



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Odontologia de Araraquara



ANA CAROLINA VENÇÃO

**EFEITOS SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE MODIFICAÇÕES
NA COMPOSIÇÃO DE UM CIMENTO CONTENDO
SILICATO DE CÁLCIO**

ARARAQUARA

2014



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



ANA CAROLINA VENÇÃO

**EFEITOS SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E ATIVIDADE
ANTIMICROBIANA DE MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DE
UM CIMENTO CONTENDO SILICATO DE CÁLCIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Idomeo Bonetti-Filho

ARARAQUARA

2014

Venção, Ana Carolina

Efeitos sobre as propriedades físico-químicas e atividade antimicrobiana de modificações na composição de um cimento contendo silicato de cálcio / Ana Carolina Venção. - Araraquara: [s.n.], 2014.

54 f. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

1.Cálcio 2. Enterococcus faecalis 3. Endodontia I.Título

ANA CAROLINA VENÇÃO

**EFEITOS SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE MODIFICAÇÕES
NA COMPOSIÇÃO DE UM CIMENTO CONTENDO
SILICATO DE CÁLCIO**

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan

Araraquara, 17 de Março de 2014

DADOS CURRICULARES

ANA CAROLINA VENÇÃO

Nascimento 05 de Janeiro de 1984 – Araraquara-SP

Filiação José Carlos Venção
Raquel Dourado Venção

2003-2006 Curso de Graduação em Odontologia
Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB – Barretos-SP

2007-2008 Curso de Aperfeiçoamento em Endodontia
Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista FOAr UNESP – Araraquara-SP

2011 Aperfeiçoamento em Treinamento Técnico-Científico
Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista FOAr UNESP – Araraquara-SP

2010-2012 Curso de Especialização em Endodontia
Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia – FAEPO – Araraquara-SP

Associação Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPqO

Dedicatória

Dedico este trabalho

*Primeiramente à **Deus**, pois sem **Ele** em minha vida eu nada seria, aos meus anjos e amigos de Luz que sempre me protegem e me ajudam em todos os momentos da minha vida. Obrigada meu Deus pela paciência, sabedoria em todos os momentos difíceis durante essa longa jornada de mestrado e principalmente pela força para enfrentar todos os obstáculos.*

*Aos meus pais, **José Carlos Venção e Raquel Dourado Venção** que me deram primeiramente a oportunidade de vir a este mundo como filha. Que em todos os momentos estão ao meu lado sempre me apoiando e me dando suporte para continuar a vivenciar meus sonhos. Sei que onde eu estou agora eu devo muito à vocês, pois sem suas batalhas hoje eu não estaria realizando meu sonho de tornar-se Mestre em Odontologia. Sei que não foi fácil vocês tiveram que renunciar a seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, mas tenham certeza que eu tenho imenso orgulho de ser filha de duas pessoas que são exemplo de honestidade e caráter. Muito obrigada por tudo, pelo apoio emocional e financeiro e espero pode retribuir com muito orgulho e amor ... e essa conquista não é apenas minha, mas de vocês também. Amo vocês eternamente!!!*

*Ao meu noivo **Vandre Alex da Silva**, não tenho palavras para agradecer cada momento ao seu lado, sempre me apoiando em tudo, inclusive desde a primeira vez que eu disse que tinha o sonho de fazer mestrado, sempre me incentivando para que eu seguisse a carreira acadêmica, o seu entusiasmo e sua paixão por lecionar foram fundamentais para que eu lutasse por este sonho que estou prestes a realizar. Obrigada por todo amor, companheirismo, amizade principalmente paciência nos momentos de estresse e nervoso. Me desculpa pelos momentos de ausência, saiba que o pensamento sempre estava em você, e que*

toda essa luta também é por você. Hoje a distância se faz presente em nossas vidas, mas tenha certeza meu amor que meu coração e pensamento estão contigo. Te amo muito, obrigada por realizar todos os meus sonhos!!

Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver **amor**, serei como o sino que ressoa ou como o prato que retine.

Ainda que eu tenha o dom de profecia e saiba todos os mistérios e todo o conhecimento, e tenha uma fé capaz de mover montanhas, mas não tiver **amor**, nada serei.

