



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**MATEUS CARVALHO DE MANCILHA**

**ANÁLISE DA RADIOPACIDADE, TEMPO DE PRESA E  
ALTERAÇÃO VOLUMÉTRICA DE DIFERENTES CIMENTOS  
REPARADORES**

**Piracicaba  
2018**

**MATEUS CARVALHO DE MANCILHA**

**ANÁLISE DA RADIOPACIDADE, TEMPO DE PRESA E  
ALTERAÇÃO VOLUMÉTRICA DE DIFERENTES CIMENTOS  
REPARADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientadora: Profa Dra Marina Angélica Marciano da Silva

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELO ALUNO MATEUS CARVALHO DE MANCILHA E ORIENTADO PELA PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>.MARINA ANGÉLICA MARCIANO DA SILVA

**Piracicaba  
2018**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** CNPq

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Marilene Girello - CRB 8/6159

M312a Mancilha, Mateus Carvalho de, 1995-  
Análise da radiopacidade, tempo de presa e alteração volumétrica de diferentes cimentos reparadores / Mateus Carvalho de Mancilha. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Marina Angélica Marciano da Silva.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Óxido de zinco. I. Marciano, Marina Angélica, 1987-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações adicionais, complementares

**Palavras-chave em inglês:**

Zinc oxide

**Titulação:** Cirurgião-Dentista

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 01-10-2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e minha família por todo apoio e confiança depositada a mim nessa árdua caminhada.

À minha namorada Isabella e meus amigos que estiveram presentes ao meu lado durante toda essa jornada.

À todos professores, pelos ensinamentos, e principalmente a Prof. Dra. Marina Marciano, pela atenção, disponibilidade e paciência à me orientar neste trabalho.

Ao pós-graduando Lauter Pelepenko, por sempre me ajudar quando necessário.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a radiopacidade, tempo de presa e alteração volumétrica de cimentos reparadores de alta plasticidade, MTA HP, MTA Flow, MTA Flow + 5% óxido de zinco (ZnO), e uma associação de silicato de cálcio, clorexidina gel a 2% e óxido de zinco e comparar com o MTA e MTA + 5% ZnO. A radiopacidade, o tempo de presa foram determinados de acordo com as especificações da norma ISO 6876:2001. A alteração volumétrica foi avaliada por meio de microtomografia computadorizada. Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de D'Agostino e Pearson. A análise estatística foi realizada por meio dos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Dunn ( $p < 0,05$ ). A maior radiopacidade foi verificada para o MTA Flow + 5% ZnO ( $p < 0,05$ ). Para o tempo de presa inicial, os maiores valores foram encontrados para o MTA (30,5 min), com diferença estatística em relação aos demais cimentos ( $p < 0,05$ ). Ao contrário, o MTA HP apresentou o menor tempo de presa (4,6 min) ( $p < 0,05$ ). Para o tempo de presa final, novamente o MTA apresentou os maiores valores (66,8 min), com diferença estatística em relação aos demais ( $p < 0,05$ ). Em relação a alteração volumétrica os cimentos MTA Flow + 5% ZnO, MTA + 5% ZnO, MTA HP e MTA apresentaram perda de volume após o período de 28 dias de imersão. Já a associação e o MTA Flow apresentaram aumento volumétrico. Os cimentos de alta plasticidade testados apresentaram maior radiopacidade e menor tempo de presa que a formulação convencional de MTA. Os cimentos apresentaram perda volumétrica, com exceção dos cimentos MTA Flow e associação que tiveram um aumento volumétrico.

Palavras chave: Propriedades. MTA. Óxido de bismuto. Óxido de zinco.

## ABSTRACT

Aim The aim of the study was to evaluate the radiopacity, setting time and volumetric change of reparative high-plasticity cements, MTA HP, MTA Flow, MTA Flow + 5% ZnO, and an experimental cement and to compare with MTA Angelus, MTA Angelus + 5% zinc oxide (ZnO). The radiopacity and setting time were determined according to ISO 6876/2001 specifications. The volumetric change was evaluated by computerized microtomography. The results were submitted to normality test of D'Agostino and Pearson. The statistical analysis was performed using nonparametric Kruskal–Wallis and Dunn test ( $p < 0.05$ ). The highest radiopacity was verified for MTA Flow + 5% ZnO ( $p < 0.05$ ). For the setting time, the highest values were found for MTA (30.5 min), with statistical difference in relation to the other test cements ( $p > 0.05$ ). Contrary, MTA HP showed the lower setting time (4.6 min) ( $p < 0.05$ ). For final setting time, again MTA showed the higher values (66.8 min), with statistical difference in comparison with the other test cements ( $p > 0.05$ ). The MTA Flow + 5% ZnO, MTA + 5% ZnO, HP MTA and MTA cements showed a loss of volume after the 28 day immersion period. Already the association and the MTA Flow presented volumetric increase. The high-plasticity cements tested presented higher radiopacity and lower setting time than conventional formulation of MTA. The cements presented volumetric loss, except for the MTA Flow cements and association that had a volumetric increase.

Key words: Properties. MTA. Bismuth oxide. Zinc oxide.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 Constituição dos cimentos à base de silicato de cálcio	11
2.2 Propriedades físicas, químicas e biológicas dos cimentos à base de silicato de cálcio	12
2.2.1 Radiopacidade	12
2.2.2 Tempo de presa	13
2.2.3 Alteração volumétrica	14
3 PROPOSIÇÃO	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Materiais	17
4.2 Métodos	18
5 RESULTADOS	21
6 DISCUSSÃO	25
7 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXOS	33
Anexo 1 – Verificação de Originalidade e Prevenção de Plágio	33
Anexo 2 – Iniciação Científica	34

## 1 INTRODUÇÃO

O agregado trióxido mineral (MTA), é um cimento composto principalmente por silicato tricálcio e dicálcio (Asgary et al., 2005), sendo utilizado para diversos fins na Endodontia. Inicialmente proposto como um material retrobturador (Torabinejad et al., 1995), atualmente é empregado também como um material capeador pulpar e selador de perfurações (Farsi et al., 2006; Bortoluzzi et al., 2007). Devido ao contato direto com tecidos pulpares e periodontais (Torabinejad et al., 1995; Danesh et al., 2010), é de extrema importância que este cimento apresente propriedades adequadas, bem como não promova o escurecimento dentário (Valles et al., 2013).

A radiopacidade do MTA branco é proveniente da adição de aproximadamente 20% de óxido de bismuto em sua composição (Camilleri, 2008; Camilleri et al., 2005). Embora seja a substância que confere melhor radiopacidade ao material (Duarte et al., 2009), o óxido de bismuto tem sido apontado como o componente responsável pela alteração de cor dentária (Valles et al., 2013). Alguns fatores como a luz, níveis de oxigênio (Valles et al., 2013), contato com hipoclorito de sódio (Camilleri, 2014) e o colágeno presente na dentina (Marciano et al., 2014) são citados como agentes que afetam a cor do óxido de bismuto e, conseqüentemente do MTA branco.

