

UNESP - Universidade Estadual Paulista

Faculdade de Odontologia

Campus Araraquara

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENDODONTIA

Frederico Bordini Chaves Faleiros



**Análise do pH, da liberação de íons cálcio e da capacidade
seladora de cimentos contendo hidróxido de cálcio e MTA
utilizados em obturação retrógrada**

Araraquara
2008

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

Frederico Bordini Chaves Faleiros

**Análise do pH, da liberação de íons cálcio e da capacidade
seladora de cimentos contendo hidróxido de cálcio e MTA
utilizados em obturação retrógrada**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

**ARARAQUARA
2008**

FREDERICO BORDINI CHAVES FALEIROS

Nascimento 25/07/1974

Filiação Ozanam Chaves Faleiros
Valentina Bordini Faleiros

1994 – 1997 Graduação em Odontologia. Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

2000 – 2001 Aperfeiçoamento em Endodontia. (carga horária: 120 horas) Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia, FAEPO, Araraquara, Brasil.

2001 – 2003 Especialização em Endodontia. (carga horária: 540 horas) Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, APCD, Araraquara, Brasil.
Título: Materiais utilizados em perfurações de furca.
Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho.

2003 – 2008 Docente das disciplinas de Endodontia e Urgências Endoperiodontais do curso de Odontologia da Universidade de Franca, UNIFRAN.

2006 – 2008 Curso de pós-graduação nível de Mestrado em Odontologia Área de concentração em Endodontia, pela Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Ozanam** e **Valentina**, que dedicaram o máximo de suas vidas para cuidarem da educação de meus irmãos e da minha. Pela conduta moral que sempre seguiram e que foi transmitida aos filhos. Por mostrarem que o caminho da educação vale ser seguido. Hoje, eu e meus irmãos, seguimos a profissão de nossos pais: Educadores.

Sou muito feliz, de coração, pela família que tenho.

Aos meus irmãos, **Maria Clara** e **Pedro**, que apesar de mais novos, são conselheiros, amigos, sempre dispostos a tudo um pelo outro. Juntos somos imbatíveis.

A minha companheira, **Taís**, sempre presente em todos os momentos bons, e também nas dificuldades. Agradeço pela lealdade, amizade, tolerância e pelo amor que sempre me transmitiu, e espero que continue para sempre. Te amo.

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador **Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho**: pessoa que conheci antes de saber o que significava a palavra Endodontia. Responsável direto pelo caminho que resolvi seguir. Obrigado pelos ensinamentos, que sem sombra de dúvidas, continuarão aplicados enquanto eu estiver vivo. Acho importante ter ídolos; e eu tenho um ídolo real.

A **Juliane Maria Guerreiro Tanomaru**: pela presença marcante em todas as fases desse projeto: minuciosa, rigorosa, contribuiu muito para chegarmos ao fim dessa caminhada.

A minha amiga fiel, **Juliana Stuginski Barbosa**, pelo apoio, incentivo, ensinamento e paciência nos momentos que precisei. Obrigado pela ajuda.

Aos amigos da época de graduação, e ainda , muito amigos.

Os araraquarenses; **Rogério Margonar, Fernando Bezzon e Virgínia Mesquita Barros**, pela ajuda nos períodos em que estive nesse cidade que adoro tanto.

Aos amigos do mestrado; **Adriana, Claudia, Érika, Fernando, Guilherme, Hugo e Norberto**, e também, aos hoje mestrandos, **santiago e Paula**, e doutorandos, **Gustavo e Alexandre Bier**.

Obrigado pelas conversas, dicas, alegrias e algumas cervejas no barzinho. Inesquecíveis.

As estagiárias da disciplina de Endodontia, **Juliana e Roberta**, pela dedicação e companhia nas horas geladas do laboratório

A **Mara**, da seção de pós-graduação, pela disponibilidade, alegria e competência .

A todos os **professores da disciplina de Endodontia** dessa Escola. Hoje posso agradecer por muitos anos de aprendizado.

A todos os **professores das disciplinas do mestrado**, que não se cansam de aprender, e nem de ensinar.

Ao técnico “**marinho**” e todos os **funcionários do setor de emergência**. Obrigado pela ajuda.

A todos os **amigos, professores e funcionários** da UNIFRAN, especialmente, **Soraia Marangoni, Fábio Picoli e Adriana Vinholis**, pelo incentivo, apoio e encorajamento para enfrentar essa jornada.

SUMÁRIO

Resumo	10
Abstract	13
1 Introdução	15
2 Revisão da literatura	23
2.1 Avaliação da liberação de íons cálcio e determinação de pH de materiais retrobturadores	23
2.2 Avaliação da capacidade seladora dos materiais retrobturadores	29
3 Proposição	46
4 Capítulo 1 – Análise do pH e liberação de íons cálcio em materiais retrobturadores contendo hidróxido de cálcio e MTA	47
4.1 Resumo	47
4.2 Introdução	48
4.3 Material e métodos	52
4.3.1 Material	52
4.3.2 Métodos	54
4.3.2.1 Leitura do pH	54
4.3.2.2 Leitura da liberação de íons cálcio	54
4.3.3 Análise estatística	55
4.4 Resultados	56
4.5 Discussão	59
4.6 Conclusão	65
4.7 Referências	66
5 Capítulo 2 – Análise da capacidade seladora em materiais retrobturadores contendo hidróxido de cálcio e MTA	69
5.1 Resumo	69
5.2 Introdução	70
5.3 Material e métodos	74

5.3.1 Análise estatística.....	78
5.4 Resultados.....	79
5.5 Discussão.....	80
5.6 Conclusão.....	84
5.7 Referências	85
6 Conclusões	89
Referências	90
ANEXOS	97

Resumo

Novos materiais retrobturadores são propostos, destacando-se os cimentos que contém hidróxido de cálcio ou à base de trióxido mineral agregado (MTA). O cimento endodôntico Sealer 26 e o MTA são indicados em obturações retrógradas. Recentemente, o cimento à base de MTA denominado Endo CPM Sealer foi proposto. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a liberação de íons cálcio e o pH proporcionado por alguns cimentos utilizados em obturação retrógrada: 1- Sealer 26, 2- MTA, 3- Endo CPM Sealer e 4- Endo CPM Sealer em maior proporção pó/líquido e 5- Óxido de zinco e eugenol (OZE). Para análise do pH e cálcio, os materiais foram inseridos em tubos de polietileno medindo 1,5 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento e imersos em frascos com 10 mL de água destilada. As avaliações foram realizadas nos períodos de 3, 6, 12, 24 e 48 horas, 7, 14 e 28 dias. Os tubos foram transferidos após cada período experimental em novos frascos contendo 10 mL de água destilada. A mensuração do pH das soluções foi realizada por meio de pHmetro digital. A liberação de cálcio foi estudada por meio da espectrofotometria de absorção atômica. Também foi avaliada a capacidade seladora dos mesmos materiais em obturações retrógradas.

Foram utilizados dentes unirradiculados humanos, cujos canais radiculares foram instrumentados e obturados com cones de guta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol. Após a secção de 3 mm apicais, cavidades retrógradas com 3 mm de profundidade foram preparadas com auxílio de pontas de ultra-som. Os dentes foram divididos em cinco grupos experimentais, de acordo com o material utilizado para obturação retrógrada (n=12) e dois grupos controles (n=3), sendo um sem material retrobturador e outro com impermeabilização total incluindo a superfície apical. Os dentes foram imersos em corante Rodamina B a 0,2% por 48 horas em ambiente com vácuo. Após secção longitudinal, foram obtidas imagens digitais, as quais foram analisadas em programa de análise de imagens (Image Pró Plus 6.1). Os dados de pH, liberação de íons Ca^{++} (aquoso) e infiltração marginal foram submetidos à análise variância com 5% de significância e teste de Tukey para comparação entre os grupos experimentais. Nas primeiras 12 horas o Sealer 26 apresentou maior valor médio de pH em relação aos demais cimentos. A partir de 24 horas, não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos Sealer 26, MTA Angelus e Endo CPM Sealer. Os cimentos Sealer 26 e MTA Angelus apresentaram semelhante liberação de íons cálcio. Os resultados indicaram que houve uma liberação de íons cálcio maior para o cimento Endo CPM Sealer em consistência normal em comparação aos demais cimentos avaliados em quase todos os períodos de tempo, exceto no período de 48 horas, quando foi semelhante ao Endo CPM Sealer em

maior consistência e no período de 28 dias, quando foi semelhante ao Sealer 26 ($p > 0,05$). O Sealer 26 demonstrou maior capacidade seladora que os demais materiais avaliados ($p < 0,05$). Os materiais MTA, CPM Sealer, CPM Sealer mais consistente e OZE apresentaram capacidade seladora semelhante ($p > 0,05$).

Palavras-chave: Endodontia; Obturação retrógrada; alcalinização; infiltração dentária.

Abstract

New root-end filling materials are proposed. The most important are that containing calcium hydroxide, or based on mineral trioxide aggregate (MTA). The endodontic sealers Sealer 26 and MTA are used in retrograde obturation. Recently, the cement-based MTA called Endo CPM Sealer has been proposed. The aim of this study was to evaluate the release of calcium ions and pH provided by some materials used in retrograde filling: 1 - Sealer 26, 2 - MTA, 3 - Endo CPM Sealer and 4 - Endo CPM Sealer in greater proportion powder / liquid and 5 - Zinc oxide and eugenol (ZOE). For analysis of pH and calcium, the materials were put in tubes of polyethylene measuring 1.5 mm in diameter and 10 mm in length and immersed in bottles with 10 mL of distilled water. Evaluations were performed in periods of 3, 6, 12, 24 and 48 hours, 7, 14 and 28 days. The tubes were transferred after each experimental period in new bottles containing 10 mL of distilled water. The measurement of pH of the solutions was done through a digital pHmeter. The release of calcium was studied by means of atomic absorption spectrophotometry. It was also evaluated the sealing ability of the same materials in retrograde obturations. One rooted human teeth were used, whose root canals were instrumented and filled with gutta-percha cones and zinc oxide and eugenol sealer. After the section of 3 mm apical, retrograde cavities with 3 mm depth were prepared using ultrasound tips. The teeth were divided into five experimental groups, according to the material used for retrograde

filling (n = 12) and two control groups (n = 3), one without material and the other with total impermeabilization including apical surface. The teeth were immersed in a Rodamina B 0.2% dye for 48 hours in vacuum environment. After longitudinal section, digital images were obtained, which were analyzed in an image analysis software (Image Pro Plus 6.1). The data of pH, calcium release (aqueous) and marginal leakage were submitted to the analysis of variance with 5% significance and Tukey test for the comparison between experimental groups. In the first 12 hours the Sealer 26 had higher average value of pH than the other cements. After 24 hours, there was no statistically significant difference between the cement Sealer 26, MTA Angelus and Endo CPM Sealer. The cement Sealer 26 and MTA Angelus had similar release of calcium ions. The results indicated that there was a better release of calcium ions with Endo CPM Sealer in normal consistency in comparison to other cements evaluated at almost all time periods, except in the period of 48 hours when it was similar result comparing with Endo CPM Sealer in greater consistency and in the period of 28 days, when it was similar to the Sealer 26 ($p > 0.05$). The results about the sealing ability showed a statistically significant difference between the Sealer 26 group and the other evaluated materials ($p < 0.05$). The materials MTA, CPM Sealer, CPM Sealer more consistent and ZOE presented similar sealing ability ($p > 0.05$).

Key-words: Endodontics; Retrograde Obturation; Alkalinization; Dental Leakage

1 *Introdução*

Apesar da evolução de materiais e técnicas utilizadas em Endodontia, a complexidade anatômica e persistência da infecção endodôntica no sistema de canais radiculares podem conduzir ao insucesso do tratamento endodôntico convencional. Nestas situações, o procedimento cirúrgico pode estar indicado por meio da realização de cirurgia pararendodôntica (Kim; Kratchman, 2006).

Dentre as modalidades cirúrgicas existentes, a obturação retrógrada, consistindo em preparo de cavidade apical e preenchimento com material retrobturador. O material utilizado deve apresentar propriedades físicas , químicas e mecânicas adequadas e compatibilidade biológica (Abedi; Ingle, 1995).

A grande quantidade de materiais retrobturadores existentes atualmente demonstra a busca por um material ideal. O amálgama foi um material largamente utilizado em obturações retrógradas. Entretanto, lentamente foi substituído por materiais contendo óxido de zinco e eugenol (OZE) como o IRM e SuperEBA. Estudos relatam que cimentos contendo OZE são superiores ao amálgama em termos de selamento e biocompatibilidade (Bondra et al., 1989; Pitt Ford et al., 1994;1995, Szeremeta et al., 1985).

Dentre as propriedades biológicas de um material retrobturador ideal, a biocompatibilidade e potencial para indução de tecido mineralizado apical e periapical merecem destaque. O material obturador ou retrobturador pode estimular o processo de mineralização, sendo importante que o mesmo apresente capacidade de alcalinização e proporcione liberação de íons cálcio (Estrela et al., 1995; Holland et al., 1999; 2002). O pH alcalino ativa a fosfatase alcalina, favorecendo a deposição de tecido mineralizado. O cálcio favorece a mineralização, pois reage com o gás carbônico e oxigênio tecidual formando carbonato de cálcio, o qual, segundo Seux et al (1991), participa como matriz para o processo de calcificação. Na busca de materiais que apresentem esta característica, a inclusão do hidróxido de cálcio na formulação de cimentos endodônticos tem sido realizada (Holland; Souza, 1985; Silva et al, 1997; Duarte et al, 2004). Alguns estudos in vitro avaliam o pH e a liberação de cálcio de cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio (Tagger et al, 1998; Silva et al, 1997; Duarte et al, 2000).

O cimento Sealer 26 é um cimento endodôntico com resina epóxica e hidróxido de cálcio na composição. Este cimento tem sido também indicado em obturações retrógradas, sendo preparado com maior proporção pó/resina em relação ao seu uso em obturação de canais radiculares com intuito de facilitar a sua manipulação e melhorar a biocompatibilidade (Tanomaru-Filho et al., 2006).

O Sealer 26 tem demonstrado boa capacidade seladora (Tanomaru Filho et al., 1995; Siqueira et al., 2001) e ótima habilidade em prevenir infiltração bacteriana (Siqueira et al., 2001). Utilizando o Sealer 26 em obturações retrógradas em dentes de cães com lesão periapical, Tanomaru-Filho et al., em 2006, compararam os resultados de reparação periapical em relação aos materiais ProRoot MTA e Sealapex acrescido de óxido de zinco. Os resultados obtidos mostraram reparação periapical semelhante para todos os materiais testados.

Alguns estudos sobre pH e liberação de cálcio demonstram que o cimento Sealer 26 apresenta menor potencial de alcalinização do meio e liberação de cálcio que outros cimentos endodônticos que contém hidróxido de cálcio na formulação (Silva et al, 1997; Duarte et al, 2000). No entanto, tais estudos foram realizados com material em proporção usada para obturação de canais radiculares. Na proporção usada em obturações retrógradas, maior quantidade de pó é incorporada ao material, o que pode, conseqüentemente, aumentar a proporção de hidróxido de cálcio, presente no pó. Estudos de pH e liberação de cálcio nesta proporção não são relatados.

Dentre os materiais retrobturadores, destaca-se o Mineral Trióxido Agregado (MTA), desenvolvido na Universidade de Loma Linda, USA, composto de silicato tricálcio, alumina tricálcio e outros óxidos minerais. O MTA apresenta capacidade seladora satisfatória como material usado na retrobturação (Torabinejad et al., 1993, 1994), bem

como no selamento de perfurações radiculares (Lee et al., 1993). O MTA também apresenta biocompatibilidade adequada tanto nos casos de obturações retrógradas (Torabinejad et al. 1997), como no tratamento de perfurações radiculares (Holland et al., 2001). Em 1999 o MTA foi lançado comercialmente como ProRoot MTA pela Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma, USA. Há similaridade entre o cimento MTA e o cimento Portland utilizado na construção civil. Uma análise comparativa entre os dois cimentos revelou que não há diferenças significativas entre ambos, exceto pela adição de óxido de bismuto ao cimento MTA com a intenção de aumentar a radiopacidade (Estrela et al., 2000; Fuentes et al., 2003).