Ainda que eu dê aos pobres tudo o que possuo e entregue o meu corpo para ser queimado, mas não tiver **amor**, nada disso me valerá.

O **amor** é paciente, o **amor** é bondoso. Não inveja, não se vangloria, não se orgulha.

Não maltrata, não procura seus interesses, não se ira facilmente, não guarda rancor.

O **amor** não se alegra com a injustiça, mas se alegra com a verdade.

Tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.

O **amor** nunca perece; mas as profecias desaparecerão, as línguas cessarão, o conhecimento passará.

Pois em parte conhecemos e em parte profetizamos;

quando, porém, vier o que é perfeito, o que é imperfeito desaparecerá.

Quando eu era menino, falava como menino, pensava como menino e raciocinava como menino. Quando me tornei homem, deixei para trás as coisas de menino.

Agora, pois, vemos apenas um reflexo obscuro, como em espelho; mas, então, veremos face a face. Agora conheço em parte; então, conhecerei plenamente, da mesma forma como sou plenamente conhecido.

Assim, permanecem agora estes três: a fé, a esperança e o **amor**. O maior deles, porém, é o **AMOR**.

Coríntios 13:1-13

Agradecimentos Especiais

À minha irmã **Patrícia Fernanda Venção Tessone**, agradeço por todo amor, carinho, torcida e incentivo. Essa conquista também é sua, pois escolhi fazer Odontologia por você. Peço desculpas pelos momentos de ausência, mas saiba que está presente sempre em meu pensamento e no meu coração, conte sempre comigo, pois sei que posso contar com você em todos os momentos. Te amo muito minha irmã.

Ao meu amor maior, **João Lucas Venção Tessone**, meu afilhado, quando penso em um amor, a primeira imagem que vem a minha cabeça é você, tenho imenso orgulho de ser sua madrinha, você é uma pessoinha iluminada, abençoada, inteligente e muito carinhoso, Amo você.

Ao meu cunhado **Leandro Lemos Tessone**, por todo apoio e incentivo, agradeço imensamente à você e minha irmã por tudo que vocês fizeram quando eu me formei e morei por algum tempo em Itapólis, mas o meu agradecimento maior é por vocês terem me escolhido para ser madrinha do filho de vocês. Amo você

Aos meus tios **Ivan Cesar Dourado**, **Elisabeth de Lourdes Dourado**, e à minha prima **Natália Renata Nogueira** por todo apoio e carinho.

À minha sogra **Maria Aparecida Moura** por toda torcida, carinho, apoio e paciência, obrigada por me receber tão bem e não medir esforços para me agradar, Amo a senhora e conte sempre comigo.

À minha "tia" **Sueli Moura** e a prima **Marilia Moura** por toda torcida, apoio e incentivo, obrigada pelas orações, palavras e gestos de carinho que vocês sempre desmonstram por mim. Amo vocês, minha família do coração.

À minha cunhada **Vânia Eloisa da Silva**, por todo apoio, orações, incentivo, sempre com gestos e palavras de carinho comigo, obrigada por tudo. Amo você!!

Agradecimientos

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), na presença de seu Magnífico Reitor **Prof. Dr. Júlio César Durigan** e Vice Reitora **Profa. Dra. Marilza Vieira Cunha Rudge**.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), na pessoa de sua diretora **Profa. Dra. Andreia Affonso Barreto Montandon** e de sua vice-diretora **Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato**, pela oportunidade de crescimento profissional

Ao Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara (UNESP), representado pelo Chefe de Departamento **Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Villela Berbert** e pelo vice-chefe **Prof. Dr. Edson Alves Campos**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara (UNESP), na pessoa de seu coordenador **Prof. Dr. Carlos Rossa Junior** e de seu vice-coordenador **Prof. Dr. Joni Augusto Cirelli**, pela oportunidade de ser aluna deste tão conceituado programa.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho**, por ser exemplo de professor e pessoa. Agradeço muito pela a oportunidade de ser sua orientada, pela confiança a mim depositada, pelo respeito e amizade. Meus sinceros agradecimentos.