Devido ao fato do óxido de bismuto ter sido considerado o responsável pela alteração de cor (Valles et al., 2013), uma das alternativas avaliadas recentemente para a solução deste problema foi a substituição do óxido de bismuto por outros agentes radiopacificadores (Duarte et al., 2009; Marciano et al., 2015, 2016). O óxido de zircônio e o tungstato de cálcio demonstraram não proporcionar um manchamento dentário quando adicionados ao cimento Portland (à base de silicato de cálcio) (Marciano et al., 2015). Seguindo esta linha de pesquisa, a empresa Angelus (Londrina, Paraná, Brasil) lançou recentemente o MTA HP, tendo como radiopacificador o tungstato de cálcio. Este produto é composto, segundo o fabricante, por silicato tricálcio ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), silicato dicálcio ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), aluminato tricálcio ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de cálcio (CaO) e tungstato de cálcio ( $\text{CaWO}_4$ ) e, em seu líquido água e plastificante.

Porém, um questionamento tem sido feito na literatura com relação a substituição do óxido de bismuto como agente radiopacificador. Estudos mostram que é necessária a utilização de altas proporções de outros agentes para se obter radiopacidade semelhante a fornecida pelo óxido de bismuto em baixas proporções (Duarte et al., 2009). Isto se deve ao alto peso molecular do óxido de bismuto, o que permite a utilização de menores volumes (Duarte et al., 2009). A presença de quantidades elevadas de radiopacificadores na matriz dos cimentos à base de silicato de cálcio resultam em alteração e prejuízo nas propriedades do material, prejudicando a hidratação, a presa e a resistência do cimento (Camilleri, 2008; Camilleri et al., 2011). O MTA HP foi recentemente introduzido no mercado, sendo assim, ainda não há estudos publicados demonstrando as propriedades deste material em relação a formulação convencional.

Outra maneira estudada para a solução do problema de manchamento dental foi a adição de substâncias que impeçam a desestabilização da molécula de óxido de bismuto e a consequente alteração de cor do MTA (Marciano et al., 2017). Em estudo realizado in vitro, o óxido de zinco (ZnO) na proporção de 5% adicionado ao MTA foi capaz de inibir a alteração de cor do cimento e o manchamento dentário verificado com a formulação original. Em análise in vivo, em tecido subcutâneo de ratos, a adição desta substância não alterou a resposta tecidual. As propriedades de radiopacidade, tempo de presa, alteração volumétrica, pH e liberação de íons cálcio não foram significativamente alteradas com a adição do óxido de zinco.

Recentemente, a empresa Ultradent lançou o MTA Flow. Este cimento é composto, segundo o fabricante, por silicato tricálcio e dicálcio, radiopacificador óxido de bismuto e líquido composto por gel a base de água. Ainda não há estudos demonstrando a sua exata composição química e propriedades. Entretanto, como o material possui o óxido de bismuto em sua composição, espera-se que haja um manchamento dental. Além disto, sabe-se da coloração acinzentada do material, semelhante a primeira formulação do MTA (MTA cinza), o que favorece a alteração de cor dentária. Portanto, uma alternativa viável a ser avaliada para prevenir a alteração de cor seria a adição de óxido de zinco em sua composição.

Outro material proposto recentemente para a reparação tecidual é um material composto por hidróxido de cálcio, clorexidina gel 2% e óxido de zinco (2:1:2)

(Soares et al., 2007). Este material, proposto para procedimentos de revascularização permite o término da formação radicular em dentes com rizogênese incompleta além de apresentar baixo custo, facilidade de utilização, radiopacidade elevada e capacidade de induzir a mineralização (Soares et al., 2007, Soares et al., 2014). A substituição do hidróxido de cálcio pelo silicato de cálcio permite a obtenção de um material com características semelhantes ao MTA. Este material pode ser uma alternativa aos cimentos à base de silicato de cálcio para casos de traumatismo dental e procedimentos de capeamento pulpar e selamento de perfurações. Porém, ainda são necessários estudos mais aprofundados para demonstrar as propriedades físicas, químicas e biológicas.

A radiopacidade é uma propriedade física fundamental para os materiais utilizados na Endodontia. A visualização radiográfica é essencial para identificar a presença, extensão e aparente condensação dos materiais (Tagger; Katz, 2003). A determinação do tempo de presa dos materiais permite identificar a possibilidade de colocação de um material restaurador na mesma sessão, reduzindo o número de sessões clínicas (Darvell; WU, 2011). Já a solubilidade, é uma propriedade física a ser analisada nos cimentos à base de silicato de cálcio, considerando que estes permanecem em contato direto com os tecidos por um longo período. Materiais que apresentam uma elevada perda volumétrica podem levar a um selamento inadequado, e presença de espaços vazios (cavenago et al., 2013). Assim, torna-se oportuna a avaliação de propriedades físicas dos cimentos MTA branco, MTA branco contendo 5% de óxido de zinco, MTA HP, MTA Flow, MTA Flow contendo 5% de óxido de zinco e a associação de silicato de cálcio, clorexidina gel a 2% e óxido de zinco.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Constituição dos cimentos à base de silicato de cálcio

O desenvolvimento do cimento MTA na década de 90, foi patenteado pelo Prof. Mahmoud Torabinejad na Universidade de Loma Linda, na Califórnia (EUA), sendo comercializado com o nome de ProRoot MTA pela empresa Tulsa (Tulsa Dental Products, Tulsa, Oklahoma, EUA). A cor do material inicialmente disponível era acinzentada, sendo que a forma de cor branca foi desenvolvida posteriormente.

Em 1995, em estudo preliminar analisando a composição química do MTA, (Torabinejad, M., *et al.*, 1995a) identificaram os principais componentes presentes no material. Os elementos verificados foram o óxido de cálcio (50-75%), dióxido de silício (15-25%) e óxido de alumínio. Estas matérias-primas, submetidas à altas temperaturas em um forno, produzem o silicato tricálcio, aluminato tricálcio, óxido tricálcio e óxido silicato. Após a hidratação do cimento, ocorre a formação de duas fases: a cristalina composta por óxido de cálcio e a amorfa composta por fosfato de cálcio. Os principais íons identificados no MTA foram os íons cálcio e fósforo.

Já no ano de 2005, (Camilleri, *et al.*, 2005) demonstraram, por meio de análise em microscopia eletrônica de varredura, que o pó do cimento MTA, era composto principalmente por íons cálcio, silício, bismuto e oxigênio, apresentando, também, traços de ferro em sua composição. Já na análise dos materiais hidratados, foi identificado que o MTA era composto primariamente por silicato tricálcio e silicato dicálcio, semelhante a composição do cimento usado na construção civil, chamado cimento Portland, porém sem a presença do radiopacificador óxido de bismuto, adicionado ao MTA para permitir sua utilização como um material odontológico.