O fabricante do ProRoot MTA modificou a composição e informações contidas na bula original, acrescentando que o material apresentava na composição 75% de cimento Portland, 20% de óxido de bismuto e 5% de sulfato de cálcio di-hidratado (Bernabé; Holland, 2003; Bortoluzzi et al., 2006). Estas mudanças foram adotadas para melhoria das características inerentes a manipulação, cor e biocompatibilidade (Mittchell et al., 1999; Bernabé et al., 2005). Entretanto, ainda o MTA apresenta dificuldades em relação à técnica de manipulação e inserção em cavidade durante a retrobturação e ao seu tempo de presa. Um dos maiores problemas é identificado quando a manipulação é realizada segundo as indicações do fabricante (pó/líquido, 3:1) a mistura resultante é arenosa e granular, o que dificulta a inserção e a compactação, e facilita o deslocamento do material (Kogan et al., 2006; Pelliccioni et al., 2007).

Uma vez que a mistura torna-se seca, perde a coesão e torna-se de difícil manipulação (Lee, 2000). Fridland e Rosado (2003) observaram que a solubilidade do cimento ProRoot MTA aumentava conforme aumentava a quantidade de líquido da mistura o que sugeriria que a formação de hidróxido de cálcio seria maior e mais vantajoso para sua biocompatibilidade. Entretanto, a consistência adquirida após a mistura pelo material leva às dificuldades já citadas.

O MTA possui um pH alcalino (Duarte et al., 2003; Santos et al., 2005; Bortoluzzi et al., 2006) e segundo Holland et al. (1999) e Holland et al. (2001) possui o mecanismo de ação semelhante ao do hidróxido de cálcio.

A capacidade seladora dos materiais retrobturadores também é um fator importante na escolha dos mesmos com objetivo de prevenir a microinfiltração, ou seja, a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede da cavidade e o material retrobturador. A capacidade seladora pode ser aferida por métodos que utilizem a infiltração de soluções de corante, infiltração bacteriana ou filtração de fluidos. A infiltração de soluções corantes tem como vantagem o fácil manuseio, baixo custo e a possibilidade de avaliação quantitativa (Youngson et al., 1998). Os corantes utilizados nestes estudos foram azul de metileno (Torabinejad et al., 1994; Youngson et al., 1998), fucsina (Gagliani et al., 1998), nanquim da Índia (Andelin et al., 2002; Barthel et al., 1999) e

Rodamina B (Torabinejad et al., 1993; Kubo et al., 2005; Bortoluzzi et al., 2006; Souza et al., 2006).

A capacidade seladora do cimento Sealer 26 em obturação retrógrada foi avaliada em estudo de selamento bacteriano por Siqueira Júnior et al. (2001), que encontraram boa capacidade seladora para o material. Estudos apontam como satisfatória a capacidade seladora de cimentos a base de OZE como o SuperEBA (Anitkul et al., 1998; Adamo et al., 1999; Scheerer et al., 2001; Tang et al., 2002) e de cimentos a base de hidróxido de cálcio como o MTA (Adamo et al., 1999; Gandolfi et al., 2007; Maltezos et al., 2006; Scheerer et al., 2001; Tang et al., 2002; Taveira, 2005) e também do cimento Portland (Bortoluzzi et al., 2006).

O tempo de presa do material retrobturador pode influenciar na capacidade seladora. O MTA apresenta ainda como dificuldade técnica um período de presa que inicialmente foi aferido em 3 horas (Torabinejad et al., 1995), o que indicava aos clínicos a utilização de barreira adicional com tempo de presa inferior para proteção da integridade do MTA durante a sua presa, sobretudo em retrobturação (Kogan et al., 2006). Atualmente, após a modificação da composição química do produto (Asgary et al., 2005), o MTA apresenta tempo de presa médio de 50 a 202 minutos (Islam et al., 2006; Kogan et al., 2006; Ber et al., 2007). As diferenças presentes no tempo de presa podem estar relacionadas à técnica empregada durante a metodologia de pesquisa (Ber et al., 2007).

A semelhança entre o MTA e o cimento Portland sugere que alguns dos recursos utilizados para melhoria das características físicas, químicas e mecânicas do cimento Portland possam ser utilizados no cimento MTA. A adição de agentes aceleradores reduz o tempo de presa do cimento Portland. Um dos agentes utilizados mais comumente é o cloreto de cálcio, cuja adição reduziu o tempo de presa do MTA de 50 para 20 minutos e facilitou a manipulação do cimento (Kogan et al., 2006) e pode permitir uma melhora da capacidade seladora (Ber et al., 2007). Bortoluzzi et al. (2006) relatam que a adição do cloreto de cálcio melhorou a capacidade seladora dos cimentos de MTA.

A partir de estudos clínicos que sugerem modificações na formulação do MTA, recentemente foi desenvolvido e lançado na Argentina o cimento endodôntico Endo CPM Sealer (EGEO S.R.L. Bajo licencia MTM Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina). CPM significa “Cimento Portland Modificado”. Segundo o fabricante, o Endo CPM Sealer apresenta características especiais de plasticidade, aderência, tamanho das partículas, pH, tolerância biológica, histocompatibilidade, estimulação osteogênica e escoamento. O Endo CPM Sealer está indicado para utilização como cimento obturador de canais radiculares, podendo ser usado em perfurações radiculares ou de furca; e em cirurgias para tratamento de perfurações radiculares; material retrobturador.

Ferreira et al. (2005) avaliaram a composição química do MTA Angelus em comparação ao Endo CPM Sealer. Os mesmos elementos

estavam em predominância nas amostras indicando que a formulação básica do Endo CPM Sealer é a mesma do MTA, exceto o Endo CPM Sealer que contém também quantidade significativa de sulfato de bário. Na bula fornecida pelo fabricante do produto, há relato de acréscimo de sulfato de bário, carbonato de cálcio, alginato de propilenoglicol, propilenoglicol, citrato de sódio e cloreto de cálcio.

A capacidade de selamento marginal apical do Endo CPM Sealer foi verificada em comparação ao Sealer 26, N-Rickert e ionômero de vidro usando metodologia com corante Rodamina B a 1%. Os resultados mostraram que o maior índice de infiltração foi apresentado pelo Endo CPM Sealer (Silveira; Lage-Marques, 2006). O Endo CPM Sealer apresentou tempo de presa final menor do que o cimento Portland cinza puro e também não houve diferenças significativas entre os cimentos com relação à reação inflamatória (Ortíz-Oropeza, 2007). Na bula fornecida pelo fabricante há especificação da presença de cloreto de cálcio na formulação do Endo CPM Sealer, o que explicaria o tempo de presa apresentado pelo mesmo.

Por se tratar de uma nova opção entre os materiais à base de MTA, é oportuna a avaliação das propriedades físico-químicas do Endo CPM Sealer, comparativamente a outros materiais utilizados em obturações retrógradas.

2 Revisão da literatura

2.1 Avaliação da liberação de íons cálcio e determinação de pH dos materiais retrobturadores

Analisando várias propriedades físico-químicas de cimentos que contém hidróxido de cálcio, Siqueira et al., em 1995, estudaram o pH dos cimentos Sealapex, Sealer 26 e Apexit, comparando com o cimento de Grossman que é à base de óxido de zinco e eugenol. A liberação de íons hidroxila foi avaliada 30, 60 minutos e 7 dias após. Segundo os autores todos os materiais com cálcio foram capazes de alcalinizar o meio.

Torabinejad et al. (1995) realizaram estudos para relatar as capacidades físicas, químicas e mecânicas do material MTA. Com relação ao pH, o MTA apresentou valor de 10,2 logo após a hidratação com água destilada e 12,5 após 3 horas da mistura. Com relação à composição, os principais íons presentes no MTA foram os de cálcio e fósforo. Segundo os autores, a alta biocompatibilidade do material quando em contato com células e tecidos decorre do fato de cálcio e fósforo ser os principais constituintes dos tecidos dentais.

Silva et al. (1997) utilizaram espectrofotometria de absorção atômica para avaliar a concentração iônica do cálcio bem como pHmetro para avaliar a alcalinização do meio promovida por quatro cimentos

endodônticos com hidróxido de cálcio em sua fórmula (Sealapex, CRCS, Sealer 26 e Apexit). Cinco Amostras de cada material foram colocadas em 50 ml de água destilada e analisadas após 0, 1, 2, 4, 6, e 24 horas, 5, 15, e 30 dias. Os resultados demonstraram que o Cimento Sealapex possui o maior pH, bem como maiores valores de liberação de cálcio ($p < 0.05$) durante todo o experimento, seguido pelo CRCS, Apexit e Sealer 26.

Duarte et al. (2000) estudaram a liberação de cálcio e o pH de três cimentos endodônticos: Sealapex, Sealer 26 e Apexit. Para isso inseriram os cimentos em tubos com 1 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro e colocados em 10 ml de água deionizada. Os dados foram coletados 24 e 48 horas, 7 e 30 dias após a manipulação. Após o período de 48 horas, o Sealapex produziu um meio mais alcalino e liberou mais íons cálcio que os outros cimentos. Analisando os resultados os autores concluíram que o Sealapex apresenta os maiores índices de liberação de íons hidroxila e cálcio, principalmente nos intervalos de tempo maiores, enquanto que o Sealer 26 apresentou maior liberação nos períodos iniciais (isto é, durante a presa do cimento). Apexit apresentou os resultados menos satisfatórios.

Holland et al. (2002) estudaram a deposição de sais de cálcio no tecido conjuntivo de ratos por meio do método Von Kossa. Após a implantação de tubos de dentina contendo cimentos endodônticos que possuem hidróxido de cálcio na fórmula, verificaram que os cimentos Sealapex, Sealer 26 e Sealer Plus, bem como o Trióxido Mineral

Agregado (MTA) induziram a mineralização tecidual sendo esta mais evidente com o Sealapex. Neste estudo, o único material que possui hidróxido de cálcio na fórmula e ainda assim não induziu a deposição de sais de cálcio foi o cimento CRCS.

Deal et al. (2002) avaliaram o ProRoot MTA, o cimento de Portland e um MTA experimental com a presença de aceleradores de presa. Após a manipulação, os valores de pH apresentados foram em média 11,6 para o cimento ProRoot MTA, 11,72 para o cimento Portland e 11,74 para o cimento experimental. Após 30 minutos da mistura, os valores estavam em 12,3 para o ProRoot MTA e cimento Portland. O cimento experimental não pode ser aferido, pois já estava sólido. Os tempos de presa dos materiais foram avaliados sendo de 2 horas e 36 minutos para o ProRoot MTA, 2 horas e 39 minutos para o cimento Portland e 17 minutos para o MTA com acelerador de presa.

Duarte et al. (2003) avaliaram o pH e liberação de íons cálcio do MTA de duas marcas comerciais: ProRoot e MTA-Angelus. Estes foram introduzidos em tubos plásticos e imersos em água deionizada. Após períodos de 3, 24, 72 e 168 horas a água onde eles estavam imersos foi avaliada através de pHmetro e espectrofotometria de absorção atômica para determinar as modificações do pH e liberação de cálcio. Os autores chegaram a conclusão de que os dois materiais liberam cálcio e promovem um pH alcalino.

Estudando a solubilidade do MTA, Fridland e Rosado (2003) avaliaram a influencia da proporção pó-líquido. Determinaram também a composição química dos sais dissolvidos pelo MTA. As proporções estudadas foram: 0,26; 0,28; 0,30 e 0,33 g de água por grama de cimento. Esta última é a proporção recomendada pelo fabricante. Os autores verificaram que a solubilidade aumenta conforme aumenta a proporção pó-líquido, bem como foram encontradas diferenças significantes nos tempos de presa dos espécimes. A análise química dos sais liberados pelo MTA na água identificou o cálcio como principal componente químico. O pH da solução foi altamente alcalino, variando de 11,94 a 11,99. Os autores afirmam que o cálcio encontrado na solução deve ser na forma hidróxido pelo alto pH. Ainda, que essa habilidade em liberar hidróxido de cálcio é de significado clínico, pois permite para o MTA a capacidade de induzir a mineralização.

Duarte et al. (2004) estudaram a liberação de cálcio e o pH do cimento AH Plus e AH Plus acrescido de hidróxido de cálcio nas concentrações de 5 e 10%. Os materiais foram preparados e colocados em tubos de 10 mm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro. 4ml da água eram removidos para análise após 24 e 48 horas e após 7, 14, e 30 dias, sendo então o pH e a liberação de cálcio mensurados através de pHmetro e espectrofotometria de absorção atômica, respectivamente. Após a análise estatística, os resultados mostraram um pH mais alcalino para as amostras de cimento acrescidas de hidróxido de cálcio, levando os

autores a concluir que a adição de hidróxido de cálcio a este cimento favorece a obtenção de um pH mais alcalino bem como a liberação de íons cálcio.

Estudo semelhante foi realizado por Santos et al. (2005). Estes autores estudaram a liberação de cálcio, o pH e a condutividade do MTA-Angelus e um novo cimento cuja composição é o cimento Portland, um gel composto de água, sulfato de bário e um emulsificador para facilitar a sua utilização. Para isso os dois materiais foram espatulados e inseridos em tubos de 1 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento (n=5) e mergulhados em 10 ml de água deionizada a qual foi analisada nos períodos de 24, 48, 72, 96, 192, 240 e 360 horas. Em cada período os tubos contendo os materiais eram colocados em novos frascos com água deionizada. A mesma solução foi utilizada para análise de todos os parâmetros estudados. A concentração de cálcio foi obtida em espectrofotômetro de absorção atômica. Os resultados demonstraram pequena diferença nas primeiras 24 horas, onde o cimento experimental liberou mais íons cálcio do que o MTA-Angelus. Nos demais períodos, os dois materiais se comportaram de modo semelhante, liberando íons cálcio e hidroxila até o último período de avaliação (360 horas).

Bortoluzzi et al. (2006) avaliaram o pH e a liberação de cálcio do MTA ProRoot, do MTA Branco e do cimento Portland branco, com ou sem a adição de um acelerador (cloreto de cálcio). Os materiais foram espatulados e inseridos em tubos de polietileno de 10mm de comprimento

e 1 mm de diâmetro interno e colocados em potes contendo 10 ml de água bidestilada. Após 30, 60 minutos e 24 horas foram avaliados o pH e a liberação de cálcio, por meio de pHmetro e espectrofotometria de absorção atômica respectivamente. A análise dos resultados demonstrou que o uso do cloreto de cálcio não interferiu no pH dos produtos e ainda proporcionou uma maior liberação de cálcio após 24 horas.

Eldeniz et al. (2007) propuseram um estudo in vitro para avaliar o pH e a capacidade de liberação de cálcio do cimento Acroseal (Septodont, Saint Maur Fosses, France), um novo cimento a base de hidróxido de cálcio, e compararam os resultados aos apresentados pelos cimentos Apexit e Sealapex. Os materiais foram espatulados e inseridos em tubos de polietileno de 10 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro. Os tubos foram imersos em potes contendo 10 ml de água bidestilada, que foram selados e estocados a 37°C. Tubos vazios imersos em água bidestilada compuseram o grupo controle. Em intervalos de 24 horas, 96 horas, 7, 15 e 28 dias o pH da água bidestilada e a liberação de íons de cálcio foram avaliados através de pHmetro e espectrofotometria respectivamente. Os resultados demonstraram que o cimento Sealapex produziu pH e liberação de íons de cálcio em valores significativamente maiores do que os demais cimentos em todos os tempos. Apexit mostrou maior liberação de íons de cálcio do que o Acroseal ao final de 15 dias. Não houve diferença significativa entre o pH dos cimentos Apexit e Acroseal.

2.2 Avaliação da capacidade seladora dos materiais retrobturadores

Torabinejad et al. (1993) realizaram um estudo in vitro comparando o MTA com o SuperEBA (cimento a base de OZE). Para isso foram utilizadas 34 raízes, padronizadas quanto ao comprimento, cujos canais foram instrumentados e obturados. Foi realizada secção de 3 mm do comprimento das raízes a partir do ápice dental, preparo cavitário e retrobturação com os materiais avaliados. Empregou-se técnica de infiltração de corante com Rodamina B e avaliação da infiltração marginal através de microscopia confocal. Os resultados indicaram que os índices de infiltração foram menores no grupo que utilizou o MTA.