Ao **Prof. Dr. Milton Carlos Kuga**, exemplo de mestre, pesquisador e um ser humano incrível, obrigada por todo ensinamento, parceria, e principalmente paciência. Não tenho palavras para agradecer por toda ajuda, principalmente para a realização deste trabalho, obrigada pela disponibilidade em ensinar, e mostrar que a pesquisa é algo apaixonante, e você professor dizia que quando fosse para se preocupar, você me avisaria, isso nunca aconteceu...rs e como você sempre diz

“Vamos trabalhar...”, agora eu digo Vamos continuar a trabalhar... Meus sinceros agradecimentos por todo aprendizado compartilhado.

*À **Profa. Dra. Gisele Faria**, obrigada por sua contribuição para a realização desta dissertação, obrigada pela amizade e convivência durante este período.*

*Ao **Prof. Dr. Renato de Toledo Leonardo**, pela amizade, respeito e dedicação para ensinar endodontia Agradeço muito pela sua disponibilidade em ajudar a todos os pós graduandos quando necessário.*

*Aos demais professores do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara em especial, **Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho**, que foi meu orientador durante a especialização, obrigada por todo aprendizado e por acreditar em meu potencial e me ajudar para que eu pudesse fazer parte do mestrado, e aos professores: **Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru, Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Vilella Berbert**, muito obrigada pela amizade e aprendizado.*

*Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr-Unesp) **Marinho, Wanderley, Creusa, Priscila e Dona Cida** muito obrigada pela prontidão e amizade que sempre me ajudaram.*

*Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr-UNESP), **Mara Cândida Munhoz do Amaral, José Alexandre Garcia e Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero**, pela disponibilidade e pela atenção com que sempre atenderam às minhas solicitações.*

*Aos **funcionários da Biblioteca** da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr-UNESP), pela preparação da ficha catalográfica, pelas orientações quanto às normas de preparação desta dissertação.*

Ao doutorando **Bruno Cavalini Cavenago** da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) da Universidade de São Paulo (USP), por toda ajuda, disponibilidade, atenção em me ajudar quando precisei.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela bolsa de estudos concedida durante todo o curso de mestrado

Aos amigos de especialização que torceram e me apoiaram quando eu decidi fazer mestrado: **Ana Cláudia, Thayane, Fernanda Carvalho, Mariana, Marina, Daniela, Rodrigo e Augusto**, obrigada por 2 anos maravilhosos com vocês, sinto saudades imensas.

Aos colegas da pós graduação: Aos colegas da pós-graduação, **Ariele Rabello, Adinael Trindade Junior, Camila Galletti Espir, Fernando Vasquez Garcia, Katia Keine, Letícia Boldrin Mestieri, Miriam Magro, Tiago Fonseca, Alana Priscila Souza Aguiar, Carolina Andolfatto, Ana Livia Gomes Cornélio, Gisselle Moraima Chavez Andrade, Natália Kalatzis, Paula Nakazone, Roberta Bosso, Raqueli Viapiana e Elisandra Márcia Rodrigues, Bernardo e Vinícius Paiva**, pela amizade, confiança e agradável convivência.

Gostaria de fazer um agradecimento especial a minha amiga-irmã **Miriam Grazielle Magro**, por toda ajuda para realização deste trabalho, você amiga sem dúvida se mostrou uma verdadeira amiga, pude contar com você em todos os momentos, desde a preparação das amostras, as viagens até Bauru e Olímpia, me ajudou e me incentivou, me deu forças quando eu estava prestes a desabar, me deu seu ombro para desabafar e para chorar, mas me deu também boas risadas e muitas alegrias, este mestrado só foi excelente pois tive você ao meu lado a todo momento. Espero que a nossa amizade dure muitos e muitos anos e quando estivermos velhinhas lá em Floripa possamos olhar para trás e dizer que valeu a

pena...Te amo muito... e lá vamos nós para doutorado... e daqui um tempinho no altar como minha madrinha... Obrigada por tudo sempre!