A ideia que se tinha de que o MTA era composto por tri-óxidos, por demonstrar em EDX três picos distintos de elementos (Torabinejad, M., *et al.*, 1995a), foi alterada por ter sido identificado que o MTA era composto principalmente por silicato de cálcio (Camilleri, *et al.*, 2005).

Diferentes metodologias são utilizadas para avaliar a constituição química do MTA, por diversos autores. São reportadas semelhanças com o cimento Portland, exceto para a presença do bismuto na composição do MTA (Estrela, *et al.*, 2000;

Funteas; Wallace; Fochtman, 2003; Song, *et al.*, 2006). Outras diferenças são identificadas por outros autores. Em 2005, a composição química do MTA foi avaliada (Dammachke, *et al.*, 2005) e de dois tipos diferentes de Portland e a quantidade de gesso encontrada no MTA foi aproximadamente metade da encontrada no cimento Portland. Foram identificados também uma maior quantidade de metais pesados e alumínio no Portland. Além disso, as partículas do MTA apresentavam maior uniformidade no tamanho das partículas.

## **2.2 Propriedades físicas dos cimentos à base de silicato de cálcio**

Nas últimas décadas, tem-se estudado muito sobre as propriedades dos cimentos a base de silicato de cálcio. Para padronizar os testes físicos e valores mínimos e máximos para as propriedades físicas dos materiais, algumas normativas foram estabelecidas. A ISO (International Standardization Organization), por meio de sua normativa 6876:2001 e a ANSI/ADA, por meio das especificações nº 57 recomendam uma sequência para a realização de testes físicos para os cimentos como escoamento, radiopacidade, tempo de trabalho e de presa, alteração volumétrica e solubilidade. A norma ISO foi primeiramente publicada em 1986 (ISO 6876:1986). Entretanto a discordância entre a norma ISO e as especificações da ANSI/ADA, publicadas em 1983, fizeram com que houvesse uma revisão na norma ISO. Assim, em 1991, uma revisão das normas da ISO teve início com alteração na descrição dos procedimentos de testes como escoamento, tempo de trabalho e tempo de presa.

### **2.2.1 Radiopacidade**

Na odontologia, uma radiopacidade adequada é de extrema importância para os materiais terem sua função exercida. A visualização radiográfica é muito importante para identificar a presença e extensão dos materiais (Tagger; Katz, 2003). Com esta finalidade, agentes radiopacificadores são adicionados à composição dos materiais utilizados na odontologia, principalmente na endodontia. A norma nº 57 da ANSI/ADA, estabelece que a radiopacidade mínima requerida para os cimentos endodônticos é de 3 mmAl.

Cada material tem seu agente radiopacificador específico. O óxido de bismuto pode ser encontrado na composição do MTA, enquanto radiopacificadores como o óxido de zircônio e o tungstato de cálcio estão presentes na formulação do Biodentine e MTA HP, respectivamente (Guimarães, *et al.* 2018; Camilleri, *et al.* 2013).

De acordo com a patente do MTA, a proporção de óxido de bismuto presente na sua composição é de 20% (Torabinejad, M, 1995). Em estudo inicial, verificou-se uma radiopacidade equivalente à 7,17 mmAl (Torabinejad, M., *et al.*, 1995a), superior ao recomendado pela norma ANSI/ADA. Estudos posteriores reportaram uma radiopacidade em torno de 6-8 mmAl (Laghios, *et al.*, 2000; Danesh, *et al.*, 2006; Islam; Chng; YAP, 2006; KIM, *et al.*, 2008; Camilleri; Gandolfi, 2010). A diferença de radiopacidade verificada para o MTA pode estar relacionada à marca comercial. (SONG, *et al.*, 2006) reportam uma diferença no conteúdo de óxido de bismuto no ProRoot MTA (Tulsa) e no MTA Angelus (Angelus). Segundo os autores, o ProRoot MTA apresenta um conteúdo maior de radiopacificador que a apresentação da Angelus. A diferença entre as marcas pode estar relacionada ao método de proporcionamento utilizado para adicionar o óxido de bismuto ao Portland, como sugerido por (Hungaro Duarte, *et al.*, 2009). Devido ao peso molecular alto do óxido de bismuto, o proporcionamento realizado em peso resulta em uma quantidade menor de radiopacificador do que quando o proporcionamento é realizado considerando o volume.

A radiopacidade dos cimentos MTA Flow e MTA HP foram reportadas recentemente na literatura. Guimarães, *et al.*, (2017) encontraram uma radiopacidade equivalente a 4,8 mm de Al para o MTA Flow, com diferença estatística em relação ao MTA que apresentou 6,9 mm de Al ( $p < 0,05$ ). EM 2018, Guimarães, *et al.*, encontraram uma radiopacidade para o MTA HP de 4,5 mm de Al, sem diferença estatística para o MTA que apresentou 5,81 mm de Al ( $p > 0,05$ ).

### **2.2.2 Tempo de presa**

Os cimentos à base de silicato de cálcio possuem uma desvantagem na sua utilização, devido ao seu tempo de presa. Isto pode impedir que a colocação do material restaurador final ocorra na mesma sessão clínica. (Darvell; WU, 2011). O tempo de presa reduzido é importante pra permitir a colocação de um material

restaurador na mesma sessão, reduzindo o número de sessões clínicas, contaminação e *washout* (perda do material para o meio) (Antonijevic, *et al.*, 2013).

A presa elevada é consequência do processo de hidratação do cimento, que ocorre de maneira lenta. O principal componente do pó,  $C_3S$ , reage com a água resultando no processo de endurecimento do cimento, com a produção de C-S-H (Darvell; WU, 2011). As formulações disponíveis do MTA comercialmente, apresentam tempo de presa com valores diversos. O MTA Angelus apresenta uma presa inicial em torno de 12 minutos e final em torno 48 minutos (Bortoluzzi, *et al.*, 2009a). Já o ProRoot MTA entre 40-45 minutos para a presa inicial e 140 minutos para a presa final (Chng, *et al.*, 2005; Islam; Chng; Yap, 2006). A diferença pode estar relacionada à ausência de sulfato de cálcio (gesso) na composição do MTA Angelus. A presença de sulfato de cálcio, dificulta a reação do aluminato tricálcio para produzir hidrato de aluminato de cálcio (Camilleri, 2008b). A proporção pó/líquido é outro fator que pode alterar o tempo de presa do material, sendo que quanto mais líquido adicionado, maior o tempo de presa encontrado. (Cavenago, *et al.*, 2013).

A presença do radiopacificador óxido de bismuto nos cimentos à base de silicato de cálcio pode ter um efeito sobre as propriedades de hidratação do cimento. Além de exercer um efeito na hidratação do cimento, o óxido de bismuto pode alterar a presa dos cimentos à base de silicato de cálcio (Camilleri, 2010). O tempo de presa dos cimentos a base de silicato de cálcio é afetado negativamente pelo óxido de bismuto. (Antonijevic, *et al.*, 2013). Esta alteração na presa dos cimentos com óxido de bismuto pode estar relacionada com a interação do óxido na hidratação do cimento. Já com radiopacificadores como óxido de zircônio e tungstato de cálcio, o mesmo não é verificado (Antonijevic, *et al.*, 2013). Porém, o tempo de presa do MTA HP foi avaliado recentemente por Guimarães, *et al.* (2018), os quais encontraram valores para este material (85 min) similares aos encontrados para o MTA (84,33 min) ( $p > 0,05$ ).