Em 1994, Torabinejad et al. avaliaram então a capacidade seladora quanto a presença ou não de sangue em retrocavidades preenchidas com amalgama de prata, Super EBA, IRM e MTA. Foram utilizados 90 dentes humanos extraídos. Após impermeabilização, realizou-se a secção da porção apical em 2 mm e preparo das retrocavidades. Os espécimes foram divididos conforme os materiais empregados e subdivididos conforme contaminação com sangue previamente à inserção do material. Após a imersão em azul de metileno a 1% por 72 horas. A infiltração do corante foi avaliada. Os resultados indicaram que a presença de sangue não apresentou efeito significativo

na infiltração do corante e que o MTA permitiu menor infiltração estatisticamente significativa em comparação aos demais cimentos.

Tanormaru-Filho et al. (1995) avaliaram a capacidade seladora dos cimentos N-Rickert, CRCS e Sealer 26 em obturações retrógadas. Foram utilizados 30 caninos humanos que foram submetidos a tratamento endodôntico. Foi realizada secção da porção apical, preparo da retrocavidade e retrobturação com os cimentos aleatoriamente. As raízes foram submersas em solução de azul de metileno a 2% por 7 dias a 37°C. Os resultados indicaram que o Sealer 26 obteve o melhor selamento apical seguido dos cimentos CRCS e N-Rickert. Houve diferença estatística entre o Sealer 26 e o cimento N-Rickert.

Fischer et al. (1998) avaliaram a capacidade de selamento do MTA, Super EBA, IRM e amálgama quando empregados em retrobturação. Cinquenta e seis dentes unirradiculares foram utilizados no experimento. Após o preparo endodôntico, apicectomia, preparo cavitário e retrobturação os dentes foram impermeabilizados com esmalte de unha, colocados dentro de um tubo de plástico com meio de cultura e presos na região da junção cimento-esmalte. Foram inoculados 0,1 ml de cultura bacteriana e coloração que muda de cor conforme a infiltração de bactérias. Os dentes foram avaliados no período de 120 dias. O MTA promoveu um melhor selamento apical significativamente do que os demais materiais. Após 120 dias, 60% das amostras com MTA foram coradas.

Adamo et al. (1999) compararam MTA, Super-EBA, resina composta fotopolimerizável com agente adesivo e amálgama com e sem agente adesivo, materiais retrobturadores, com relação a sua capacidade seladora. O estudo foi realizado in vitro utilizando 60 dentes humanos uniradiculares extraídos. Os dentes foram instrumentados e retrocavidades de 3 mm preparadas sendo preenchidas com os materiais. Dois grupos controles também foram realizados, um positivo e um negativo. Verniz cavitário foi aplicado a toda a raiz, exceto na retrocavidade para prevenir infiltração bacteriana marginal. As amostras foram esterilizadas por 12 horas com óxido etileno. 3 a 4 mm da parte apical das raízes foram imersas em BHI com um indicador vermelho de fenol. Cada espécime, na sua porção coronal, era inoculado a cada 48 horas com uma suspensão de *Streptococcus salivarius*. O meio de cultura era observado a cada 24 horas para verificação de mudança de coloração, o que indicaria contaminação bacteriana. O estudo foi acompanhado por 12 semanas. Na quarta semana 10% dos espécimes de cada grupo experimental apresentou evidência de infiltração. Não foram observadas diferenças entre os grupos experimentais nas 12 semanas.

Aqrabawi (2000) avaliou a capacidade seladora do Super EBA, amálgama e MTA como materiais retrobturadores. Com metodologia semelhante à utilizada por Torabinejad et al. (1994) e utilizando técnica de infiltração do corante azul de metileno 1% onde 79 raízes foram

submersas por 72 horas, o autor concluiu que o MTA foi o material que se mostrou mais resistente à penetração do corante na interface com a superfície dentinária.

Siqueira Jr. et al. (2001) avaliaram a capacidade seladora in vitro de três materiais utilizados em retrobturação: um cimento resinoso (Sealer 26) espessado, um cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado (IRM) e um cimento de ionômero de vidro (Fuji IX). Os dentes retrobturados foram colocados em aparatos e então imersos em saliva humana. O número de dias que as bactérias levaram para penetrar o material retrobturador foi determinado. Avaliação foi conduzida por 60 dias. Infiltração foi observada em todos os dentes do grupo Fuji IX e em 95% dos dentes do grupo IRM. 66% dos dentes retrobturados com Sealer 26 apresentaram infiltração. Nenhuma diferença estatística foi observada entre os cimentos Fuji IX e IRM. Entretanto, Sealer 26 apresentou maior efetividade em prevenir a infiltração bacteriana quando comparado a outros materiais testados.

Dalçóquio et al. (2001) realizaram um estudo para observar a capacidade de selamento apical após retrobturação dos materiais MTA, Ketac-Fill, IRM, ionômero de vidro e cianocrilato. Após apicectomia, preparo e retrobturação, 120 raízes dentárias humanas foram imersas em corante azul de metileno e analisadas por espectrofotometria aos 2, 7 e 60 dias. Os resultados foram superiores para o MTA, sendo que, somente aos 7 dias os valores foram estatisticamente significantes.

Bernabé et al. (2002) avaliaram a capacidade de selamento do MTA, IRM, Super EBA, ionômero de vidro e amálgama de prata com verniz cavitário em 70 dentes humanos. Após apicectomia e preparo de retrocavidades com ultra-som foi realizado retrobturações. Os espécimes foram submergidos em azul de metileno. Os resultados exibiram menor índice de infiltração no grupo do MTA quando comparado com os outros materiais.

Gonçalves e Bramante (2002) avaliaram a capacidade seladora do Super EBA e do MTA em quatro técnicas diferentes de obturação retrógrada: cavidades preparadas com broca de aço n° 2, tratamento endodôntico via retrógrada realizado com auxílio de limas, associação de ambas as técnicas e técnica de canalização. Os espécimes depois de preparados e retrobturados foram submersos em corante Rodamina B por 72 horas em estufa a 37°C. Não houve diferenças significantes entre os materiais em todas as técnicas estudadas.

Bernabé et al. (2004) avaliaram a capacidade seladora do MTA Angelus, do ProRoot MTA, cimento Portland e do cimento Sealapex consistente. Sessenta dentes humanos foram instrumentados e obturados com cimento Sealapex pela técnica de condensação lateral ativa. Os dentes foram impermeabilizados e seccionados os 3 mm apicais. Com auxílio de pontas ultra-sônicas diamantadas, foram preparadas as retrocavidades e retrobturadas aleatoriamente. Após a presa dos materiais, os espécimes foram submersos em azul de metileno a 2% em

pH neutro e ambiente à vácuo, mantidos por 24 horas. Após lavagem e secagem dos corpos de prova, os dentes foram seccionados longitudinalmente para avaliação da infiltração do corante. Imagens foram capturadas por uma câmara acoplada a um microscópio e analisadas com o auxílio do programa SigmaScan. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as infiltrações ocorridas.

Pereira et al. (2004) avaliaram a capacidade de selamento do MTA, do Super EBA, de um cimento de ionômero de vidro reforçado por resina (Vitremer) e de um amálgama sem zinco (GS-80) (controle). Os canais radiculares de oitenta molares inferiores humanos foram acessados, limpos, modelados e obturados. Os ápices foram seccionados, e as cavidades, preparadas. Os dentes foram divididos em 4 grupos de 40 cavidades, retrobturados com os materiais e imersos em azul de metileno por 72 horas a 37°C. As raízes foram então seccionadas transversalmente a cada milímetro e avaliadas sob aumento, observando-se a penetração de corante a cada corte. Os dados foram avaliados usando-se o teste de Kruskal-Wallis (5%), que mostrou diferenças entre todos os materiais ($p < 0,001$). A ordem crescente de infiltração marginal foi MTA < Vitremer < Super EBA < amálgama. Níveis mais altos de infiltração foram observados nos cortes de primeiro milímetro de amálgama, Vitremer e MTA, quando comparados com o terceiro milímetro ($p < 0,05$).

Araújo et al. (2004) avaliaram, *in vitro*, a qualidade do selamento apical de materiais retrobturadores à base de MTA, por teste de infiltração de corante. Sessenta e seis pré-molares inferiores humanos, extraídos, apresentaram os sistemas de canais radiculares instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral, com cones de guta-percha e cimento Endomethasone. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos de 20, de acordo com os materiais retrobturadores empregados: MTA, IRM, e Pro Root MTA Dentsply, sendo imersos em solução de tinta nanquim, por 12 horas a 37°C . As raízes foram diafanizadas e analisadas em lupa estereoscópica. A qualidade do selamento apical foi avaliada, em relação à infiltração do corante, entre as paredes do canal e o material retrobturador. O IRM apresentou uma média de infiltração significativamente maior que as duas marcas de MTA. Apesar de não existir diferença estatística na qualidade do selamento apical das diferentes marcas comerciais de MTA, ambos foram significativamente diferentes do IRM, que demonstrou maiores níveis de microinfiltração.

Taveira (2005) testou a capacidade seladora *in vitro* dos cimentos MTA Angelus cinza, MTA Angelus branco e Sealapex acrescido de óxido de zinco frente à infiltração bacteriana. Para isso utilizou 80 dentes humanos extraídos. Após secção da coroa radicular, os dentes foram instrumentados e divididos aleatoriamente em três grupos experimentais (um para cada cimento) e dois grupos controles, um

positivo e um negativo. As raízes foram seccionadas e retrocavidades de 3 mm foram realizadas. Estas cavidades foram preenchidas com os cimentos. As raízes foram inseridas e fixadas com Araldite em tubos de microcentrífugas. Este conjunto foi esterilizado e montado em frascos tipo penicilina contendo 5 ml de caldo BHI esterilizado. Após este procedimento, cultura de *Enterococcus faecalis* foi introduzida no interior do tubo de microcentrífuga. Todo o aparato experimental foi mantido em estufa a 37°C por 120 dias, verificando diariamente a turvação do meio. Os cimentos testados comportaram-se de maneira semelhante frente à infiltração bacteriana durante o período experimental testado.

Tanomaru-Filho et al. (2005) relataram que tem sido demonstrada a incompatibilidade de materiais alcalinos com a solução corante de azul de metileno utilizada em testes de infiltração marginal. Os autores realizaram um estudo para analisar a influência de diferentes soluções corantes na avaliação do selamento apical proporcionado pelo agregado de trióxido mineral. Cinquenta e seis caninos humanos extraídos tiveram seus canais radiculares instrumentados e obturados. Após a secção da porção apical, cavidades retrógradas foram preparadas e os dentes divididos aleatoriamente em quatro grupos experimentais (n = 13) e dois controles (n = 2). Foram utilizados os seguintes materiais retrobturadores: grupos 1 e 2 – Pro Root MTA (Dentsply); grupos 3 e 4 – cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE). Em seguida, os dentes dos grupos 1 e 3 foram imersos em solução de Azul de Metileno a 2% e dos

grupos 2 e 4 em solução de Rodamina B a 0,2% por 48 horas em ambiente com vácuo. Decorrido este período, os dentes foram seccionados longitudinalmente, e a infiltração marginal foi analisada. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística (Análise de variância e teste de Tukey). Os resultados demonstraram que o Grupo 1 apresentou menor infiltração apical que os demais ($p < 0,05$). Conclui-se que a avaliação da capacidade seladora do MTA é influenciada pela solução corante, uma vez que o mesmo apresentou melhores resultados com o Azul de Metileno e infiltração marginal semelhante à do OZE quando avaliado em solução de Rodamina B.

Kubo et al. (2005) utilizaram corantes com a proposta de avaliar a infiltração e, conseqüentemente o selamento apical no ápice radicular de dentes tratados com diferentes agentes desmineralizantes e retrobturados com MTA. Cinquenta e seis dentes unirradiculares de humanos foram instrumentados, obturados, seccionados e tiveram cavidades para retrobturação preparadas com pontas ultra-sônicas. Agentes desmineralizantes foram aplicados antes das cavidades apicais serem retrobturadas com MTA (Pro Root MTA). Os espécimes foram distribuídos em 4 grupos (n=14): grupo 1 (sem agente desmineralizante); grupo 2(35% de ácido fosfórico aplicado por 15 segundos); grupo 3 (17% de solução de EDTA com pH 7, aplicado por 3 minutos); grupo 4 (24% de solução de EDTA, pH 7, aplicados por 4 minutos). A extensão da penetração do corante (2% de Rodamina B, a 37° C, por 24 horas) foi

aferida em milímetros utilizando um estereomicroscópio. Os resultados foram estatisticamente analisados pelo testes ANOVA e Tukey com nível de significância de 5%. Entre os grupos experimentais, a menor extensão de penetração de corante foi observado no grupo 1 (1,89 mm), seguidos pelos grupos 2 (2,18 mm), 4 (2,54 mm) e 3 (2,64 mm). Nenhuma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) foi observada com relação a infiltração marginal entre os grupos 1, 2 e 4 e grupos 2, 3 e 4. Baseados nestes resultados, os autores concluíram que a aplicação de um agente desmineralizante não é recomendada quando o MTA é utilizado em cirurgias perirradiculares.

Panzani (2005) objetivou avaliar a capacidade seladora in vitro de três materiais usados em retrobturação, em dois tempos diferentes, tendo como marcador o corante Rodamina B a 0,2%. Para isso, foram utilizados 66 dentes humanos que tiveram suas coroas seccionadas, os canais preparados com limas manuais e obturados com cimento e guta-percha. Seccionaram-se 2mm da porção apical e cavidades retrógradas foram preparas com pontas de ultra-som lisas. Os dentes foram divididos em 3 grupos experimentais: MTA Angelus, Real Seal e um material experimental desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Universidade de São Paulo (IPEN-USP). 10 elementos de cada grupo foram imersos em soro fisiológico durante 72 horas a 37°C antes de serem impermeabilizados e colocados no corante por 24 horas (grupos IA, IIA e IIIA). Os demais permaneceram 60 dias em soro

fisiológico para depois serem impermeabilizados e colocados no marcador (grupos IB, IIB e IIIB). 3 dentes fizeram parte do controle positivo, que não tiveram as cavidades retrobturadas e 3 do controle negativo, cada um retrobturado com um dos materiais em estudos e totalmente impermeabilizados antes de serem imersos no corante. Após o tempo de imersão no corante, todos os espécimes foram lavados e em seguidas clivados longitudinalmente no sentido méso-distal. As superfícies foram avaliadas em lupa estereoscópica com aumento de 20X e fotografadas. A infiltração linear foi medida com auxílio de uma lente reticulada e régua milimetrada. Não houve diferença entre os grupos MTA Angelus e Real Seal, sendo que a maior infiltração do corante ocorreu na interface dentina-material experimental. O tempo de permanência em umidade até 60 dias não influenciou na vedação dos materiais retrobturadores.

Tanomaru Filho et al. (2005) avaliaram a capacidade de selamento apical de materiais retrobturadores a base de mineral trióxido agregado (MTA) utilizando como solução corante a Rodamina B. Quarenta e cinco caninos humanos extraídos tiveram seus canais radiculares instrumentados e obturados. Após a secção da porção apical, cavidades retrógradas foram preparadas e os dentes, divididos aleatoriamente em três grupos experimentais (n = 13) e dois controles (n = 3). Foram utilizados os seguintes materiais retrobturadores: Grupo 1 – cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE); Grupo 2 – Pro Root MTA (Dentsply); Grupo 3 – MTA – de presa rápida. Em seguida, os dentes

foram imersos por 48 horas em solução de Rodamina B a 0,2 % tamponadas em ambiente com vácuo. Decorrido esse período, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e a infiltração de corante, analisada em perfilômetro. Os grupos de controle positivo e negativo apresentaram infiltração máxima ou zero, respectivamente. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística, demonstrando que o OZE e os dois materiais a base de MTA apresentaram capacidade seladora semelhante ($p > 0,05$). Conclui-se que os materiais a base de MTA apresentaram capacidade de selamento semelhante à do OZE quando avaliados em solução de Rodamina B.