*Enfim sou grata à todas as pessoas que me ajudaram, me perdoem se algum momento falhei com vocês!! **Obrigada por tudo***

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei, não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

*Nunca deixe que lhe digam:
Que não vale a pena
Acreditar no sonho que se tem
Ou que seus planos
Nunca vão dar certo
Ou que você nunca
Vai ser alguém...
Quem acredita
Sempre alcança...*

Renato Russo

Venção AC. Efeitos sobre as propriedades físico-químicas e a atividade antimicrobiana de modificações na composição de um cimento contendo silicato de cálcio [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

RESUMO

O presente estudo avaliou a atividade antimicrobiana, escoamento, pH e a liberação de cálcio do MTA Fillapex (MTAF) (G1) ou MTA Fillapex com 10% (em massa) de hidróxido de cálcio (HC) (MTAF10) (G2), comparados com o AH Plus (AP) (G3) e o Sealapex (SE) (G4). A atividade antimicrobiana foi realizada através de teste de difusão radial sobre *Enterococcus faecalis* (29212). O escoamento foi realizado de acordo com a norma ISO 6876:2001. Os cimentos foram inseridos em tubos de polietileno e imersos em recipiente com água deionizada. Após 24 horas, 7, 14 e 28 dias os valores do pH e cálcio liberado foram mensurados. Os valores obtidos na liberação de cálcio foram analisados através dos testes de Kruskal Wallis e Dunn e a atividade antimicrobiana, pH e escoamento foram analisados através dos testes de ANOVA e Tukey ($p=0,05$). A atividade antimicrobiana foi similar entre os cimentos ($p>0,05$). G1 e G2 apresentaram respectivamente o maior e menor escoamento que os demais grupos ($p<0,05$). G2 e G4 apresentaram pH e liberação de cálcio maior que G3 ($p<0,05$), em todos os períodos. G1 apresentou maior pH que G3 ($p<0,05$), exceto no período de 7 dias ($p>0,05$). G4 apresentou maior pH do que G1 e G2, mas o cálcio liberado foi similar ($p>0,05$). G3 apresentou menor liberação de cálcio entre todos os grupos ($p<0,05$). A adição de 10% de HC no MTAF não alterou o pH e liberação de cálcio do cimento e reduziu o escoamento, porém fora das padronizações técnicas.

Palavras-chave: Cálcio; *Enterococcus faecalis*; Endodontia

Venção AC. Effects in physicochemical and antimicrobial properties of a new compositions of a calcium silicate-based cement [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

ABSTRACT

This study evaluated the antimicrobial activity, flow, pH and calcium release of MTA Fillapex (MTAF) (G1) or MTA Fillapex plus 10% in weight of calcium hydroxide powder (CH) (MTAF10) (G2), compared to AH Plus (AP) (G3) and Sealapex (SE) (G4). The flow test was performed according to ISO 6876:2001 requirements. The sealers were placed into plastic tubes and immersed in deionized water. After 24 hours, 7, 14 and 28 days the water of each tube was removed and tested to evaluate the pH values and the level of released calcium. Calcium release values were analyzed statistically by Kruskal Wallis and Dunn tests and antimicrobial activity, pH values and flow were analyzed by ANOVA and Tukey tests ($\alpha = 5\%$). The antimicrobial activity was similar among all groups ($p > 0.05$). G1 presented higher flow among all sealers ($p < 0.05$). The addition of 10% CH into MTAF reduced the flow ($p < 0.05$), but in discordance with ISO requirements. G2 and G4 presented pH values and calcium release higher than G3 ($p < 0.05$), in all periods. G1 presented pH value higher than G3 ($p < 0.05$), except in 7 days period ($p > 0.05$). G4 presented higher pH values than G1 and G2, but the calcium release was similar for all periods ($p > 0.05$). G3 presented lower calcium release among all groups ($p < 0.05$). The addition of 10% calcium hydroxide in MTA Fillapex caused reduction in flow and no negative interference in pH and/or calcium release. The flow obtained does not follow ISO requirements.