### **2.2.3 Alteração volumétrica**

A perda de partículas para o meio, ou solubilidade, é uma propriedade física importante a ser analisada nos cimentos à base de silicato de cálcio, considerando que estes permanecem em contato direto com os tecidos por um longo período.

Materiais que apresentam uma elevada solubilidade podem levar a um selamento inadequado.

Para avaliar a solubilidade dos materiais, diferentes metodologias podem ser aplicadas. As normas ISO 4049/2009, ISO 6876/2001 e especificações no 57/2000 da ANSI/ADA são normas bastante empregadas no estudo da solubilidade dos cimentos. A norma ISO 4049 inclui procedimentos para avaliar tanto a absorção de água quanto a solubilidade. Tais normas estão baseadas na confecção de amostras que são imersas em água, sendo que a diferença de peso inicial e final após imersão é considerada a solubilidade dos cimentos. Estas normas estabelecem que os cimentos não devem apresentar uma solubilidade, ou seja, perda de peso maior que 3% em relação ao peso inicial. O método volumétrico foi desenvolvido para a mensuração da solubilidade. (Cavenago, *et al.*, 2013) propuseram a utilização da microtomografia computadorizada (micro-CT) para a análise da perda volumétrica e, assim, calcular a solubilidade do material.

A solubilidade do cimento MTA apresenta resultados controversos na literatura. Alguns estudos relatam uma solubilidade elevada. Em estudo à longo prazo, (Fridland; Rosado, 2003) reportam valores elevados, sendo que em uma projeção matemática infinita, o MTA solubilizaria 22,06% se manipulado na proporção 0,28 água/pó e 31,095% na proporção de 0,33. (Vivan, *et al.*, 2010) relatam, uma solubilidade elevada para o MTA, de 3,47%, ultrapassando os valores requeridos pela norma ISO. Por outro lado, outros estudos mostram uma solubilidade baixa e mesmo absorção de água pelo MTA (Torabinejad, M., *et al.*, 1995a; Bortoluzzi, *et al.*, 2009a). (Bortoluzzi, *et al.*, 2009a) verificaram que em período de análise de 24 horas houve solubilização de 0,33%, enquanto em períodos mais prolongados, entre 7 e 28 dias, houve absorção de água em até 1%.

A solubilidade do MTA Flow e MTA HP foram avaliadas por Guimarães, *et al.* (2017 e 2018), respectivamente. Os autores verificaram que o MTA Flow apresentou uma alteração volumétrica semelhante ao MTA ( $p > 0,05$ ), enquanto o MTA HP solubilizou-se significativamente mais que o MTA ( $p < 0,05$ ).

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo do estudo foi avaliar as propriedades físicas (radiopacidade, tempo de presa e alteração volumétrica) dos cimentos à base de silicato de cálcio MTA, MTA contendo 5% de óxido de zinco, MTA HP, MTA Flow, MTA Flow contendo 5% de óxido de zinco e da associação de silicato de cálcio, clorexidina gel a 2% e óxido de zinco.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

#### - MTA Branco (Angelus):

O MTA branco foi manipulado na proporção de 0,3 mL de líquido para 1 g de pó. Para a determinação do peso do pó foi utilizada uma balança de alta precisão. Em seguida, a água destilada foi captada por uma pipeta para a obtenção de 3ml exatos. Sobre uma placa de vidro o MTA e a água destilada foram espatulados por 30 segundos.

#### - MTA Branco (Angelus) contendo 5% de óxido de zinco:

O MTA branco contendo 5% de óxido de zinco foi manipulado na proporção de 0,3 mL de líquido para 1 g de MTA e 0,05 g de óxido de zinco. Para a determinação do peso dos pós foi utilizada uma balança de alta precisão. Em seguida, a água destilada foi captada por uma pipeta para a obtenção de 3ml exatos. Sobre uma placa de vidro o MTA contendo óxido de zinco e a água destilada foram espatulados por 30 segundos.

#### - MTA HP (Angelus):

Todo o conteúdo da embalagem do pó foi dispensado em uma placa de vidro, juntamente com duas gotas do líquido, os dois foram espatulados por 40 segundos até a completa homogeneização do pó com o líquido.

#### - MTA Flow (Ultradent, South Jordan, Utah, EUA):

Primeiramente, os frascos do pó e de gel foram agitados. Em seguida, 0,26g de pó foi dispensada em uma balança de precisão, isso corresponde a medida de duas colheres fornecidas pelo fabricante. Posteriormente, duas gotas de gel foram colocadas em uma placa de vidro e espatuladas juntamente com o pó, até se obter uma consistência cremosa e espessa.

- MTA Flow (Ultradent, South Jordan, Utah, EUA) contendo 5% de óxido de zinco:

Primeiramente, os frascos do pó e de gel foram ser agitados. Em seguida, 0,26g de pó foi dispensado em uma balança de precisão, isso corresponde a medida de duas colheres fornecidas pelo fabricante. Posteriormente, 5% de óxido de zinco também foi pesado para se obter a quantidade exata. Feito isso, duas gotas de gel foram aplicadas em uma placa de vidro e espatulada juntamente com o pó, por fim 5% de óxido de zinco foi adicionado e espatulado até se obter uma completa homogeneização.

- Associação de silicato de cálcio, clorexidina gel a 2% e óxido de zinco:

A pasta foi preparada utilizando silicato de cálcio, clorexidina gel a 2% (Biodinâmica) e óxido de zinco (Biodinâmica) na proporção de 2:1:2. O pó de silicato de cálcio e óxido de zinco foram pesados, na balança de alta precisão, para se obter a mesma quantidade dos dois componentes, já a clorexidina gel a 2% foi captada por uma pipeta para que se obter a metade da quantidade dos pós. Feito isso, todos os componentes foram dispensados em uma placa de vidro e manipulados até se obter uma consistência semelhante a de “massa de vidraceiro”.

## **4.2 Métodos**

### Tempo de presa

Para a determinação do tempo de presa dos cimentos foi seguida a norma ISO 6876/2001 para a confecção dos corpos de prova. Os cimentos espatulados foram imediatamente vertidos em anéis metálicos de 10mm de diâmetro interno e 2 mm de espessura. Foram empregados 3 (três) corpos de prova para cada cimento. Os corpos de prova foram mantidos em estufa a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura e  $95\% \pm 5\%$  de umidade durante a realização do teste. Para a aferição do tempo de presa, os pesos das agulhas foram seguidos de acordo com a norma ASTM 266/2008. Após 180 segundos do início da espatulação, os espécimes foram submetidos à marcação com pressão vertical utilizando-se agulhas de Gilmore. Para a determinação do tempo de presa inicial foi utilizada a agulha de 113,4 g, posteriormente, a agulha de 453,6 g

para a análise da presa final. Foram anotados os tempos, em minutos, decorridos desde o início da espatulação até o momento em que não foi possível a visualização de marcação de cada agulha na superfície das amostras, representando a presa inicial e final dos cimentos. Os testes foram realizados em triplicata.