Em 2006, Tanomaru Filho et al. realizaram estudo semelhante testando também a capacidade seladora do Sealer 26 comparando-o ao MTA Angelus e ao OZE, utilizando como solução corante a Rodamina B. Quarenta e cinco caninos humanos extraídos tiveram seus canais radiculares instrumentados e obturados. Após a secção da porção apical, cavidades retrógradas foram preparadas e os dentes divididos aleatoriamente em três grupos experimentais (n=13). Os materiais retrobturadores foram então divididos: grupo 1 – cimento Sealer; grupo 2 – cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE); grupo 3 – MTA – de presa rápida. Em seguida, os dentes foram imersos por 48 horas em solução de Rodamina B a 0,2 % tamponada, em ambiente com vácuo. Decorrido este período, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e a infiltração do corante analisada em perfilômetro. Os grupos controle positivo e negativo

apresentaram infiltração máxima ou zero respectivamente. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística demonstrando que o Sealer 26 apresentou infiltração marginal menor que os demais materiais ($p < 0,05$). O OZE e MTA apresentaram capacidade seladora semelhante ($p < 0,05$). Conclui-se que o Sealer 26 apresenta capacidade seladora superior ao OZE e MTA quando avaliado em solução de Rodamina B

Bortoluzzi et al. (2006) realizaram um estudo no intuito de avaliar a influência do cloreto de cálcio (CaCl_2) na capacidade seladora de três cimentos de MTA para obturação retrógrada: ProRoot MTA, MTA-Angelus, e o cimento White Portland (WPC) radiopaco. Setenta dentes unirradiculares recém extraídos foram instrumentados e obturados. As amostras foram então seccionadas a 2 mm do ápice e receberam uma camada de Araldite e duas aplicações de esmalte de unha, exceto na superfície submetida à apicectomia. Cavidades retrógradas estandardizadas foram preparadas, preenchidas com um dos materiais e submersos em solução de Rodamina B a 0,2% por 72 horas. Infiltração do corante foi analisada em um microscópio com micrometro ocular. Testes de Kruskal-Wallis e Miller foram utilizados para comparar os grupos agrupados em ordem de infiltração, de acordo com média de seus escores: WPC+ CaCl_2 , MTA-Angelus+ CaCl_2 , ProRoot MTA+ CaCl_2 , MTA-Angelus, ProRoot MTA, e WPC. Os autores concluíram que o CaCl_2 melhora a capacidade de selamento dos três cimentos de MTA.

Maltezos et al., em 2006, avaliaram por meio da infiltração bacteriana a capacidade seladora Resilon/Epiphany, Pro Root MTA e Super-EBA em obturações retrógrada. Cinquenta e cinco dentes recém extraídos tiveram seus canais radiculares instrumentados e após secção apical, cavidades retrógradas foram preparadas com ultra-som. As cavidades foram preenchidas pelos materiais em teste. *Streptococcus salivarius* foi introduzido pela porção coronária e os 4 mm apicais foram imersos em meio de cultura BHI com indicador vermelho fenol. A infiltração bacteriana foi monitorada a cada 24 horas por 4 semanas. Todos os dentes do grupo controle positivo infiltraram em 24 horas; nenhum dos controles negativos apresentou infiltração. Baseado no teste estatístico ($p < 0,05$), RES e MTA infiltraram menos que o Super-EBA. Não houve diferença entre o RES e MTA. RES pode ser considerado uma opção viável como material retrobturador em casos com bom isolamento cirúrgico.

Souza et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de verificar se a irradiação de laser de diodo poderia aumentar o selamento apical em cavidades retrógradas obturadas com MTA. Foram utilizadas 20 raízes de dentes humanos extraídos que, após preparo com lima tipo K, teve seus canais obturados com guta-percha. Os ápices foram cortados e sofreram preparo de cavidades retrógradas. As raízes foram divididas aleatoriamente em 2 grupos. O grupo 1 (dez espécimes) foi retrobturado com MTA, e o grupo 2 sofreu irradiação de laser de diodo na potência de

1 W por 20 s na superfície apical e na cavidade retrógrada antes da obturação com MTA. Os espécimes foram impermeabilizados externamente com cianoacrilato, com exceção da superfície apical, imersos em corante Rodamina B a 1% por 72 horas, incluídos em gesso e posteriormente desgastados no sentido longitudinal até obter-se metade da raiz. Foi feita a leitura da infiltração linear do corante nessas hemirraízes, entre a parede do canal radicular e a retrobturação, com auxílio do programa de computação Image Lab. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo Teste t de Student. Não houve diferença estatística significativa entre os dois grupos ($p > 0,05$). A irradiação com laser de diodo não proporcionou aumento do selamento apical em retrobturações com MTA sob as condições do presente estudo in vitro.

Winik et al. (2006) realizou um trabalho que teve como objetivos a análise da penetrabilidade tubular de materiais retrobturadores e a avaliação da permeabilidade marginal dentinária após irradiação das retrocavidades com laser de Er;Cr:YSGG e retrobturação com MTA ou cianoacrilato. Vinte e dois dentes humanos unirradiculares tiveram a coroa seccionada, foram tratados endodonticamente e tiveram os 3 mm apicais removidos. As retrocavidades foram preparadas com broca em baixa rotação. Vinte raízes foram aleatoriamente divididas em 4 grupos (n=5): GI e GII – retrobturação com MTA e cianoacrilato, respectivamente; GIII e GIV – retrocavidades irradiadas com laser de Er;Cr:YSGG (2,78 μm , 4 W, 20 Hz, 70,8 J/cm^2) e retrobturação com MTA e cianoacrilato,

respectivamente. As duas raízes restantes atuaram como controles positivo e negativo. A análise da infiltração do corante Rodamina B ($p=0,05$) demonstrou que a irradiação com laser e a retrobturação com MTA apresentaram níveis de permeabilidade significativamente maiores ($p<0,05$). A retrobturação com cianoacrilato proporcionou níveis de permeabilidade significativamente menores em ambas as situações (EDTA-T ou laser). A análise das micrografias revelou maior penetração tubular do cianoacrilato quando comparado ao MTA, indicando um selamento marginal mais eficiente. De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que o cianoacrilato promoveu uma menor permeabilidade da retrobturação, independentemente do método utilizado para o retropreparo, sugerindo, portanto, uma condição mais favorável ao estabelecimento da reparação periapical.

Gandolfi et al. (2007) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a capacidade de selamento de dois cimentos experimentais e MTA em obturação retrógrada, utilizando um método de filtração de fluido. Espectrometria com difração e fluorescência com RX foram utilizados para avaliar as características estruturais e qualitativas. Trinta dentes unirradiculares extraídos foram tratados, instrumentados e obturados utilizando MTA e dois cimentos experimentais. O fluxo de fluido foi aferido durante um período de 5 minutos depois de 4, 24 e 48 horas e 1, 2 e 12 semanas. Os resultados foram estatisticamente analisados utilizando uma análise de variância ($p<0,05$). Todos os cimentos demonstraram uma

redução do fluxo de fluido através de tempo. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os cimentos.

Martin et al. (2007) relataram que apicificação utilizando MTA em consulta única vem ao longo do uso, ganhando popularidade entre os que utilizam barreiras com hidróxido de cálcio. Este estudo examinou as propriedades de dois procedimentos para apicificação utilizando um modelo de apicificação in vitro. MTA branco foi introduzido em canais de dentes unirradiculares instrumentados somente no ápice, tendo de 3 a 5 mm de espessura (plug) ou com preenchimentos de toda raiz (obturação). Os espaços remanescentes dos canais foram preenchidos com guta-percha termoplastificada sem cimento. Aferiu-se o fluxo de fluido entre as raízes obturadas em 48 horas e depois de 4 semanas de imersão em solução salina fosforizada. Mesmo a obturação de MTA exibir um melhor selamento do que somente o preenchimento apical com MTA (plug) em 48 horas, o selamento dos dois grupos não foi diferente estatisticamente após 4 semanas. Os autores relatam que a interação entre MTA com a solução salina fosforizada poderia resultar em depósito de apatita, o que melhoraria o selamento dos “plugs” apicais com passar do tempo.

3 *Proposição*

A proposta deste estudo foi avaliar a liberação de íons cálcio e do pH proporcionando por cimentos utilizados em obturação retrógrada: Sealer 26, MTA, Endo CPM Sealer em consistência para obturação endodôntica, Endo CPM Sealer em maior consistência e óxido de zinco e eugenol.

Ainda, foi avaliada a capacidade seladora proporcionado pelos diferentes materiais retrobturadores em teste de infiltração empregando corante Rodamina B, utilizando dentes humanos como modelo experimental.

4 *C pitulo 1 – Análise do pH e liberação de íons cálcio de materiais retrobturadores contendo hidróxido de cálcio ou MTA.*

4.1 *Resumo*

O objetivo deste estudo é avaliar a liberação de íons cálcio e pH proporcionado pelos cimentos Sealer 26 em consistência para obturação retrógrada, MTA, Endo CPM Sealer em sua consistência para obturação endodôntica e em maior proporção p /líquido e cimento óxido de zinco e eugenol (OZE). Para análise do pH e cálcio, os materiais foram inseridos em tubos de polietileno medindo 1,5 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento e imersos em frascos com 10 mL de água destilada. As avaliações foram realizadas nos períodos de 3, 6, 12, 24 e 48 horas, 7, 14 e 28 dias. Os tubos foram transferidos após cada período experimental em novos frascos contendo 10 mL de água destilada. A mensuração do pH das soluções foi realizada por meio de pHmetro digital. A liberação de cálcio foi estudada por meio da espectrofotometria de absorção atômica. Os dados de pH, liberação de íons Ca^{++} (aquoso) foram submetidos à análise estatística de análise variância com 5% de significância para comparação entre os grupos experimentais. O cimento Sealer 26 e os cimentos à base de MTA proporcionaram liberação de íons hidroxila, destacando-se o Sealer 26 nos períodos iniciais, sendo semelhantes no

período de 28 dias. Todos os materiais apresentaram maior liberação de íons hidroxila que o OZE ($p < 0,05$). Também foi demonstrada liberação de íons cálcio para o cimento Endo CPM Sealer nas duas consistências e para o Sealer 26 e MTA nos maiores períodos avaliados. Conclui-se que o MTA, o Sealer 26 e o Endo CPM sealer normal ou mais consistente proporcionam liberação de íons hidroxila e cálcio.

4.2 Introdução

A cirurgia pararendodôntica constitui um recurso indicado quando há falha e/ou impossibilidade do tratamento endodôntico convencional. Dentre as modalidades cirúrgicas existentes, a obturação retrógrada consiste de preparo de cavidade apical e preenchimento com material retrobturador. O material retrobturador deve apresentar propriedades físicas, químicas e mecânicas adequadas como capacidade seladora, insolubilidade nos fluidos intersticiais, consistência adequada para aplicação¹. Também, a biocompatibilidade e potencial de indução de formação de tecido mineralizado merecem destaque².

Os cimentos contendo hidróxido de cálcio ou óxido de cálcio têm sido propostos como material retrobturador pela capacidade de dissociação em íons cálcio e hidroxila, resultando em alcalinização do meio adjacente e indução do processo de mineralização³⁻⁵. O pH alcalino tem efeito antimicrobiano⁶ e capacidade de ativar a fosfatase alcalina,

favorecendo a deposição de tecido mineralizado. O cálcio favorece a mineralização, pois reage com o gás carbônico e oxigênio tecidual formando carbonato de cálcio, o qual segundo Seux et al.⁷ (1991), participa como matriz para o processo de calcificação.

O cimento Sealer 26 é um cimento endodôntico com resina epóxica e hidróxido de cálcio na composição. O cimento Sealer 26, apesar de apresentar a maior liberação de íons hidroxila e cálcio em períodos menores, apresentou menor potencial de alcalinização do meio e liberação de cálcio que outros cimentos endodônticos que contém hidróxido de cálcio na formulação^{8, 9}. No entanto, estes estudos foram realizados empregando o Sealer 26 em proporção usada para obturação de canais radiculares. A proporção usada em obturações retrógradas, com maior quantidade de pó incorporada ao material, apresenta conseqüentemente maior proporção de hidróxido de cálcio no material manipulado¹⁰.

Dentre os materiais retrobturadores, destaca-se o Mineral Trióxido Agregado (MTA), desenvolvido na Universidade de Loma Linda, USA, composto de silicato tricálcio, alumina tricálcio e outros óxidos minerais. Em 1999 o MTA foi lançado comercialmente como ProRoot MTA pela Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma, USA. Após alguns estudos apontando a similaridade entre o MTA e o cimento Portland, utilizado na construção civil¹¹⁻¹³. O fabricante do ProRoot MTA apresenta em sua

composição 75% de cimento Portland, 20% de óxido de bismuto e 5% de sulfato de cálcio di-hidratado¹⁴.

Entretanto, ainda o MTA apresenta dificuldades em relação à técnica de manipulação e inserção em cavidade durante a retrobturação e ao seu tempo de presa. Alguns autores propuseram adições de aceleradores utilizados junto ao cimento Portland ao MTA com o intuito de melhorar a manipulação e biocompatibilidade do produto, entre eles a adição de cloreto de cálcio com o intuito de acelerar o tempo de presa do MTA¹⁴⁻¹⁶.

A partir de modificações na formulação do MTA, foi desenvolvido o cimento endodôntico Endo CPM Sealer (EGEO S.R.L. Bajo licencia MTM Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina). O Endo CPM Sealer tem como proposta a melhora das características de plasticidade, aderência e escoamento, mantendo as propriedades biológicas do MTA. O Endo CPM Sealer está indicado para utilização como cimento obturador de canais radiculares, podendo ser usado em perfurações radiculares ou de furca; e como material retrobturador.

O aumento da consistência de um material obturador para uso em obturação retrógrada pode ser realizado pelo aumento da sua proporção pó-líquido, conforme utilizado para o Sealer 26¹⁰. De forma semelhante, o aumento da proporção pó/líquido pode ser realizado para o Endo CPM Sealer, visando seu uso em obturações retrógradas. Por se tratar de uma nova opção de material á base de MTA, é oportuna a

avaliação das propriedades físico-químicas do Endo CPM Sealer, em consistência normal ou maior proporção pó/líquido, comparativamente a outros materiais utilizados em obturações retrógradas.

A proposta deste estudo foi avaliar a liberação de íons cálcio e pH proporcionado pelos cimentos Sealer 26 em consistência para obturação retrógrada, MTA, Endo CPM Sealer em sua consistência para obturação endodôntica e em maior consistência e cimento óxido de zinco e eugenol.

4.3 Material e métodos

4.3.1 Material

Foram avaliados materiais que contêm hidróxido, óxido de cálcio ou MTA em sua formulação. Os materiais, sua composição e procedência estão descritos na Tabela 1. A proporção pó-resina do cimento Sealer 26 foi de 5:1 em massa pó/resina, de acordo com Tanomaru-Filho et al.¹⁰ (2006). Para o cimento MTA Branco a proporção utilizada foi de 0,33g de líquido para 1 g do pó¹⁷. Já para o Cimento Endo CPM Sealer, a proporção foi de 0,20 g de pó para 0,05 ml de líquido (4:1 em massa), definida a partir de estudo piloto, considerada a consistência para obturação de canais radiculares. O Cimento Endo CPM Sealer também foi avaliado em maior consistência, indicada para obturação retrógrada, correspondendo à proporção de 0,30 g de pó para 0,05 ml de líquido (6:1 em massa), definida também a partir de estudo piloto. O cimento OZE foi utilizado na proporção 1g/0,2g¹⁸.