Keywords: Calcium, Enterococcus faecalis, Endodontics

Sumário

1 Introdução	18
2 Revisão de literatura	21
3 Proposição	30
4 Material e método.....	32
4.1 Cimentos endodônticos	33
4.2 Avaliação da atividade antimicrobiana	33
4.3 Avaliação do escoamento	34
4.4 Análise do pH e liberação de cálcio	34
5 Resultado	37
6 Discussão.....	42
7 Conclusão	46
Referências	48

1 Introdução

O *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) foi desenvolvido com o objetivo de ser utilizado na solução de complicações endodônticas, bem como na cirurgia periradicular, como material retrobturador^{24,30}. É também recomendado para ser empregado nos tratamentos conservadores da polpa dental e como auxiliar na obturação de dentes com ápices incompletos^{12,27}.

O MTA tende a induzir a deposição de cimento na região apical radicular¹⁹. No entanto, este material é de difícil manipulação, principalmente quando há a necessidade de ser utilizado no interior dos canais radiculares⁵. Com vista à solucionar este inconveniente, diversos cimentos à base de silicato de cálcio (MTA) já foram desenvolvidos, tais como o Endo-CPM Sealer (EGEO, Buenos Aires, Argentina), ProRoot Endo Sealer (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e um cimento experimental, MTAS^{3,15}.

No Brasil foi recentemente lançado um novo cimento endodôntico contendo em sua composição o MTA, sendo denominado de MTA Fillapex (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil). Este cimento é apresentado comercialmente sob a forma de duas pastas (base e catalisadora), em sistema automix e sua composição química basicamente, de acordo com o fabricante, é constituída de resina de salicilato, resina natural trióxido de bismuto, sílica nanoparticulada, MTA e pigmentos.

O MTA Fillapex demonstra um efeito antibacteriano relativamente satisfatório sobre o *E. faecalis*, porém somente antes de sua presa final, e adequada compatibilidade biológica^{12,26}. Apesar destas favoráveis características suas propriedades físico-químicas ainda deixam a desejar, tais como sua baixa adesão à dentina radicular. O MTA Fillapex demonstra menor valor de resistência de união na dentina radicular quando comparado aos cimentos AH Plus e IRoot SP³¹. Porém

dependendo das condições do substrato dentinário e da metodologia empregada nos testes de avaliação, o MTA Fillapex apresenta resistência de união semelhante ao AH Plus². Uma possível razão para estes diferentes resultados pode ser atribuída à variabilidade observada clinicamente na manipulação deste material, devido ao seu escoamento excessivo. Esta observação foi previamente confirmada em um estudo piloto.

O adequado escoamento é uma propriedade fundamental do cimento endodôntico⁴. Quando excessivo pode favorecer à extrusão apical, causando injúria ao tecido periradicular, principalmente em dentes com ampla abertura foraminal^{35,41}. Uma sugestão passível de aplicabilidade clínica consiste em adicionar hidróxido de cálcio ao material objetivando reduzir o indesejável escoamento.

Por outro lado, um cimento endodôntico ideal deve ser biocompatível e ser capaz de induzir a formação de tecido mineralizado. Estas propriedades estão diretamente associadas com o potencial de alcalinização e liberação de íons cálcio do material¹⁰. O hidróxido de cálcio proporciona um pH alcalino e liberação de íons de cálcio, conduzindo a efeitos bioquímicos que culminam na aceleração do processo de reparo³⁴. O MTA Fillapex (Angelus) tem um pH alcalino e promove liberação de cálcio²². No entanto, os efeitos de uma possível adição de hidróxido de cálcio ao MTA Fillapex, com o objetivo de proporcionar um escoamento mais adequado ao cimento, são desconhecidos. Então, torna-se necessários estudos que contemplem as dúvidas ora aventadas.

2 Revisão de literatura

Kuga et al.²² (2011) avaliaram o pH e liberação de cálcio do MTA Fillapex em comparação com o MTA branco e cinza. Os materiais foram manipulados e colocados em tubos de polietileno e imersos em água destilada. O pH destas soluções foi medido nos períodos de 24 horas, 7 e 14 dias, a liberação de cálcio foi quantificada, através de espectrofotometria de absorção atômica. Os materiais apresentaram valores semelhantes de pH no período de 24 horas. Aos 7 e 14 dias, o MTA Fillapex apresentou valores de pH significativamente mais baixos em comparação aos outros materiais, em relação a liberação de cálcio o MTA Fillapex em 24 horas e 7 dias apresentou menor liberação. Após 14 dias, foram encontradas diferenças entre MTA Fillapex e MTA cinza.