### Radiopacidade

Para análise da radiopacidade foram utilizados anéis com 10 mm de diâmetro interno e 1 mm de espessura, de acordo com a norma ISO 6876/2001. Foram confeccionados 3 (três) corpos de prova para cada cimento. Os cimentos recém espatulados foram inseridos nos anéis e mantidos em estufa a 37°C e 100% de umidade até a completa presa. Após a presa, as amostras foram lixadas em lixa d'água de granulação 600 adaptada em politriz (Arotec, São Paulo, Brasil) e radiografadas em filme oclusal D (Kodak Comp, Rochester, Nova Iorque, Estados Unidos), juntamente com uma escala de alumínio com variações de 2 a 16 mm (incrementos de 2 mm). Um aparelho de radiografia foi utilizado seguindo as especificações recomendadas pela norma ISO 6876/2001, 60 kV, 10 mA, 0,3 segundos e distância foco-filme de 30 cm. As radiografias foram processadas manualmente empregando solução reveladora e fixadora (Kodak, São José dos Campos, São Paulo, Brasil). Após o processamento as radiografias foram digitalizadas e analisadas no programa Digora 1.51 (Soredex, Helsinque, Finlândia). A determinação da radiopacidade em milímetros de alumínio foi realizada de acordo com Duarte et al. (2009).

### Alteração volumétrica

A alteração volumétrica foi avaliada utilizando microtomografia computadorizada (micro-CT) (CAVENAGO et al., 2013). Quarenta dentes de acrílico (n=10) com uma retrocavidade foram utilizados. As cavidades foram preenchidas com os cimentos e escaneados em micro-CT (SkyScan 1174v2; SkyScan, Kontich, Bélgica) com 50 kV e 800  $\mu$ A. Quatro amostras foram escaneadas ao mesmo tempo. Os parâmetros de captura das imagens foram 14,1 $\mu$ m de voxel com 1,1o de rotação, utilizando escaneamento com rotação de 360o. Cada escaneamento consistiu em imagens de 1024 x 1304 pixels. Os dados foram reconstruídos por meio de software

(NReconv1.6.4.8, SkyScan) e o software CTan (CTan v1.11.10.0, SkyScan), para a análise volumétrica. No software CTan, as imagens das quatro amostras foram separadas e analisadas individualmente. Assim, foram limitadas as áreas de interesse (ROI) para cada amostra. Os valores foram anotados para serem utilizados como padrão para o segundo escaneamento. Foi realizada uma análise quantitativa do volume do material por meio de análise tridimensional. Foi calculado automaticamente o volume total (mm<sup>3</sup>) por meio da imagem tridimensional. Após o escaneamento, as amostras foram imersas em frascos individuais contendo 15 mL de água deionizada e estocadas em estufa a 37°C por 28 dias. Após o período, as amostras foram removidas dos frascos, secas em papel filtro e novamente escaneadas utilizando os mesmos parâmetros do escaneamento inicial. A alteração volumétrica dos cimentos foi determinada por meio do cálculo do volume perdido durante a imersão e os valores convertidos em porcentagens.

#### Análise estatística

Os resultados dos testes foram submetidos aos testes de D'Agostino e Pearson para verificação de distribuição normal. Devido a ausência de normalidade, foi empregado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação global e o teste de Dunn para os confrontos individuais. Foi considerado o nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

Os resultados da análise do tempo de presa estão representados na Tabela 1 e nos Gráficos 1 e 2. Para o tempo de presa inicial, foi verificado o maior tempo para o cimento MTA (30,5 minutos), com diferença estatística em relação aos demais cimentos avaliados ( $p < 0,05$ ). Contrariamente, o cimento MTA HP apresentou o menor tempo de presa (4,6 minutos), sem diferença estatística em relação ao MTA Flow e ao MTA Flow + 5% ZnO ( $p > 0,05$ ). Para o tempo de presa final, novamente o cimento MTA apresentou o maior tempo (66,8 minutos), com diferença estatística em relação aos demais cimentos ( $p < 0,05$ ), e o cimento MTA HP, o menor tempo ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1 – Média e desvio padrão do tempo de presa em minutos. As letras diferentes em cada coluna indicam diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ).

<b>Grupo</b>	<b>Tempo de presa inicial (min)</b>	<b>Tempo de presa final (min)</b>
<b>MTA</b>	30.5 <sup>a</sup> ± 4.1	66.8 <sup>a</sup> ± 0.7
<b>MTA HP</b>	4.6 <sup>b</sup> ± 0.3	25.0 <sup>b</sup> ± 0.4
<b>MTA Flow</b>	8.7 <sup>b</sup> ± 0.2	52.2 <sup>c</sup> ± 0.2
<b>Associação</b>	20.4 <sup>c</sup> ± 0.7	61.3 <sup>d</sup> ± 3.0
<b>MTA + 5% ZnO</b>	21.6 <sup>c</sup> ± 0.3	60.6 <sup>d</sup> ± 0.3
<b>MTA Flow + 5% ZnO</b>	7.9 <sup>b</sup> ± 0.4	49.0 <sup>c</sup> ± 1.0

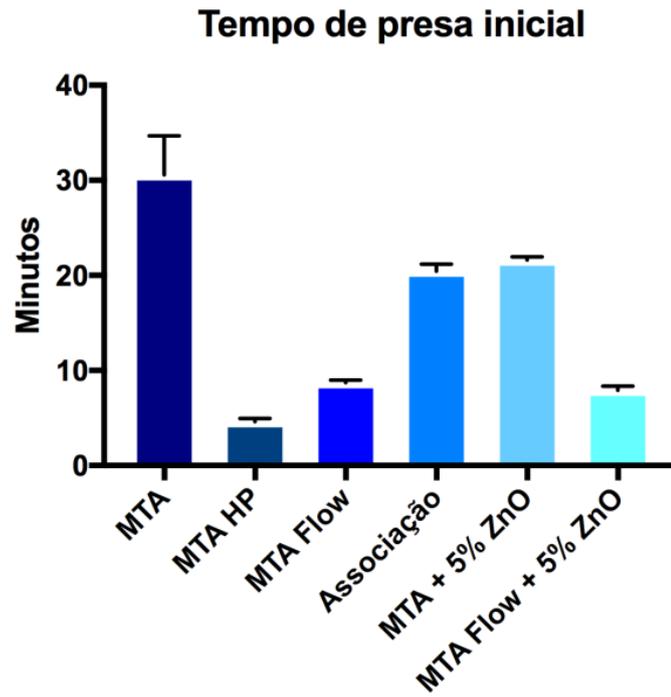


Gráfico 1 – Média e desvio padrão do tempo de presa inicial em minutos.