Tabela 1- Composição e procedência dos materiais utilizados no experimento

Material	Composição	Indústria
Sealer 26	Pó : Bi ₂ O ₃ , CA(OH) ₂ ; C ₆ H ₁₂ N ₄ ; TiO ₂ C ₁₅ H ₁₆ O ₂	Denstply indústria e comércio Ltda, Petrópolis, RJ Brasil
MTA Branco	SiO ₂ , K ₂ O, Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, Fe ₂ O ₃ , SO ₃ , CaO, Bi ₂ O ₃ , MgO ,K ₂ So ₄ , Na ₂ So ₄	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda., Londrina, PR, Brasil
Endo COM Sealer	MTA, SiO ₂ , CaCO ₃ , Bi ₂ O ₃ , BaSO ₄ , C ₉ H ₁₄ O ₇ , C ₃ H ₈ O ₂ , C ₆ H ₅ Na ₃ O ₇ , CaCl ₂ ,	EGEO S.R.L. Bajo licencia MTM Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina
Óxido de zinco e eugenol	Pó: ZnO Líquido: C ₁₀ H ₁₂ O ₂	S.S.White Art. Dent. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Legenda: Alginato de propilenoglicol: C₉H₁₄O₇; Hexametileno tetramina: C₆H₁₂N₄; Dióxido de titânio:TiO₂; Resina epóxi bisfenol: C₁₅H₁₆O₂; Sílica: SiO₂; Dióxido de silício: SiO₂; Sulfato de potássio: K₂So₄; Sulfato de Sódio: Na₂So₄; Óxido de zinco: ZnO; Eugenol: C₁₀H₁₂O₂; Sulfato de bário: BaSo₄; Propilenoglicol: C₃H₈O₂; Citrato de sódio: C₃H₅Na₃O₇; Cloreto de cálcio: CaCl₂; Mineral trióxido agregado: MTA; Trióxido de bismuto: Bi₂O₃; Hidróxido de cálcio: Ca(OH)₂; Óxido de potássio: K₂O; Trióxido de alumínio: Al₂O₃; Óxido de sódio: Na₂O; Trióxido de ferro: Fe₂O₃; Trióxido de enxofre: SO₃; Óxido de cálcio: CaO; Óxido de magnésio: MgO.

Para análise do pH e cálcio, os materiais foram inseridos em tubos de polietileno medindo 1,5 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento e imersos em frascos com 10 ml de água destilada.

Os cimentos foram inseridos nos tubos com o auxílio de uma seringa plástica de 3 ml BD (Benton, Dickinson and Company, Juiz de Fora, MG, Brasil) munida de agulha 1,20x 40 (Benton, Dickinson and Company, Juiz de Fora, MG, Brasil).

Imediatamente após a espatulação e preenchimento dos tubos estes foram imersos em frascos munidos de tampa com rosca (Jprolab, São José dos Pinhais, PR, Brasil) contendo 10 ml de água destilada. Os frascos foram selados e levados à estufa a 37°C. Nos períodos de 3, 6, 12, 24 e 48 horas, 7, 14 e 28 dias, a água foi analisada quanto ao pH. A

partir da mensuração realizada diretamente no frasco com água destilada, o tubo contendo o material em estudo foi retirado e colocado em um novo frasco com 10 ml de água destilada para a realização das avaliações no intervalo correspondente a próximo período de avaliação e assim sucessivamente até o período final.

4.3.2 Métodos

4.3.2.1 *Leitura do pH*

A leitura do pH foi realizada com o auxílio do aparelho UltraBasic pHMeter (Denver Instrument Company, Arvada, Colorado, EUA). Para isso o aparelho, foi calibrado previamente com o auxílio de substâncias tampão com o pH conhecido. Essa calibração foi feita nos valores de pH 4, 7 e 10. Durante toda a leitura do pH foram realizadas medições para aferir a precisão do aparelho.

4.3.2.2 *Leitura da liberação de íons cálcio*

Para monitoração do cálcio (aquoso) foi empregado um espectrofotômetro de absorção atômica modelo *H1170 Hilgen & Watts Atomspeck spectrophotometer* (Rank Precision Industries Ltd. Analytical

Division, London, United Kingdom) equipado com uma lâmpada de cátodo oco específica para o cálcio com comprimento de onda 422,7 nm e corrente de 20 ma, específica para átomos de cálcio, através de uma abertura de fenda de 0,7 nm e comprimento de queimador de 5,0 cm).

A leitura da liberação de íons cálcio (aquoso) foi efetuada nos mesmos períodos utilizados para a leitura do pH. Foi realizada uma comparação com uma curva padrão de cálcio obtida através da diluição de cálcio de 1,0, 2,0, 3,0 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0 10,0, 15,0, 20 e 25 ppm (Calcium Standard Solution – Merck – Darmstadt – Germany) em água ultra-pura.

4.3.3 Análise estatística

Com os dados obtidos, os mesmos foram submetidos à análise estatística, empregando-se a análise de variância (ANOVA) e comparações individuais entre grupos pelo teste de TUKEY, com nível de significância $p < 0,05$.

4.4 Resultados

A Tabela A1 (Anexo) apresenta o valor médio do pH dos cimentos avaliados nos diferentes períodos experimentais, estando representados no Gráfico 1. O cimento Sealer 26 apresentou o valor mais alto de pH em comparação aos demais cimentos avaliados nos períodos iniciais (3, 6 e 12 horas) com resultado estatisticamente significativo. Os cimentos MTA Angelus, Endo CPM Sealer em consistência normal (Endo CPM Sealer 1) e espessa (Endo CPM Sealer 2) apresentaram resultados semelhantes de pH nos períodos de 6 e 12 horas. Não houve diferença significativa entre os cimentos Sealer 26, MTA Angelus, Endo CPM Sealer nas duas consistências no período de 24 horas. No período de 48 horas, os valores de pH para o MTA Angelus, Endo CPM nas duas consistências foram semelhantes ($p > 0,05$) e maiores que o Sealer 26. Aos 7 dias todos os materiais apresentaram resultados semelhantes de pH exceto o OZE com menores valores ($p < 0,05$). Aos 14 dias, MTA e os dois materiais à base de Endo CPM Sealer apresentaram os maiores valores de pH. Aos 28 dias, os materiais apresentaram resultados semelhantes exceto o OZE. Em todos os períodos experimentais o OZE apresentou os menores valores de pH ($p < 0,05$).

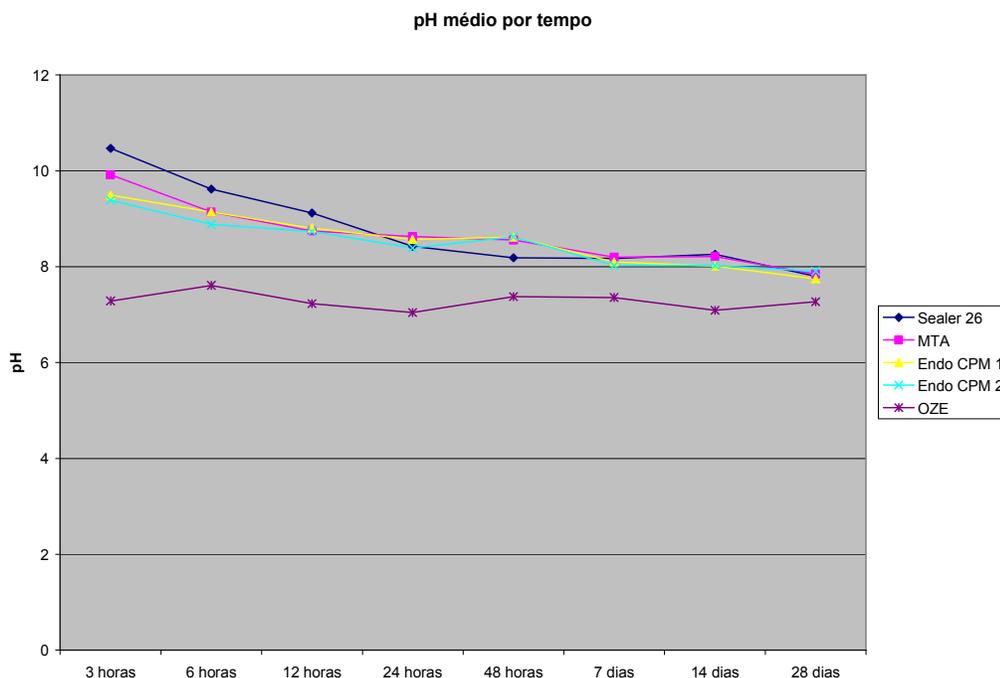


Gráfico 1- Valores médios do pH para os cimentos avaliados nos diferentes períodos.

A Tabela A2 (Anexo) apresenta o valor médio de íons cálcio para os cimentos avaliados nos diferentes períodos experimentais, estando representados no Gráfico 2. Com relação a liberação de íons cálcio, no período de 3 horas somente os materiais à base de Endo CPM Sealer apresentaram liberação de íons Cálcio, sendo maior para Endo CPM em consistência normal ($p < 0,05$). Nos períodos de 6, 12 e 24 horas, o Endo CPM Sealer nas duas consistências proporcionou maior liberação de íons cálcio, sendo maior o valor para Endo CPM em consistência normal. Nos períodos de 48 horas e 7 dias, o Endo CPM Sealer nas duas consistências apresentaram maior liberação de íons cálcio, sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$). No período de 48 horas os valores de

cálcio para o Sealer 26 e MTA foram semelhantes, sendo superiores em relação ao OZE. No período de 7 dias, os valores de cálcio foram maiores de para o MTA em relação ao Sealer 26 e este foi superior ao OZE ($p < 0,05$). Aos 14 dias, a seqüência de liberação de cálcio do maior para o menos foi a seguinte: Endo CPM Sealer mais consistente, Endo CPM Sealer normal, MTA, Sealer 26 e OZE ($P < 0,05$). Aos 28 dias, o Sealer 26 e Endo CPM Sealer nas duas consistências foram semelhantes ($p > 0,05$) com maiores valores de cálcio que o MTA e este foi superior ao OZE ($p < 0,05$).

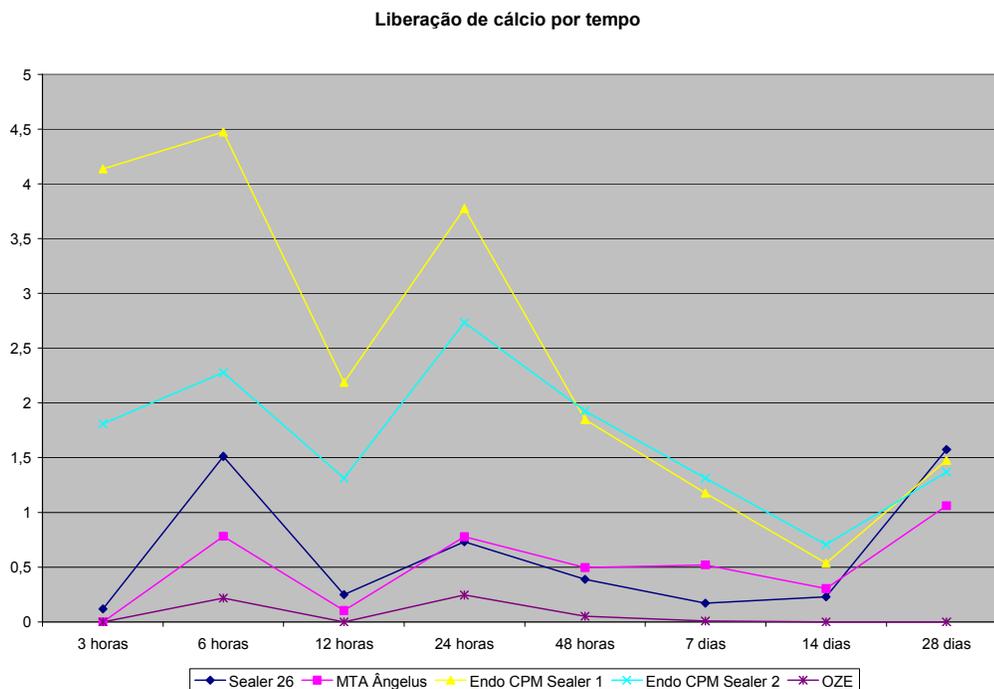


Gráfico 2- Liberação de íons cálcio nos diferentes períodos experimentais para os materiais avaliados.

4.5 Discussão

O potencial de indução de mineralização, assim como efetividade antimicrobiana pode ser relacionada à capacidade de dissociação do material obturador ou retrobturador em íons cálcio e hidroxila na presença de água. O material retrobturador ideal deveria permitir uma liberação de cálcio e íons hidroxila¹⁹.

O Sealer 26 é um cimento resinoso à base de resina epóxica, sendo acrescido de hidróxido de cálcio. Suas propriedades biológicas mostraram-se satisfatórias em estudo em obturações retrógradas em dentes de cães com lesão periapical¹⁰. No entanto, as propriedades de alteração do pH e liberação de íons cálcio não haviam sido avaliadas para o material na sua proporção utilizada em obturações retrógradas.

A utilização de tubos plásticos com cimento em seu interior imerso em água destilada, deionizada ou água milli-q, já foi utilizada por diversos autores^{2, 9,20-22}. Duarte et al.²⁰ (2003) utilizaram tubos com o diâmetro interno medindo 1,5 mm e com 10 mm de comprimento. Estudando o pH e liberação de cálcio do MTA e de um cimento odontológico experimental, indicados para obturação retrograda Santos et al.²² (2005) utilizou tubos com 10 mm de extensão e 1 mm de diâmetro.

A água destilada foi utilizada por apresentar alto grau de pureza e pH neutro. Sua quantidade foi baseada na literatura^{9,20,22}. Segundo Eldeniz et al.² (2007) essa quantidade deve ser suficiente para a

realização dos testes permitindo a extração do hidróxido de cálcio disponível nos cimentos endodônticos.

A avaliação do pH dos cimentos avaliados foi realizada por meio de pHmetro e é bastante difundida na literatura endodôntica^{2,8,20-23}. Tratou-se da aferição dos íons hidroxila liberados no soluto por meio de um eletrodo ligado e esse aparelho.

Nos valores de pH obtidos pelos cimentos, nas primeiras 12 horas o material Sealer 26 apresentou o valor médio mais alto de pH em relação aos demais cimentos, indicando que houve liberação de íons hidroxila em maior velocidade para este material. A partir de 24 horas, não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos Sealer 26, MTA Angelus e Endo CPM Sealer. A diferença para estes valores pode estar relacionada ao fato de que no cimento Sealer 26 o hidróxido de cálcio está disponível em sua formulação, enquanto nos cimentos à base de MTA, ocorre reação química durante a presa com formação de hidróxido de cálcio, para posterior dissociação em íons hidroxila e cálcio. Ou seja, os cimentos MTA Angelus e Endo CPM Sealer permitem maior liberação de íons após a sua presa, o que não ocorre no cimento Sealer 26 que apresenta maiores valores nos períodos iniciais, durante a reação de presa do material. Resultados semelhantes foram obtidos por Duarte et al.⁹ (2000), que encontraram maiores valores de pH para o cimento Sealer 26 nos períodos iniciais. Ainda, a incorporação de maior quantidade de pó durante a espatulação para melhorar a manipulação do cimento Sealer

26 parece contribuir para um aumento da disponibilidade de hidróxido de cálcio na solução. Parece ocorrer um equilíbrio no período de 28 dias, sendo que o pH médio neste período dos cimentos Sealer 26, MTA Angelus e Endo CPM Sealer nas duas consistências foi 7,80, mantendo uma diferença significativa para o cimento OZE.

Os resultados obtidos para os valores de pH do cimento MTA Angelus são próximos aos valores obtidos por Duarte et al.²⁰ (2003) para o mesmo material. Estes autores relataram que o cimento MTA Angelus apresentou valores um pouco mais altos que o cimento Pro Root MTA.

O cloreto de cálcio, utilizado como acelerador de presa dos cimentos à base de MTA^{14,16,24}, está presente na composição química do cimento Endo CPM Sealer. Segundo Wiltbank et al.²⁵ (2007) a adição de cloreto de cálcio ao cimento MTA ou Portland não resultou em alteração do pH em relação ao grupo controle. Bortoluzzi et al.¹⁴ (2006) relataram que a presença de cloreto de cálcio aumentaria significativamente o valor médio do pH apenas no período imediato pós espatulação. Neste estudo, não houve diferença significativa com relação ao pH dos cimentos MTA Angelus e Endo CPM Sealer. Não houve também diferença significativa entre os cimentos Endo CPM Sealer 1 e Endo CPM Sealer 2.

A base físico-química da propriedade biológica dos cimentos que liberam íons cálcio esta relacionada à produção de hidroxiapatita quando estes íons entram em contato com os fluidos tissulares²⁶. Tay et al.²⁷ (2007) caracterizaram as fases de fosfato de cálcio produzidas após

a imersão do cimento Portland já endurecido em solução salina de fosfato tamponado. Os autores observaram que as mudanças de pH ocorreram a partir de reação em dois estágios, com a liberação de íons hidroxila durante a fase de precipitação de fosfato de cálcio. Os autores concluem que a atividade biológica do MTA pode ser parcialmente atribuída à capacidade de indução da mineralização dos componentes do cimento Portland.

