859-66.
75. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005; 31(2): 97-100.
76. Silva EJ, Carvalho NK, Zanon M et al. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. *Braz Oral Res.* 2016; 30(1):1-5.
77. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Pirmoazen S, Shamshiri AR, Dummer PM. Evaluation and comparison of occurrence of tooth discoloration after the application of various calcium silicate-based cements: an ex vivo study. *J Endod.* 2016; 42(1): 140–4.
78. Siqueira JF Jr; Rocas IN, Valois CR. Apical sealing ability of five endodontic sealers. *Aust Endod J.* 2001; 27(1): 33-5.
79. Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Guerreiro Tanomaru JM, Gonçalves M. Radiopacity evaluation of new root canal filling materials by digitalization of images. *J Endod.* 2007; 33(3): 249–51.
80. Tanomaru-Filho M, Morales V, Silva G F da, Bosso R, Reis JMM, Duarte MA, et al. Compressive strength and setting time of MTA and Portland cement associated with different radiopacifying agents. *Isrn Dent.* 2012; 2012: 2-4.
81. Tomas-Catala CJ, Collado-Gonzalez M, Garcia-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Biocompatibility of new pulp-capping materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on human dental pulp stem cells. *J Endod.* 2017; 44(1): 126-32.
82. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999; 25(3): 197–205.
83. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod.* 2010; 36(2): 190-200.
84. Torabinejad M, White DJ, inventors; Loma Linda University, cessionário. Using Portland Cement. United States Patent US 5,769,638. 1998 Jun 23.

85. Tsatsas DV, Meliou HA. Sealing effectiveness of materials used in furcation perforation in vitro. *Int Dent J.* 2005; 55(3): 133-41.
86. Vallés M, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Bourdelande JL, Roig M. Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials. *J Endod.* 2013; 39(4): 525–8.
87. Valles M, Roig M, Duran-Sindreu F, Martinez S, Mercade M. Color stability of teeth restored with Biodentine: a 6-month in vitro study. *J Endod.* 2015;41(7):1157-60.
88. Viapiana R, Flumignan DL, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. *Int Endod J.* 2014; 47(5): 437–48.
89. Voveraityte V, Gleizniene S, Lodiene G, Grabliauskiene S, Machiulskiene V. Spectrophotometric analysis of tooth discolouration induced by mineral trioxide aggregate after final irrigation with sodium hypochlorite: An in vitro study. *Aust Endod J.* 2017; 43(1): 11-5.
90. Wang X, Sun H, Chang J. Characterization of Ca₃SiO₅/CaCl₂ composite cement for dental application. *Dent Mater.* 2008; 24(1): 74-82.
91. Ward LP, Strafford KN, Wilks TP, Subramanian C. The role of refractory element-based coatings on the tribological and biological behaviour of orthopaedic implants. *J Mater Process Tech.* 1996; 56(1-4): 364–74.
92. Zhang H, Shen Y, Ruse, ND, Haapasalo, M. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus Faecalis*. *J Endod.* 2009; 35(7): 1051–5.
93. Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2009; 107(6): e79–82.