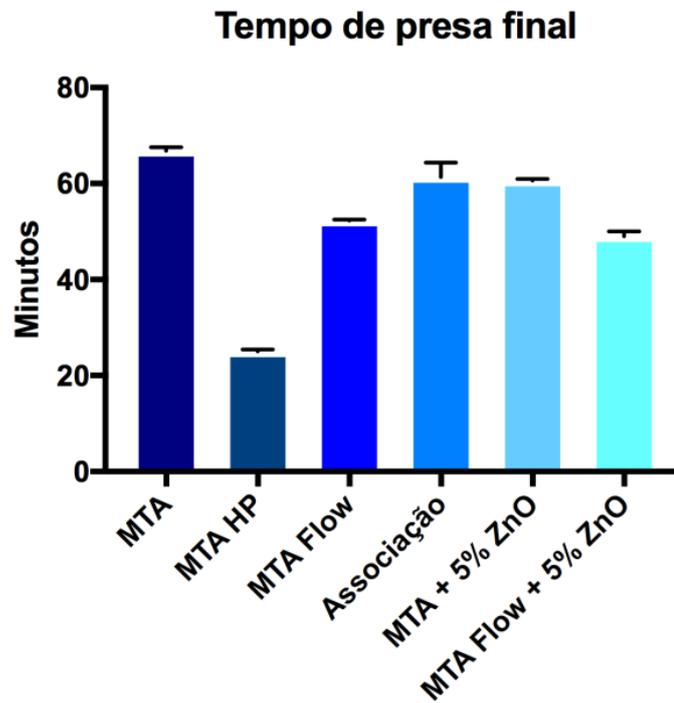


Gráfico 2 – Média e desvio padrão do tempo de presa final em minutos.

Os resultados da análise da radiopacidade estão representados no Gráfico 3. Todos os cimentos apresentaram radiopacidade acima do mínimo recomendado pela norma ISO, que é 3 mm Al. A maior média foi encontrada para o MTA, com diferença estatisticamente significativa em relação ao MTA HP e ao MTA + 5% ZnO ( $p < 0,05$ ). Nas demais comparações, não foram detectadas diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ).

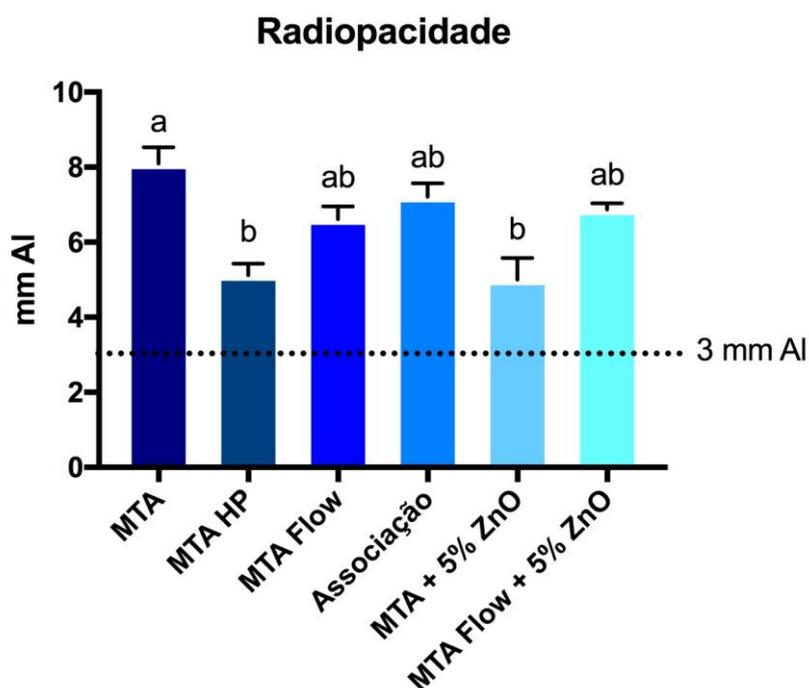


Gráfico 3 – Média e desvio padrão da radiopacidade em milímetros de alumínio.

Os resultados da análise de alteração volumétrica estão representados no Gráfico 4. Os cimentos MTA Flow + 5% ZnO, MTA + 5% ZnO, MTA HP e MTA apresentaram perda de volume após o período de 28 dias de imersão. Já a associação e o MTA Flow apresentaram aumento volumétrico. Houve diferença estatisticamente significativa entre o MTA + 5% ZnO e a associação ( $p < 0,05$ ).

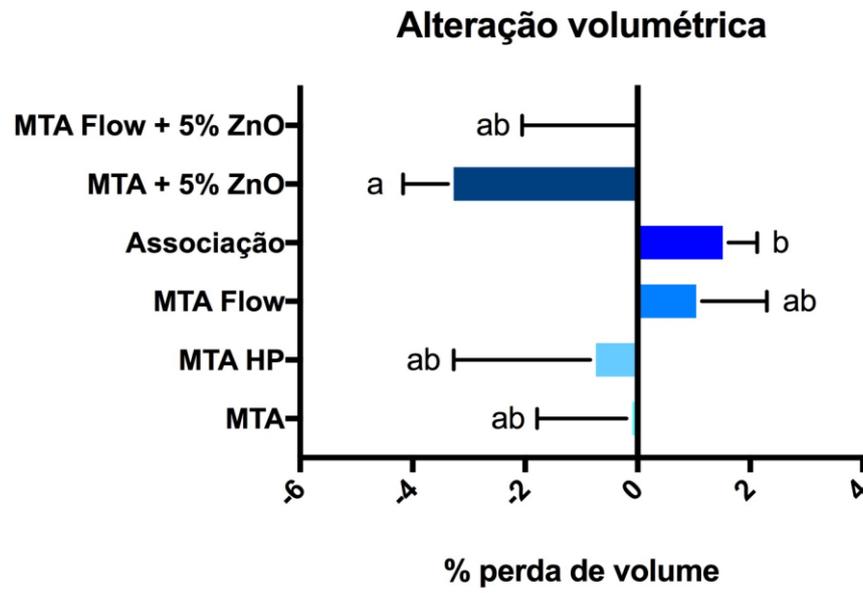


Gráfico 4 – Média e desvio padrão da alteração volumétrica (perda de volume) em porcentagem