O cálcio participa da ativação da ATPase cálcio-dependente e reage com o dióxido de carbono tissular resultando em cristais de carbonato de cálcio que favorecem a mineralização^{3,7}.

Para a avaliação da liberação do cálcio dos cimentos endodônticos vários métodos já foram utilizados na literatura. Eles incluem a potenciometria combinada com complexação²³, espectrofotometria de absorção atômica^{2,8,20-22}. No presente estudo foi utilizada a espectrofotometria de absorção atômica. Nesse método o cálcio liberado pelos cimentos é comparado com uma curva padrão construída a partir da diluição de cálcio de 1,0, 2,0, 3,0 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0 10,0, 15,0, 20 e 25 ppm (Calcium Standard Solution – Merck – Darmstadt – Germany), em água ultra-pura. O cálcio presente nas amostras foi processado na forma de aerossol, originado pela aspiração de 2 ml da solução, em chama, proveniente do gás acetileno e óxido nítrico, a uma temperatura aproximada de 2900°C. Os átomos de cálcio no estado fundamental, quando excitados, absorvem a radiação emitida

pela lâmpada de cátodo oco, específica para átomos de cálcio por meio de uma abertura de fenda de 0,7 nm e comprimento de queimador de 5,0 cm.

Os resultados indicaram que houve uma liberação de íons cálcio substancialmente maior pelo cimento Endo CPM Sealer em consistência normal (Endo CPM Sealer 1) em comparação aos demais cimentos avaliados em quase todos os períodos de tempo, exceto no período de 48 horas, onde se equiparou ao Endo CPM Sealer em maior consistência (Endo CPM Sealer 2) e no período de 28 dias, quando foi semelhante ao cimento Sealer 26. Bortoluzzi et al.¹⁴ (2006) ao estudarem a adição de cloreto de cálcio aos cimentos Pro Root MTA, MTA Angelus e cimento Portland, encontraram que os cimentos com cloreto de cálcio apresentaram valores maiores de liberação de íons cálcio. Assim, a presença de cloreto de cálcio na formulação do cimento Endo CPM Sealer poderia explicar este resultado para o Endo CPM Sealer.

Os resultados encontrados neste estudo indicam que o Endo CPM Sealer em consistência normal apresentou valores de liberação de íons cálcio significativamente maiores do que o mesmo cimento em consistência mais densa, possivelmente pela diferença em relação à solubilidade.

O MTA apresenta na sua composição óxido de cálcio e sílica, com formação de silicato tricálcio, silicato dicálcio, aluminato tricálcio e aluminoferroso tetracálcio, que com a adição de água formam

um gel de silicato hidratado e hidróxido de cálcio²⁶. Holland et al.⁴ (1999) demonstraram que o mecanismo de ação do MTA é similar ao do hidróxido de cálcio e de cimentos que contenham esse material. O cimento endodôntico Endo CPM Sealer surgiu no mercado com a expectativa de associar as características físico-químicas de um cimento endodôntico às propriedades biológicas do MTA. Além dos componentes do MTA esse produto apresenta em sua fórmula cloreto de cálcio que segundo Bortoluzzi et al.¹⁴ (2006) pode aumentar a quantidade de cálcio liberado pelo produto. Os resultados obtidos pelo material em relação à liberação de íons cálcio podem estar relacionados á presença do cloreto de cálcio, o qual não está presente no MTA convencional.

4.6 Conclusões

O cimento Sealer 26 e os cimentos à base de MTA proporcionaram liberação de íons hidroxila, destacando-se o Sealer 26 nos períodos iniciais, sendo os materiais semelhantes no período de 28 dias. Também foi demonstrada liberação de íons cálcio para o cimento Endo CPM Sealer nas duas consistências e para o Sealer 26 e MTA nos períodos maiores.

4.7 Referências

1. Abedi HR, Ingle JI. Mineral trioxide aggregate: a review of a new cement. *J Calif Dent Assoc* 1995;23:36-39.
2. Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoglu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ions release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. *Oral Surg Oral Méd Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:e86-e91.
3. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe O Jr. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J.* 1995; 6: 85-90.
4. Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide. *J Endod.* 1999; 25: 161-6.
5. Holland R, Souza, V, Nery, MJ, Faraco Junior, IM, Bernabé, PFE, Otoboni Filho, JA, et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement and Calcium Hydroxide. *Braz Dent J.* 2001; 12: 3-8.
6. Siqueira JF Jr, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review.. *Int Endod J.* 1999 Sep;32(5):361-9.
7. Seux D, Couble ML, Hartmann DJ, Gauthier JP, Magloire H. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of calcium hydroxide cement. *Arch Oral Biol.* 1991; 36: 117-28.
8. Silva LAB, Leonardo MR, Silva RS, Assed S. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. *Int Endod J.* 1997; 30: 205-9.
9. Duarte MA, Demarchi ACO, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, Souza LC. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod.* 2000; 26: 389-90.
10. Tanomaru-Filho M, Luis MR, Leonardo MR, Tanomaru JMG, Silva LAB. Evaluation of periapical repair following retrograde filling with

different root-end filling materials in dog teeth with periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 127-32.

11. Estrela C, Bahmann LL, Estrela CRA, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J* 2000;11:19-27.
12. Fuentes UR, Wallace JA, Fochtman EW. A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Aust Endod J* 2003;29:43-4.
13. Islam I, Chng HK, Jin AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland Cement. *J Endod* 2006;32(3):193-197.
14. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Duarte MAH, ACCO Demarchi, Bramante CM. The Use of a Setting Accelerator and Its Effect on pH and Calcium Ion Release of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement. *J Endod.* 2006; 32: 1194–1197.
15. Kogan P, He J, Glickman GN, Watanabe I. The effects of various additives on setting properties of MTA. *J Endod* 2006;32(6):569-72.
16. Ber BS, Hatton JF, Stewart GP. Chemical modification of ProRoot MTA to improve handling characteristics and decrease setting time. *J Endod* 2007;33(10):1231-1234.
17. Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod* 2003;29(12):814-7.
18. Bernabé, PFE, Holland R, Morandi R, et al. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs teeth. *Braz Dent J* 2005;16(2): 149-155
19. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide past: classification and clinical indications. *Int Endod J* 1999;32:257-282.
20. Duarte MA, Demarchi ACO, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga SC, pH and calcium ion release of 2 root-end filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 95: 345-7.
21. Duarte MA, Demarchi ACO, Moraes IG. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AH Plus. *Int Endod J.* 2004; 37: 42-5.

22. Santos AD, Moraes JCS, Araújo EB, Yukimitu K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J*. 2005; 38: 443-47.
23. Tagger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J Endod*. 1988; 14: 588-91.
24. American Association of State Highway and Transportation Officials. Portland cement concrete resistant to excessive expansion caused by alkali-silica reaction – Guide specification for highway construction. Disponível em: <http://leadstates.tamu.edu/ASR/library/gspec.stm> Acessado em 19 de fevereiro de 2008.
25. Wiltbank KB, Schwartz SA, Schindler WG. Effect of selected accelerants on the physical properties of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod* 2007;33(10):1235-1258.
26. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J* 2006;39:747-754.
27. Tay FR, Pashley DH, Rueggeberg FA, Loushine RJ, Weller RN. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the Portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *J Endod* 2007;33(11):1347-1351.

5 Capítulo 2 – Avaliação da capacidade seladora de materiais retrobturadores contendo hidróxido de cálcio ou MTA

5.1 Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade seladora dos cimentos Sealer 26 espessado, MTA, cimento Endo CPM Sealer em sua consistência para obturação endodôntica e em consistência mais densa e óxido de zinco e eugenol (OZE). Foram utilizados dentes unirradiculados humanos, cujos canais radiculares foram instrumentados e obturados com cones de guta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol. Após a secção de 3 mm apicais, cavidades retrógradas com 3 mm de profundidade foram preparadas com auxílio de pontas de ultra-som. Os dentes foram divididos em cinco grupos experimentais, de acordo com o material utilizado para obturação retrógrada (n=12) e dois grupos controles (n=3), sendo um sem material retrobturador e outro com impermeabilização total incluindo a superfície apical. Os dentes foram imersos em corante Rodamina B a 0,2% por 48 horas em ambiente com vácuo. Após secção longitudinal, foram obtidas imagens digitais, as quais foram analisadas em programa de análise de imagens (Image Pró Plus 6.1). A capacidade seladora do material Sealer 26 foi superior àquela apresentada pelos cimentos OZE, MTA Angelus e Endo CPM Sealer nas duas consistências. Conclui-se que o Sealer 26 apresenta boa

capacidade seladora, e o Endo CPM Sealer apresenta selamento semelhante ao MTA, sugerindo seu potencial para uso como material retrobturador.

5.2 Introdução

A cirurgia parendodôntica é a abordagem terapêutica sugerida em dentes com lesões periapicais persistentes, dentes com tratamento endodôntico falho ou não possível de ser realizado¹. Dentre as modalidades cirúrgicas existentes, a obturação retrógrada, consiste no preparo de cavidade apical após apicectomia e seu preenchimento com material retrógrado. O material utilizado deve apresentar propriedades físicas, químicas e mecânicas adequadas e compatibilidade biológica².

O amálgama foi um material amplamente utilizado como material retrobturador, sendo substituído por materiais contendo óxido de zinco e eugenol como o IRM e SuperEBA, os quais apresentam melhor selamento e comportamento biológico³⁻⁶.

O cimento Sealer 26 é um cimento endodôntico com resina epóxica e hidróxido de cálcio na composição. Este cimento tem sido também indicado em obturações retrógradas, sendo preparado com maior proporção pó/resina em relação ao seu uso em obturação de canais radiculares com objetivo de facilitar a sua manipulação⁷. O Sealer 26 tem

demonstrado boa capacidade seladora^{8,9}, e satisfatória biocompatibilidade⁷, quando utilizado como material retrobturador.

Dentre os materiais retrobturadores atuais, destaca-se o Mineral Trióxido Agregado (MTA), desenvolvido na Universidade de Loma Linda, USA, composto de silicato tricálcio, alumina tricálcio e outros óxidos minerais. O MTA apresenta capacidade seladora satisfatória como material usado na retrobturação^{10,11}, bem como no selamento de perfurações radiculares¹². O MTA também apresenta biocompatibilidade adequada nos casos de obturações retrógradas¹³ ou quando usado em perfurações radiculares¹⁴.

. Watts et al.¹⁵ (2007) avaliaram a resistência a compressão do material MTA cinza e branco quando espatulado com água destilada ou anestésico local e expostos a ambiente com pH ácido, simulando condições de lesões inflamatórias ou pH neutro. Os resultados indicaram que no ambiente com pH ácido, o material espatulado com anestésico local apresentou uma redução significativa no teste de compressão. Os autores sugerem que esta alteração do produto poderia reduzir também sua capacidade seladora. Os autores concluíram que o cimento MTA deve ser manipulado com água destilada para preservar suas características.

Entretanto, o cimento MTA apresenta dificuldades técnicas, sobretudo com relação à manipulação e posicionamento do cimento nas cavidades retrógradas. A semelhança entre o MTA e o cimento Portland

sugere que alguns dos aditivos utilizados para melhora das características físicas, químicas e mecânicas do cimento Portland possam ser utilizados no cimento MTA. A adição de agentes aceleradores como o cloreto de cálcio, promove redução do tempo de presa do MTA, facilita a sua manipulação¹⁶, podendo melhorar sua capacidade seladora^{17,18}.

A partir de estudos com modificações na formulação do MTA, recentemente foi desenvolvido um cimento endodôntico à base de MTA, denominado Endo CPM Sealer (EGEO S.R.L. Bajo licencia MTM Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina). Segundo o fabricante, o Endo CPM Sealer apresenta características especiais de plasticidade, aderência e escoamento, o que possibilita seu uso em obturações de canais radiculares, perfurações radiculares ou de furca e obturações retrógradas.

A capacidade seladora dos materiais retrobturadores é uma importante propriedade a ser considerada na escolha dos mesmos. Embora, métodos que utilizem infiltração bacteriana ou filtração de fluidos sejam mais utilizados na atualidade, infiltração por corante fornece informações iniciais importantes para o material avaliado. A infiltração de soluções corantes tem como vantagem o fácil manuseio, baixo custo e a possibilidade de avaliação quantitativa¹⁹. Os corantes utilizados neste método são o azul de metileno^{11,19}, nanquim da Índia^{20,21} e Rodamina B^{10,18,22,23}.

A capacidade seladora do cimento Sealer 26 em obturação retrógrada foi avaliada em estudo de selamento bacteriano por Siqueira Júnior et al.⁹ (2001), que encontraram boa capacidade seladora para o material. Tem sido reportada capacidade seladora satisfatória para o MTA²⁴⁻²⁸.

A manipulação do Endo CPM é realizada com a finalidade de obtenção de cimento endodôntico. A possibilidade de aumento da consistência do material pelo aumento da proporção pó/líquido para utilização em obturação retrógrada, como utilizado para o Sealer 26⁷ merece ser avaliada.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade seladora dos cimentos Sealer 26 espessado, MTA, cimento Endo CPM Sealer em sua consistência para obturação endodôntica e em consistência mais densa e óxido de zinco e eugenol.

5.3 Material e método

Os materiais utilizados, sua composição e procedência estão representados na Tabela 1.

Tabela 1- Composição e procedência dos materiais utilizados no experimento

Material	Composição	Indústria
Sealer 26	Pó : Bi ₂ O ₃ , CA(OH) ₂ ; C ₆ H ₁₂ N ₄ ; TiO ₂ C ₁₅ H ₁₆ O ₂	Denstply indústria e comércio Ltda, Petrópolis, RJ Brasil
MTA Branco	SiO ₂ , K ₂ O, Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, Fe ₂ O ₃ , SO ₃ , CaO, Bi ₂ O ₃ , MgO ,K ₂ So ₄ , Na ₂ So ₄	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda., Londrina, PR, Brasil
Endo CPM Sealer	MTA, SiO ₂ , CaCO ₃ , Bi ₂ O ₃ , BaSO ₄ , C ₉ H ₁₄ O ₇ , C ₃ H ₈ O ₂ , C ₆ H ₅ Na ₃ O ₇ , CaCl ₂ ,	EGEO S.R.L. Bajo licencia MTM Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina
Óxido de zinco e eugenol	Pó: ZnO Líquido: C ₁₀ H ₁₂ O ₂	S.S.White Art. Dent. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Legenda: Alginato de propilenoglicol: C₉H₁₄O₇; Hexametileno tetramina: C₆H₁₂N₄; Dióxido de titânio:TiO₂; Resina epóxi bisfenol: C₁₅H₁₆O₂; Sílica: SiO₂; Dióxido de silício: SiO₂; Sulfato de potássio: K₂So₄; Sulfato de Sódio: Na₂So₄; Óxido de zinco: ZnO; Eugenol: C₁₀H₁₂O₂; Sulfato de bário: BaSo₄; Propilenoglicol: C₃H₈O₂; Citrato de sódio: C₃H₅Na₃O₇; Cloreto de cálcio: CaCl₂; Mineral trióxido agregado: MTA; Trióxido de bismuto: Bi₂O₃; Hidróxido de cálcio: Ca(OH)₂; Óxido de potássio: K₂O; Trióxido de alumínio: Al₂O₃; Óxido de sódio: Na₂O; Trióxido de ferro: Fe₂O₃; Trióxido de enxofre: SO₃; Óxido de cálcio: CaO; Óxido de magnésio: MgO.

O Projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (processo 01/08)

Sessenta e seis pré-molares inferiores humanos unirradiculares recém extraídos, com raízes retas e íntegras, foram armazenados em solução salina a 0,9%, após armazenagem em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por 48 horas. Foram selecionados dentes com canal único, sem curvaturas e com diâmetro anatômico apical correspondente à lima K # 15 ou 20.