Vidotto et al.⁴⁰ (2011) compararam a radiopacidade do MTA Fillapex, Endomethasone-N, AH Plus, Acroseal, Epiphany SE e RoekoSeal. Em ordem decrescente de radiopacidade: AH Plus foi estatisticamente mais radiopaco, seguido pelo Epiphany SE, MTA Fillapex, RoekoSeal, Endomethasone e Acroseal. O MTA Fillapex apresenta o grau de radiopacidade de acordo com a especificação ADA 57.

Zmener et al.⁴² (2012) avaliaram a reação do tecido conjuntivo de subcutâneo de ratos ao MTA Fillapex e compararam com cimento tipo Grossman. Tubos de silicone contendo os materiais foram implantados em 24 ratos Wistar. Após 10, 30 e 90 dias, os animais foram sacrificados, e os implantes juntamente com os seus tecidos adjacentes foram dissecados, fixados e processados para avaliação histológica. MTA Fillapex apresentou reação tecidual grave para todos os períodos de observação. O cimento de Grossman apresentaram características semelhantes após 10 e 30 dias, mas a reação diminuiu ligeiramente após 90 dias. Em contraste, os controles negativos não mostraram efeitos adversos em qualquer amostra dos três períodos de tempo. Após 10 e 30 dias, foram encontradas diferenças

estatisticamente significativas entre MTA Fillapex e Grossman, no entanto, a diferença foi significativa após 90 dias.

Gomes-Filho et al.¹⁷ (2012) avaliaram a capacidade de selamento apical utilizando MTA Fillapex, Endo-CPM-Sealer e Sealapex. Foram utilizados 94 dentes unirradiculares recém- extraídos foram radiografados e descoronados. Todos os dentes foram instrumentados com Protaper Universal e hipoclorito de sódio a 2,5%. Os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos de 10 espécimes cada, de acordo com o cimento, e os canais foram obturados utilizando a técnica do cone único e em seguida foram expostos ao corante Rodamina B por 24 horas. Após esse período os dentes foram cortados longitudinalmente e a infiltração foi medida de forma linear a partir do ápice para coroa. MTA Fillapex e Sealapex mostraram significativamente menor infiltração de corante em comparação ao Endo-CPM-Sealer.

Gomes-Filho et al.¹⁶ (2012) avaliaram a reação do tecido subcutâneo de ratos com tubos de polietilenos implantados com MTA Fillapex, Sealapex e MTA Angelus. Os tubos foram implantados no tecido conjuntivo dorsal de ratos Wistar nos períodos de 7, 15, 30, 60 e 90 dias. Os espécimes foram corados com hematoxilina e eosina. Todos os materiais causaram reações moderadas após 7 dias, o qual diminuiu com o tempo. MTA Fillapex e MTA Angelus causaram reações leves após 15 dias, mineralização foram observadas em todos os materiais.

Tanomaru et al.³⁸ (2013) avaliaram a radiopacidade e escoamento e escoamento de diferentes cimentos endodônticos: AH Plus, Endo CPM, MTA Fillapex, Sealapex, Epiphany e Epiphany SE. Para o teste de radiopacidade, seis amostras medindo 10 mm de diâmetro e 1 mm de espessura foram confeccionadas a partir de cada material, em seguida foram radiografados em filme oclusal ao lado

de uma escala de alumínio. As radiografias foram digitalizadas para determinar a equivalência de radiopacidade em milímetros de alumínio. Para avaliar o escoamento, uma carga de 120 g foi colocada sob uma placa de vidro contendo $0,05 \pm 0,005$ mL de cimento. Os diâmetros de cada material foram medidos (mm) com auxílio de um compasso e as amostras foram fotografadas. Imagens digitalizadas foram analisadas usando a ferramenta UTHSCSA para o software Windows, para determinar a área de cimento (mm^2). AH Plus e Epiphany SE apresentaram maior radiopacidade, seguido de Epiphany e MTA Fillapex. Endo-CPM e Sealapex apresentaram menor radiopacidade. MTA Fillapex apresentou significativamente maiores valores de escoamento que em relação aos outros cimentos. AH Plus, Epiphany e Epiphany SE apresentaram valores semelhantes. Endo-CPM e Sealapex apresentaram os menores valores de escoamento.