## 6 DISCUSSÃO

Foram avaliadas propriedades físicas para os cimentos à base de silicato de cálcio: MTA branco, MTA branco contendo 5% de óxido de zinco, MTA HP, MTA Flow, MTA Flow contendo 5% de óxido de zinco e da associação de silicato de cálcio, clorexidina gel a 2% e óxido de zinco. A análise do tempo de presa foi realizada de acordo com a norma C266/2008 da ASTM, com as amostras sendo confeccionadas de acordo com a norma ISO 6876/2001, pois permite a utilização de um volume menor de material, mantendo a precisão do teste (Cavenago et al. 2013). Os resultados mostraram que os cimentos de alta plasticidade, MTA HP e MTA Flow, apresentaram menor tempo de presa inicial e final em relação ao MTA convencional. A presença de agente plastificante na composição do MTA HP e gel à base água no MTA Flow, pode ter influenciado na presa destes materiais. O MTA é considerado um cimento hidráulico pois tem a reação de presa iniciada na presença de água (Camilleri 2008, Darvell e WU 2011). Na literatura são reportados valores variáveis de presa para diferentes marcas de MTA, sendo que o MTA Angelus apresenta tempo de presa inicial e final em torno de 12-30 e 48-70 minutos, respectivamente (Bortoluzzi et al. 2009, Marciano et al. 2017). Ainda não se tem na literatura estudos que mostrem o tempo de presa dos cimentos MTA HP e MTA Flow, assim, os resultados do presente estudo indicam para uma redução significativa em relação a formulação convencional do material ( $p < 0,05$ ). A adição de óxido de zinco na proporção de 5% tanto no MTA quanto no MTA Flow, também influenciou no tempo de presa. Foi observada uma diminuição no tempo de presa destes cimentos, com diferença estatística para o MTA em relação a formulação sem tal adição ( $p < 0,05$ ). Resultados semelhantes foram reportados por Marciano et al. (2017). Embora não haja estudos que avaliem a presa do MTA Flow, é possível que o mecanismo de aceleração da presa seja semelhante ao que ocorre para o MTA Angelus. Para a Associação avaliada, o tempo de presa foi semelhante ao MTA contendo 5% de óxido de zinco ( $p > 0,05$ ). A presença de óxido de zinco em ambos os materiais pode ser um fator que contribuiu para os valores de tempo de presa próximos.

A radiopacidade foi avaliada seguindo as especificações da norma ISO 6876/2001 (Duarte et al., 2009). Os cimentos avaliados apresentam diferentes agentes radiopacificadores em suas composições. O MTA e o MTA Flow possuem óxido de bismuto (Guimarães et al., 2017). Este componente fornece uma elevada

radiopacidade, mesmo com volumes pequenos adicionados ao cimento. Isto ocorre devido ao seu alto peso molecular (Duarte et al., 2009). Porém, esta substância tem sido questionada devido a sua correlação com a alteração de cor verificada para o MTA e, conseqüentemente, às estruturas dentárias quando em contato com este cimento (Marciano et al., 2014). Com o intuito de solucionar este inconveniente, a empresa Angelus alterou o agente radiopacificador na formulação de um cimento de alta plasticidade, o MTA HP. Neste cimento, há a presença de tungstato de cálcio (Cintra et al., 2017). Estudos prévios mostram que este agente é viável do ponto de vista da radiopacidade fornecida, porém, maiores volumes são requeridos para atingir radiopacidade semelhante à promovida pelo óxido de bismuto (DUARTE et al., 2009). No presente estudo, verificou-se uma diferença estatística entre o MTA e o MTA HP ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, não houve diferença estatística entre o MTA HP e os cimentos MTA Flow e MTA + 5% ZnO ou MTA Flow + 5% ZnO, todos estes contendo óxido de bismuto ( $p > 0,05$ ). Além disso, todos os cimentos cumpriram o mínimo requerido pela norma ISO, que é 3 mmAl, sugerindo que a substituição do radiopacificador neste cimento foi adequada. A associação, embora não tenha um agente radiopacificador específico adicionado em sua composição, apresentou resultados elevados de radiopacidade. Neste caso, a radiopacidade foi promovida pelo óxido de zinco. Estudos demonstram a viabilidade deste material em relação a sua radiopacidade, corroborando com os resultados apresentados no presente estudo (Soares et al., 2007, Soares et al., 2014).

A alteração volumétrica foi avaliada seguindo a metodologia proposta por Cavenago et al. (2014). Por meio desta metodologia é possível obter dados sobre a perda de volume de material, simulando condições clínicas. No estudo verificou-se uma elevada perda de volume para o MTA + 5% ZnO, com diferença estatística em relação a associação ( $p < 0,05$ ). Tal resultado pode ser devido a presença de partículas não agregadas de óxido de zinco na matriz do cimento. O MTA é um cimento hidráulico que tem sua reação de presa iniciada pelo contato de suas partículas com a água (Camilleri, 2008). Com a adição de óxido de zinco, é possível que partículas de óxido de zinco tenham ficado livre na matriz do cimento e, assim, se desprendido quando em imersão. Por outro lado, a incorporação de água, com aumento de volume foi detectada para os cimentos associação e MTA Flow. Resultados semelhantes foram reportados na literatura (Bortoluzzi, et a. 2009)

## **7 CONCLUSÃO**

Com o estudo foi possível concluir que os cimentos de alta plasticidade, MTA HP e MTA Flow, apresentaram menor tempo de presa inicial e final em relação ao MTA convencional. Em relação a radiopacidade, todos os cimentos cumpriram a norma ISO, sendo que os que contém óxido de bismuto (MTA e MTA Flow) apresentam uma maior radiopacidade. Os cimentos apresentaram perda volumétrica, com exceção dos cimentos MTA Flow e associação que tiveram um aumento volumétrico.

## REFERÊNCIAS

Belobrov I, Parashos P. Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2011 Jul;37(7):1017-20. doi: 10.1016/j.joen.2011.04.003.

Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TR. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater.* 2005 Apr;21(4):297-303.

Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. 2013. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater.*29(5):580-93. doi: 10.1016/j.dental.2013.03.007. Epub 2013 Mar 26.

Camilleri J. 2008. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 41(5):408-417.

Camilleri J. 2014. Color stability of white MTA in contact with hypochlorite solution. *J Endod.* 40(3):436-40.

Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2008 May;41(5):408-17. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01370.x.

Cavenago BC, Pereira TC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Marciano MA, Bramante CM et al. Influence of powder-to-water ratio on radiopacity, setting time, ph, calcium ion release and a micro-CT volumetric solubility of white mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2013; 47(2):120-6.

Duarte MA, de Oliveira EI, Kadre GD, Vivian RR, Guerreiro Tanomaru JM, Tanomaru Filho M, de Moraes IG. 2009. Radiopacity of portland cement associated with diferente radiopacifying agents. *J Endod.* 35(5):737-40.

Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Al Mushayt A. Clinical assessment of mineral trioxide aggregate (MTA) as direct pulp capping in young permanent teeth. *J Clin Pediatr Dent.* 2006;31(2):72-6.

Felman D, Parashos P. Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2013;39:484–7.