Os dentes foram seccionados transversalmente na junção amelo-cementária com disco de carborundum, sob refrigeração. O comprimento do dente foi estabelecido por meio de instrumento K #15 (Dentsply-Maillefer) posicionado no canal radicular até a abertura foraminal. O comprimento real de trabalho foi determinado 1 mm aquém deste comprimento, sendo o preparo biomecânico realizado até o instrumento K # 40 e a irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Em seguida, os canais radiculares foram secos com jato de ar e obturados pela técnica de condensação lateral com cones de guta-percha principal 40, cones de guta-percha auxiliares F e MF (Tanariman Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil) e cimento à base de óxido de zinco e eugenol – Intrafill (S.S. White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil) em ambiente seco.

Decorrido 24 horas da obturação, as raízes foram submetidas à apicectomia, usando broca tronco cônica 699 em peça reta em baixa rotação. A apicectomia foi realizada perpendicular ao longo eixo radicular, 3 mm aquém do ápice radicular. Cavidades retrógradas de 3 mm de profundidade foram preparadas utilizando ultra-som (Enac, Osada, Japan) e pontas de ultra-som (6.1107-6 – CVDentus, São José dos Campos, Brasil), com contínua irrigação com solução salina. Os preparos foram realizados com auxílio do microscópio operatório (M 900 D.F. Vasconcelos, Belo Horizonte, Brasil)

Após o preparo das cavidades, as raízes foram secas e a impermeabilização da superfície radicular externa foi realizada com duas camadas de adesivos (Araldite-Ciba-Geigy S.A., Taboão da Serra, SP, Brasil) e duas camadas de esmalte de unha, exceto na superfície apical seccionada. As raízes foram divididas aleatoriamente em cinco grupos experimentais com 12 espécimes cada, e dois grupos controle com 3 raízes (Tabela 2).

As cavidades retrógradas foram preenchidas pelos materiais estudados. Dentre as 6 raízes do grupo controle, 3 não receberam material retrobturador (controle positivo) e as outras 3 restantes, tiveram as cavidades retrógradas totalmente impermeabilizadas (controle negativo) após obturação retrógrada com um dos materiais em estudo.

A proporção pó-resina do cimento Sealer 26 foi de 5:1 em masa pó/resina, de acordo com Tanomaru-Filho et al.⁷ (2006). Para o cimento MTA Branco a proporção utilizada foi de 0,33g de líquido para 1 g de pó²⁹. Já para o Cimento Endo CPM Sealer, a proporção foi de 0,20 g de pó para 0,05 ml de líquido (4:1 em massa), definida a partir de estudo piloto, considerando-se a consistência para obturação de canais radiculares. O Cimento Endo CPM Sealer também foi avaliado em consistência mais densa, indicada para obturação retrógrada, correspondendo à proporção de 0,30 g de pó para 0,05 ml de líquido (6:1 em massa), definida também a partir de estudo piloto. O cimento OZE foi utilizado na proporção 1g/0,2g³⁰ (Tabela 2).

Tabela 2- Distribuição das amostras experimentais

Grupo	Cimento	Número de espécimes	Proporção
I	Sealer 26 espessado	12	5/1 em massa
II	MTA	12	0,33g Pó/ líquido 1g
III	Endo CPM Sealer	12	0,2g Pó/ 0,05ml líquido
IV	Endo CPM Sealer espessado	12	0,3g Pó/ 0,05ml líquido
V	Óxido de zinco e eugenol (denso)	12	1g Pó/ líquido 0,2ml
CP	Controle positivo – sem material retrobturador	3	
CN	Controle negativo – cavidades retrógadas impermeabilizadas	3	

Após as retrobturações os dentes foram imersos em solução de Rodamina B a 0,2%, em ambiente de vácuo produzido por bomba de aspiração (Tecnal TE-058, Piracicaba, SP, Brazil). Todos os grupos foram mantidos imersos na solução corante por 48 horas.

Depois da imersão nos corantes, as raízes foram lavadas em água corrente por 24 horas. A impermeabilização foi removida e as raízes

foram seccionadas longitudinalmente de vestibular por lingual com um disco diamantado sob refrigeração, permitindo assim a exposição da cavidade e do material retrobturador. Em seguida, foram realizadas fotografias digitais para obtenção das imagens. A infiltração marginal foi analisada por meio do programa Image Pro Plus (v.6.1; MediaCybernetics, MD, USA). A mensuração foi realizada, após a remoção do material retrobturador, avaliada desde a superfície apical da parede da cavidade retrógrada até a penetração máxima da solução corante.

5.3.1 Análise estatística

Com os dados obtidos, os mesmos foram submetidos à análise estatística, empregando-se a análise de variância (ANOVA) e comparações individuais entre grupos pelo teste de TUKEY, com nível de significância $p < 0.05$.

5.4 Resultados

O gráfico 1 mostra a média dos valores aproximados de infiltração marginal observados após o experimento em cada grupo testado. O teste ANOVA demonstrou haver diferença significativa entre os grupos experimentais ($p < 0,05$). O teste de Tukey revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos Sealer 26 e MTA ($p < 0,001$); Sealer 26 e CPM Sealer 1 ($p < 0,001$); Sealer 26 e CPM Sealer 2 ($p < 0,001$) e Sealer 26 e OZE ($p < 0,01$). Entre os demais grupos não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Nos grupos controle, foi observada infiltração total no controle positivo e ausência de infiltração no controle negativo.

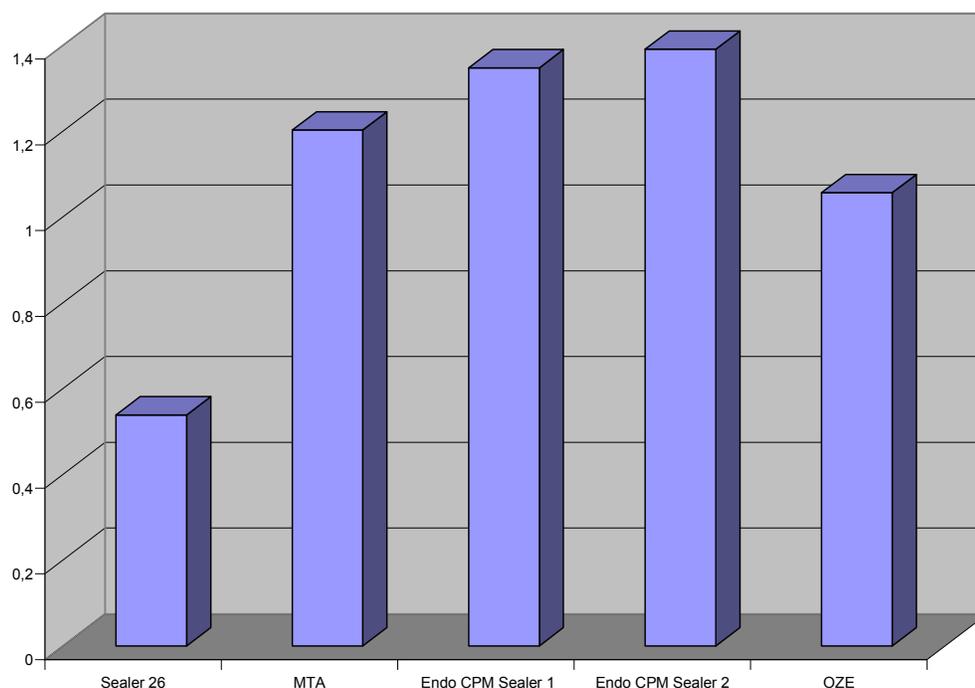


Gráfico 1- Média dos valores de infiltração marginal observado nos cimentos avaliados.

5.5 Discussão

Vários métodos têm sido adotados em estudos *in vitro* para avaliar a capacidade seladora de vários materiais endodônticos, entre eles o método de avaliação por infiltração de corante¹⁹. O azul de metileno é um dos corantes mais utilizados neste método de avaliação^{11,19}. Entretanto, seu uso para avaliação do selamento de materiais que apresentam propriedades alcalinas tem sido contraindicado, e função da descoloração da solução corante diminuindo sua intensidade de marcação³¹⁻³³. Desta forma, para a avaliação da capacidade seladora de materiais que apresentem hidróxido de cálcio e MTA tem sido utilizada a solução de Rodamina B^{18,22,23,34}.

Os resultados deste estudo mostram que o Sealer 26 apresentou maior capacidade seladora em comparação ao MTA Angelus ($p < 0,001$), Endo CPM Sealer ($p < 0,001$) e OZE ($p < 0,01$) de forma estatisticamente significativa. O Sealer 26 é cimento a base de resina epóxi e que contém hidróxido de cálcio. Siqueira Jr et al.⁹ (2001) avaliaram a capacidade de prevenção de infiltração bacteriana dos cimentos Sealer 26, OZE modificado (IRM) e ionômero de vidro (Fuji IX). Os melhores resultados foram obtidos pelo cimento Sealer 26 quando comparado aos demais ($p < 0,05$). O cimento Sealer 26 é de fácil manipulação e inserção na cavidade retrobturadora quando manipulado com uma proporção maior de pó para líquido como realizado neste estudo⁷.

O cimento de OZE tem sido utilizado em consistência mais espessa, com maior quantidade de pó associado ao líquido, favorecendo sua condensação na cavidade apical, sendo satisfatória a sua capacidade seladora³⁻⁶.

As dificuldades técnicas relacionadas ao MTA quando utilizado como material retrobturador, como manipulação, consistência granular e arenosa, além da possibilidade de deslocamento são relatadas na literatura^{17,35}. Assim, a incorporação de aditivos utilizados para o cimento Portland, como o cloreto de cálcio, tem sido usado para acelerar a presa e melhorar a consistência^{17,18}.

O cimento MTA Angelus, composto por 80% de cimento Portland e 20% de óxido de bismuto não apresentou diferença significativa em comparação aos cimentos Endo CPM Sealer e OZE ($p>0,05$), sendo inferior ao cimento Sealer 26 ($p<0,001$).

Bortoluzzi et al.¹⁸ (2006) avaliaram a influência da adição de cloreto de cálcio na capacidade seladora de dois tipos de MTA branco comparados com cimento Portland branco por meio de método utilizando Rodamina B a 0,2%. Os autores demonstram que o cloreto de cálcio pode os cimentos ProRoot MTA, MTA Angelus e Portland acrescidos de cloreto de cálcio obtiveram melhores escores para capacidade seladora do que os mesmos cimentos sem cloreto de cálcio. O cimento Portland com cloreto de cálcio obteve melhor desempenho significativamente em comparação aos demais cimentos ($p<0,05$).

Algumas substâncias presentes no cimento Endo CPM Sealer já tiveram suas propriedades descritas junto ao cimento Portland. O cloreto de cálcio é utilizado como acelerador de presa dos cimentos trióxidos^{17,18,36}. O alginato de propilenoglicol, gelificante e espessante, provavelmente utilizado para melhorar a consistência e manipulação do cimento. O sulfato de bário tem a função de reduzir a reação alcalino-sílica, reduzindo a expansão excessiva do material³⁷. A adição de carbonato de cálcio pode reduzir a permeabilidade do cimento além de participar diretamente do processo de hidratação³⁸. O propilenoglicol atua como surfactante, melhorando o processo de agregação e adesividade do cimento³⁹. Entretanto, estas substâncias não foram estudadas no cimento Endo CPM Sealer. Os resultados deste estudo sugerem que estas substâncias não contribuíram para diferenciar de forma significativa a capacidade de selamento do material em comparação ao cimento MTA Angelus.

Por ser um cimento utilizado para obturação endodôntica em sua consistência normal de manipulação, foi avaliada também consistência mais densa com maior quantidade de pó, favorecendo condensação em obturação retrógrada. Não houve diferença estatisticamente significativa na capacidade seladora do Endo CPM Sealer em consistência normal e densa ($p>0,05$).

Os valores de infiltração marginal foram diferentes daqueles apresentados por outros autores para o cimento de MTA. Torabinejad et

al.¹¹ (1994) e Aqrabawi⁴⁰ (2000) relataram que a infiltração marginal em dentes submetidos a tratamento com MTA foi mínima ou até mesmo ausente. Entretanto, nestes estudos os autores utilizaram como corante o azul de metileno a 1% na metodologia, o que pode favorecer menor infiltração. Nos estudos de Torabinejad et al.⁴¹ (1995) e Andelin et al.⁴² (2002) os valores encontrados para o MTA também foram menores. Porém, os autores aguardaram 24 horas após a retrobturação para que os espécimes fossem imersos no corante. Este período de tempo pode ter sido suficiente para permitir a presa final do MTA e expansão do material, aumentando a sua capacidade seladora. O resultado obtido neste estudo é semelhante aos relatados por Kubo et al.²² (2005), que obtiveram penetração média de 1,89 mm para o material ProRoot MTA após avaliação empregando solução de Rodamina B.

5.6 Conclusão

Pelo presente estudo pode-se concluir que a capacidade seladora do material Sealer 26 foi superior àquela apresentada pelos cimentos OZE, MTA Angelus e Endo CPM Sealer em duas consistências. O cimento Endo CPM Sealer foi semelhante ao MTA Angelus com relação à capacidade seladora, sugerindo sua utilização como material retrobturador.

5.7 Referências

1. Islam I, Chng HK, Jin AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland Cement. *J Endod* 2006;32(3):193-197.
2. Abedi HR, Ingle JI. Mineral trioxide aggregate: a review of a new cement. *J Calif Dent Assoc* 1995;23:36-39.
3. Bondra DL, Hartwell GR, MacPherson MG, Portell FR. Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials. *J Endod* 1989;15:157-60.
4. Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of IRM root-end fillings on healing after replantation. *J Endod* 1994;20:381-5.
5. Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of Super EBA as a root-end filling on healing after replantation. *J Endod* 1995;21:13-5.
6. Szeremeta-Brower TL, VanCura JE, Zaki AE. A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques: an autoradiographic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:82-7.
7. Tanomaru-Filho M, Luis MR, Leonardo MR, Tanomaru JMG, Silva LAB. Evaluation of periapical repair following retrograde filling with different root-end filling materials in dog teeth with periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006; 102: 127-32.
8. Tanomaru Filho M, Bramante CM, Tanomaru M. Avaliação do selamento apical de obturações retrógradas realizadas com diferentes cimentos endodônticos. *Rev Brás. Odontol* 1995; 52(5):6-10.
9. Siqueira FJ Jr, Roças IN, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM, Favieri SM. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod*. 2001; 27: 673-5
10. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993 Dec.; 19(12):591-5.

11. Torabinejad M, Higa RJ, McKendry DJ, Pitt, Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 1994 Apr.; 20(4):159-63.
12. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541-544.
13. Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ, Abedi HR, Miller DA, Kariyawasam SP. Histologic assessment of Mineral Trioxide Aggregate as root end filling material in monkeys. *J Endod* 1997;23:225-228.
14. Holland R, Souza, V, Nery, MJ, Faraco Junior, IM, Bernabé, PFE, Otoboni Filho, JA, et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement and Calcium Hydroxide. *Braz Dent J.* 2001; 12: 3-8.
15. Watts JD, Holt DM, Beeson TJ, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. Effects of pH and mixing agents on the temporal setting of tooth-colored and gray Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod* 2007;33(8):970-973.
16. Kogan P, He J, Glickman GN, Watanabe I. The effects of various additives on setting properties of MTA. *J Endod* 2006;32(6):569-72.
17. Ber BS, Hatton JF, Stewart GP. Chemical modification of ProRoot MTA to improve handling characteristics and decrease setting time. *J Endod* 2007;33(10):1231-1234.
18. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, Moraes IG, Bernardineli N. Sealing ability of MTA and radiopaque cement with or without calcium chloride for root-end filing. *J Endod* 2006;32(9):897-900.
19. Youngson CC, Glyn Jones JC, Manogue M, Smith IS. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *Int Endod J* 1998;31:90-99.
20. Andelin WE et al. Microleakage of resected MTA. *J Endod* 2002;28(8):573-574.
21. Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Orstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J* 1999;32:370-375.