Guimarães BM, Vivian RR, Piazza B, Alcalde MP, Bramante CM, Duarte MAH. Chemical-physical Properties and Apatite-forming Ability of Mineral Trioxide Aggregate Flow. *J Endod*. 2017 Jul 20. pii: S0099-2399(17)30581-2. doi:10.1016/j.joen.2017.05.005

Herrera DR, Herrera CM, Lima AR, Nagata JY, Pereira AC, Silva EJ, Soares AJ, Gomes BP. 2014. Repair of apical root resorption associated with periodontitis using a new intracanal medicament protocol. *J Oral Sci*. 56(4):311-4.

Ioannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V. Spectrophotometric analysis of coronal discoloration induced by grey and white MTA. *Int Endod J* 2013;46:137–44.

Jacobovitz M, de Pontes Lima RK. The use of calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate on apexification of a replanted tooth: a case report. *Dent Traumatol*. 2009;25(3):e32-6

Karabucak B, Li D, Lim J, Iqbal M. 2005. Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol*.21(4):240-3.

Marciano MA, Camilleri J, Costa RM, Matsumoto MA, Guimarães BM, Duarte MAH. Zinc oxide inhibits dental discoloration caused by white MTA Angelus. *J Endod*. 2017 Jun;43(6):1001-1007. doi: 10.1016/j.joen.2017.01.029.

Marciano MA, Camilleri J, Lucateli RL, Costa RM, Matsumoto MA, Duarte MAH. Physical, chemical, and biological properties of white MTA with additions of AIF<sub>3</sub>. *Clin Oral Investig*. 2018 Apr 13. doi: 10.1007/s00784-018-2383-4.

Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimarães BM, Duarte MA. 2014. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *J Endod*. 40(8):1235-40.

Marciano MA, Duarte MA, Camilleri J. 2015. Dental discoloration caused by bismuth oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clin Oral Investig*. 19(9):2201-9.

Palenik CJ, Behnen MJ, Setcos JC, Miller CH. Inhibition of microbial adherence and growth by various glass ionomers in vitro. *Dent Mater*. 1992;8(1):16-20.

Seppa L, Forss H, Ogaard B. The effect of fluoride application on fluoride release and the antibacterial action of glass ionomers. *J Dent Res*. 1993;72(9):1310-4.

Silva EJ, Carvalho NK, Zanon M, Senna PM, De-Deus G, Zuolo ML, et al. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. *Braz Oral Res*. 2016 Jun 14;30(1). pii: S1806-83242016000100269. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2016.vol30.0084.

Soares AJ, Análise clínica e radiográfica de dentes traumatizados submetidos a um protocolo de medicação intracanal com a associação hidróxido de cálcio, clorexidina gel 2% e óxido de zinco, sem trocas periódicas [tese]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2007.

Soares AJ, Farias Rocha Lima T, Freitas Lins F, Herrera Morante DR, Figueiredo de Almeida Gomes BP, de Souza-Filho FJ. Un nuevo protocolo de medicación intraconducto para dientes con necrosis pulpar y rizogénesis incompleta. *Rev Estomatol Herediana*. 2011;21(3):145-9.

Soares AJ, Farias Rocha Lima T, Nagata JY, Figueiredo de Almeida Gomes BP, Zaia AA, de Souza-Filho FJ. Intracanal dressing paste composed by calcium hydroxide, chlorhexidine and zinc oxide for the treatment of immature and mature traumatized teeth. *Braz J Oral Sci*. 2014;13(1):6-11.

Soares AJ, Nagata JY, Corrêa Viana Casarin R, Affonso de Almeida JF, Figueiredo de Almeida Gomes BP, Zaia AA et al. Apexification with a New Intra-Canal Medicament: A Multidisciplinary Case Report. *Int Endod J*. 2012;7(3):165-70.

Streker M, Reuther T, Hagen L, Kerscher M. Hyperhidrosis plantaris - a randomized, half-side trial for efficacy and safety of an antiperspirant containing different concentrations of aluminium chloride. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2012;10(2):115-9.

Tagger M, Katz A. Radiopacity of endodontic sealers: development of a new method for direct measurement. *J Endod.* 2003;29(11):751-5.

Tanomaru-Filho M, Morales V, da Silva GF, Bosso R, Reis JM, Duarte MA, Guerreiro-Tanomaru JM. Compressive Strength and Setting Time of MTA and Portland Cement Associated with Different Radiopacifying Agents. *ISRN Dent.* 2012;2012:898051

Tawil PZ, Duggan DJ, Galicia JC. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(4):247-52; quiz 254, 264.

Taylor HFW. *Cement Chemistry*. 2nd ed. London: Academy Press; 1990.

Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999;25(3):197-205.

Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod.* 1995;21(12):603-8.

Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995;21(7):349-53.

Valles M, Mercadê M, Duran-Sindreu F et al. Color stability of white mineral trioxide aggregate. *Clin Oral Investig.* 2013 May;17(4):1155-9. doi: 10.1007/s00784-012-0794-1.

Valles M, Mercade M, Duran-Sindreu F, Bourdelande JL, Roig M. Color stability of white mineral trioxide aggregate. *Clin Oral Investig.* 2013b;17(4):1155-9.

Valles M, Mercade 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.* 2013a;39(4):525-8.

## ANEXOS

## Anexo 1 – Verificação de Originalidade e Prevenção de Plágio

## ANÁLISE DA RADIOPACIDADE, TEMPO DE PRESA E ALTERAÇÃO VOLUMÉTRICA DE DIFERENTES CIMENTOS REPARADORES

### RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

**10%**  
ÍNDICE DE SEMELHANÇA

**10%**  
FONTES DA INTERNET

**7%**  
PUBLICAÇÕES

**1%**  
DOCUMENTOS DOS ALUNOS

#### FONTES PRIMÁRIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unesp.br</b> Fonte da Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>revodontolunesp.com.br</b> Fonte da Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>sbpqqo.org.br</b> Fonte da Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.cbc.ufms.br:8080</b> Fonte da Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unb.br</b> Fonte da Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidade Estadual de Campinas</b> Documento do Aluno	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.ufjf.br</b> Fonte da Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>ime.eb.br</b>	

## Anexo 2 – Iniciação Científica



Universidade Estadual de Campinas  
Pró-Reitoria de Pesquisa  
**Programas de Iniciação Científica e Tecnológica**  
www.prp.unicamp.br | Tel. 55 19 3521-4891

### **Declaração**

Declaro para os devidos fins, que o(a) aluno(a) **MATEUS CARVALHO DE MANCILHA, RA 156673**, foi bolsista junto ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq, com bolsa vigente no período de 01/08/2017 a 31/07/2018, sob a orientação do(a) Prof(a). Dr(a). MARINA ANGELICA MARCIANO DA SILVA (FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA - FOP, UNICAMP) para o desenvolvimento do Projeto "ANÁLISE DA RADIOPACIDADE, TEMPO DE PRESA E ALTERAÇÃO VOLUMÉTRICA DE DIFERENTES CIMENTOS REPARADORES".

**Pró-Reitoria de Pesquisa, 24 de setembro de 2018.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. Marcançola', is written over a faint circular stamp.

Mirian Cristina Marcançola  
PRP / PIBIC - Unicamp  
Matr. 299062