22. Kubo CH, Gomes APM, Mancini MNG. In vitro evaluation of apical sealing in root apex treated with demineralization agents and retrofilled with Mineral Trioxide Aggregate through marginal dye leakage. *Braz Dent J* 2005;16(3):187-91.
23. Souza EB, Amorim CVG, Marques JLL. Effect of diode laser irradiation on the apical sealing of MTA retrofillings. *Braz Oral Res* 2006;20(3):231-4.
24. Adamo HL, Buruiana R, Schertzer L, Boylan RJ. A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgama as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J* 1999;32:197-203.
25. Gandolfi MG, Sauro S, Mannocci F, Watson TF, Zanna S, Capoferri M, et al. New tetrasilicate cements as retrograde filling material: an in vitro study on fluid penetration. *J Endod* 2007;33:742-5.
26. Maltezos C, Glickman GN, Ezzo P, He J. Comparison of Resilon, Pro Root MTA, and Super-EBA as root-end filling materials: a bacterial leakage study. *J Endod*. 2006; 32: 324-7.
27. Scheerer SQ, Steiman HR, Cohen J. A comparative evaluation of three root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Prevotella nigrescens*. *J Endod* 2001;27(1):40-2.
28. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end fillings materials using endotoxin. *J Endod* 2002;28(1):5-7.
29. Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod* 2003;29(12):814-7.
30. Bernabé, PFE, Holland R, Morandi R, et al. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs teeth. *Braz Dent J* 2005;16(2): 149-155
31. Budavari S. Methylene blue. In: *The Merck Index*. 11^a ed. Rahway, Merck, 1989:954.
32. Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of calcium hydroxide dressing on seal permanent root filling. *Endod Dent Traumatol*. 1997; 13(6):281-284.
33. Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *J Dent* 1998; 26:585-589.

34. Tanomaru-Filho M, Figueiredo FA, Tanomaru JMG. Effect of different dye solutions on the evaluation of the sealing ability of mineral trioxide aggregate. *Braz Oral Res* 2005;19(2):119-22.
35. Camilleri J, Montesin FE, Di Silvio I, Pitt Ford TR. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *Int Endod J* 2005;38:834-842.
36. American Association of State Highway and Transportation Officials. Portland cement concrete resistant to excessive expansion caused by alkali-silica reaction – Guide specification for highway construction. Disponível em: <http://leadstates.tamu.edu/ASR/library/gspec.stm> Acessado em 19 de fevereiro de 2008.
37. Thomas MDA, Stokes DB Use of a Lithium-Bearing admixture to suppress expansion in concrete due to Alkali-Silica Reaction. *Transportation Research Record* 1999;(1668):54-59.
38. Matschei T, Lothenback B, Glasser FP. The role of calcium carbonate in cement hydration. *Cement and Concrete Research* 2007;37:551-558.
39. Teoreanu I, Guslivoc G. Mechanisms and effects of additives from the dihydroxy-compound class on Portland cement griding. *Cement and Concrete Research* 1999;29:9-15.
40. Aqrabawi J. Sealing of amalgam, super EBA cement and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J* 2000;188:266-268.
41. Torabinejad M, MacDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349-353.
42. Andelin WE et al. Microleakage of resected MTA. *J Endod* 2002;28(8):573-574.

6 Conclusões

Os resultados obtidos pela avaliação de pH e de liberação de íons cálcio demonstraram que o cimento Sealer 26 e os cimentos à base de MTA proporcionaram liberação de íons hidroxila, destacando-se o Sealer 26 nos períodos iniciais, sendo o comportamento dos materiais semelhante no período de 28 dias. Também foi demonstrada liberação de íons cálcio para o cimento Endo CPM Sealer nas duas consistências e para o Sealer 26 e MTA nos períodos maiores.

Pelo presente estudo pode-se concluir que a capacidade seladora do material Sealer 26 foi superior àquela apresentada pelos cimentos OZE, MTA Angelus e Endo CPM Sealer em duas consistências. O cimento Endo CPM Sealer foi semelhante ao MTA Angelus com relação a capacidade seladora, sugerindo sua utilização como material retrobturador. No entanto, estudos complementares considerando-se outras propriedades físicas, químicas, mecânicas e biológicas devem ser realizados para melhor embasamento desta indicação.

REFERÊNCIAS

- Adamo HL, Buruiana R, Schertzer L, Boylan RJ. A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgama as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J* 1999;32:197-203.
- Abedi HR, Ingle JI. Mineral trioxide aggregate: a review of a new cement. *J Calif Dent Assoc* 1995;23:36-39.
- Andelin WE et al. Microleakage of resected MTA. *J Endod* 2002;28(8):573-574.
- Anitkul PC, saunders WP, Saunders EM Mackenzie D. Polymicrobial coronal leakage of super EBA root-end fillings following two methods of root-end preparation. *Int Endod J* 1998;31:348-52.
- Aqrabawi J. Sealing of amalgam, super EBA cement and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J* 2000;188:266-268.
- Araújo SV, Carreira CM, Carvalho GL, et al. Avaliação do selamento em retrobturações com cimentos obturadores associados ou não a cianoacrilato de etila. *Braz Oral Res* 2004;41(1):122.
- Asgary S, Parrirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2005;31:101-3.
- Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Orstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J* 1999;32:370-375.
- Ber BS, Hatton JF, Stewart GP. Chemical modification of ProRoot MTA to improve handling characteristics and decrease setting time. *J Endod* 2007;33(10):1231-1234.
- Bernabé PFE et al. Avaliação da capacidade seladora de alguns materiais retrobturadores. *ROBRAC* 2002;11(32):68-71.
- Bernabé PFE, Holland R. MTA e cimento Portland: considerações sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas. In: Cardoso RJA, Machado MEL. *Odontologia Arte e Conhecimento*. São Paulo: Editora Artes Médicas, 2003. p. 225-264.

Bernabé PFE et al. Avaliação in vitro da capacidade seladora marginal e da infiltração na massa de agregados de trióxidos minerais. *Braz Oral Res* 2004;18:120.

Bernabé, PFE, Holland R, Morandi R, et al. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs teeth. *Braz Dent J* 2005;16(2): 149-155

Bondra DL, Hartwell GR, MacPherson MG, Portell FR. Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials. *J Endod* 1989;15:157– 60.

Bortoluzzi EA, Broon NJ, Duarte MAH, ACCO Demarchi, Bramante CM. The Use of a Setting Accelerator and Its Effect on pH and Calcium Ion Release of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement. *J Endod*. 2006; 32: 1194–1197.

Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, Moraes IG, Bernardineli N. Sealing ability of MTA and radiopaque cement with or without calcium chloride for root-end filing. *J Endod* 2006;32(9):897-900.

Dalçóquio C et al. Selamento apical após retrobturações com MTA, IRM, ionômero de vidro e cianoacrilato. *Rev Ass Paul Cir Dent* 2001;55(3):194-198.

Deal BF et al. Chemical and physical properties of MTA, Portland Cement and a new experimental material, fast-set MTA. *J Endod* 2002;28(3):252.

Duarte MA, Demarchi ACO, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, Souza LC. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod*. 2000; 26: 389-90.

Duarte MA, Demarchi ACO, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga SC, pH and calcium ion release of 2 root-end filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003; 95: 345-7.

Duarte MA, Demarchi ACO, Moraes IG. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AH Plus. *Int Endod J*. 2004; 37: 42-5.

Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoglu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ions release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:e86-e91.

Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe O Jr. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J*. 1995; 6: 85-90.

Estrela C, Bahmann LL, Estrela CRA, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J* 2000;11:19-27.

Ferreira MB, Kairalla E, Hoshina R, Lage-Marques JL. Análise de espectrometria de fluorescência de Raios-X e Difractometria de Raios-X dos cimentos MTA, CPM e CPM Sealer. *Braz Oral Research*. 2005; 19, Supl: 165-165.

Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material and Super EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998;24(3):176-179.

Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod* 2003;29(12):814-7.

Fuentes UR, Wallace JA, Fochtman EW. A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Aust Endod J* 2003;29:43-4.

Gagliani M, Taschieri S, Molinari R. Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *J Endod* 1998;24:726-730.

Gandolfi MG, Sauro S, Mannocci F, Watson TF, Zanna S, Capoferri M, et al. New tetrasilicate cements as retrograde filling material: an in vitro study on fluid penetration. *J Endod* 2007;33:742-5.

Gonçalves SB, Bramante CM. Avaliação da capacidade seladora do Super EBA e do MTA em quatro técnicas de obturação retrógrada. *Rev Fac Odontol Bauru* 2002;10(3):170-178.

Holland R, Souza V. Ability of a new calcium hydroxide root canal filling material to induce hard tissue formation. *J Endod*. 1985; 11: 535-43.

Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide. *J Endod*. 1999; 25: 161-6.

Holland R, Souza, V, Nery, MJ, Faraco Junior, IM, Bernabé, PFE, Otoboni Filho, JA, et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube

filled with Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement and Calcium Hydroxide. *Braz Dent J.* 2001; 12: 3-8.

Holland R, Souza V, Nery MJ, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA, Dezan Junior E, et al. Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide-containing sealers. *J Endod.* 2002; 28: 173-6.

Islam I, Chng HK, Jin AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland Cement. *J Endod* 2006;32(3):193-197.

Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod* 2006;32:601-623.

Kogan P, He J, Glickman GN, Watanabe I. The effects of various additives on setting properties of MTA. *J Endod* 2006;32(6):569-72.

Kubo CH, Gomes APM, Mancini MNG. In vitro evaluation of apical sealing in root apex treated with demineralization agents and retrofilled with Mineral Trioxide Aggregate through marginal dye leakage. *Braz Dent J* 2005;16(3):187-91.

Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541-544.

Lee ES. A new mineral trioxide aggregate root-end filling technique. *J Endod* 2000;26:764-5.

Maltezos C, Glickman GN, Ezzo P, He J. Comparison of Resilon, Pro Root MTA, and Super-EBA as root-end filling materials: a bacterial leakage study. *J Endod.* 2006; 32: 324-7.

Martin RL, Monticelli F, Brackett WW, Loushine RJ, Rockman RA, Ferrari M et al. Sealing properties of mineral trioxide aggregate orthograde apical plugs and root fillings in an in vitro apexification model. *J Endod* 2007;33:272-5.

Mittchell PJC, Pitt Ford TR, Torabinejad M, McDonald F. Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* 1999;20:167-73.

Ortiz-Oropeza RM. Avaliação microscópica da resposta do tecido subcutâneo de ratos à implantação do Endo-CPM-Sealer e do Clínquer do cimento Portland cinza puro e acrescido com sulfato de cálcio a 2% e 5%. [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo; 2007.

Panzani C. Avaliação da vedação apical proporcionada por três materiais retrobturadores. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2005.

Pelliccioni GA, Vellani CP, Gatto MRA, Gandolfi MG, Marchetti C, Prati C. Proroot mineral trioxide aggregate cement used as a grade filling without addition of water: an in vitro evaluation of its microleakage. *J Endod* 2007;33(9):1082-1085.

Pereira CL, Cenci MS, Demarco FF. Capacidade de selamento de MTA, Super EBA, Vitremer e amálgama como materiais retrobturadores. *Braz Oral Res* 2004;18(4):317-321.

Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of IRM root-end fillings on healing after replantation. *J Endod* 1994;20:381-5.

Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of Super EBA as a root-end filling on healing after replantation. *J Endod* 1995;21:13-5.

Santos AD, Moraes JCS, Araújo EB, Yukimitu K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J*. 2005; 38: 443-47.

Scheerer SQ, Steiman HR, Cohen J. A comparative evaluation of three roo-end filling materials: an in vitro leakage study using *Prevotella nigrewscens*. *J Endod* 2001;27(1):40-2.

Seux D, Couble ML, Hartmann DJ, Gauthier JP, Magloire H. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of calcium hydroxide cement. *Arch Oral Biol*. 1991; 36: 117-28.

Silva LAB, Leonardo MR, Silva RS, Assed S, Guimaraes LFL. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. *Int Endod J*. 1997; 30: 205-9.

Silveira JX, Lage-Marques JL. Avaliação in vitro da capacidade de selamento marginal apical de novos cimentos endodônticos. *Braz Oral Res* 2006;20:125.

Siqueira Jr J, Rôças IN, Abad EC, Castro AJR, Gahyva SM, Favieri A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod* 2001; 27(11):673-5.

Souza EB, Amorim CVG, Marques JLL. Effect of diode laser irradiation on the apical sealing of MTA retrofillings. *Braz Oral Res* 2006;20(3):231-4.

Szeremeta-Brower TL, VanCura JE, Zaki AE. A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques: an autoradiographic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:82-7.

Tagger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J Endod*. 1988; 14: 588-91.

Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end fillings materials using endotoxin. *J Endod* 2002;28(1):5-7.

Tanomaru Filho M, Bramante CM, Tanomaru M. Avaliação do selamento apical de obturações retrógradas realizadas com diferentes cimentos endodônticos. *Rev Bras Odontol* 1995; 52(5):6-10.

Tanomaru-Filho M, Figueiredo FA, Tanomaru JMG. Effect of different dye solutions on the evaluation of the sealing ability of mineral trioxide aggregate. *Braz Oral Res* 2005;19(2):119-22.

Tanomaru Filho M, Jorge EG, Barbizam JVB, Tanomaru JMG. Avaliação da capacidade seladora apical de materiais retroobturadores a base de mineral trióxido agregado (MTA) e do óxido de zinco e eugenol, em corante Rodamina B. *RFO UPF* 2005;10(2):59-62.

Tanomaru-Filho M, Luis MR, Leonardo MR, Tanomaru JMG, Silva LAB. Evaluation of periapical repair following retrograde filling with different root-end filling materials in dog teeth with periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006; 102: 127-32.

Taveira AB. Avaliação comparativa in vitro da capacidade seladora à infiltração bacteriana dos cimentos MTA branco, cinza e Sealapex consistente em obturações retrógradas. [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo; 2005.

Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993 Dec.; 19(12):591-5.

Torabinejad M, Higa RJ, McKendry DJ, Pitt, Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 1994 Apr.; 20(4):159-63.

Torabinejad M, MacDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349-353.

Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ, Abedi HR, Miller DA, Kariyawasam SP. Histologic assessment of Mineral Trioxide Aggregate as root end filling material in monkeys. *J Endod* 1997;23:225-228.

Winik R, Araki AT, Negrao JAA et al. Sealer penetration and marginal permeability after apicoectomy varying retrocavity preparation and retrofilling material. *Braz Dent J* 2006;17(4):323-327.

Youngson CC, Glyn Jones JC, Manogue M, Smith IS. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *Int Endod J* 1998;31:90-99.

ANEXOS

Tabela A1- Média de pH e desvio padrão encontrados nos cimentos avaliados de acordo com o tempo

	Sealer 26		MTA Angelus		Endo CPM Sealer 1		Endo CPM Sealer 2		OZE	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
3 horas	10,47	0,18	9,92	0,22	9,50	0,16	9,39	0,24	7,28	0,27
6 horas	9,62	0,22	9,14	0,24	9,14	0,30	8,88	0,30	7,6	0,30
12 horas	9,12	0,14	8,74	0,14	8,8	0,16	8,74	0,21	7,23	0,17
24 horas	8,42	0,09	8,63	0,19	8,57	0,23	8,39	0,41	7,04	0,19
48 horas	8,18	0,16	8,55	0,09	8,62	0,13	8,62	0,40	7,38	0,20
7 dias	8,17	0,09	8,20	0,03	8,10	0,07	8,03	0,08	7,36	0,22
14 dias	8,26	0,11	8,21	0,10	8,01	0,10	8,03	0,09	7,09	0,32
28 dias	7,80	0,10	7,84	0,22	7,74	0,21	7,90	0,07	7,27	0,18

Tabela A2 - Média e desvio padrão da liberação de íons cálcio pelos cimentos avaliados de acordo com o tempo

	Sealer 26		MTA Angelus		Endo CPM Sealer 1		Endo CPM Sealer 2		OZE	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
3 horas	0,12	0,13	0	0	4,14	0,52	1,80	0,67	0	0
6 horas	1,51	1,13	0,78	0,56	4,47	1,40	2,27	1,26	0,22	0,03
12 horas	0,25	0,07	0,10	0,06	2,18	0,20	1,31	0,33	0	0
24 horas	0,73	0,70	0,77	0,13	3,77	0,25	2,73	0,48	0,21	0,33
48 horas	0,39	0,19	0,49	0,09	1,85	0,13	1,92	0,27	0,05	0,11
7 dias	0,17	0,094	0,52	0,064	1,17	0,14	1,31	0,18	0	0,02
14 dias	0,23	0,01	0,30	0,07	0,53	0,14	0,70	0,15	0	0
28 dias	1,57	0,32	1,06	0,20	1,47	0,31	1,37	0,46	0	0

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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