Vitti et al.⁴¹ (2013) avaliaram e compararam várias propriedades físico-químicas incluindo tempo de trabalho e tempo de presa, escoamento e solubilidade, e absorção de água de um cimento à base de silicato de cálcio e um cimento à base de resina époxi. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante. O tempo de trabalho e escoamento foram realizados de acordo com as normas ISO 6876:2001 e o tempo de presa foi realizado de acordo com a Sociedade Americana para Testes e Materiais C266. Para os testes de solubilidade e absorção de água, os materiais foram colocados em moldes de cloreto de polivinil(8x1,6mm). As amostras(n=10 para cada material teste) foram colocadas em recipiente cilíndrico de poliestireno com 20 mL de água deionizada a 37°C. Ao fim de 1, 7, 14 e 28 dias, as amostras foram removidas das soluções e secas com papel absorvente para solubilidade e ensaios de absorção de água. O resultado demonstraram que MTA Fillapex apresentou menores valores de escoamento, tempo de trabalho e presa,

solubilidade e absorção de água. A solubilidade e absorção em água significativamente aumentada ao longo de tempo para ambos os materiais nos períodos de 1 a 28 dias. MTA Fillapex mostrou propriedades físicas adequadas para serem usadas como cimento endodôntico.

Neelakantan et al.²⁸ (2013) avaliaram a remoção de dois cimentos à base de MTA utilizando um sistema de retratamento rotatório. Para este estudo foram utilizados 45 dentes unirradiculares instrumentados utilizando sistema rotatório de níquel-titânio (Mtwo; VDW, Alemanha), em seguida os dentes foram obturados com guta-percha utilizando os seguintes cimentos (n=15) Grupo 1 MTA Fillapex; Grupo 2 MTA Plus e o Grupo 3 AH Plus. Os dentes foram digitalizados usando um scanner de tomografia computadorizada de feixe cônico. Depois de 2 meses, os canais radiculares foram retratados com um sistema rotatório de retratamento (Protaper Universal Retratamento; Dentsply, Suíça) e novamente escaneados para avaliar a quantidade de material remanescente (em porcentagem) e remoção de dentina (mm^3). O tempo para atingir o comprimento de trabalho foi calculado em minutos. Os resultados no grupo 1, mostraram, a menor quantidade de material de obturação do canal radicular ($1,8\% \pm 0,22\%$) e no grupo 3, que mostraram o mais elevado ($10,4\% \pm 0,71\%$). A quantidade de remoção de dentina e o tempo que demora a atingir o comprimento de trabalho foi significativamente mais elevada no grupo 3 que nos grupos 1 e 2. O sistema de retratamento rotatório avaliado não foi capaz de remover completamente qualquer dos cimentos. MTA Fillapex mostrou menor quantidade de material remanescente que o MTA Plus.

Marques et al.²⁵ (2013) avaliaram a resposta do tecido subcutâneo de ratos ao MTA Fillapex®, um cimento experimental à base de cimento Portland e propilenoglicol (PCPG) e um cimento à base de óxido de zinco eugenol e

iodofórmio(ZOEI). Estes materiais foram colocados em tubos de polietileno e foram implantados no tecido conjuntivo dorsal de ratos Wistar por 7 e 15 dias. Os espécimes foram corados com hematoxilina e eosina e em seguidas avaliados quanto aos parâmetros de reação inflamatória por microscopia óptica. A avaliação histológica mostrou que todos os materiais causou uma reação inflamatória moderada aos 7 dias, que diminuiu com o tempo. Uma reação inflamatória maior foi observada em 7 dias nos tubos cheios com a pasta ZOEI. Os tubos preenchidos com o MTA Fillapex apresentaram algumas células gigantes, macrófagos e linfócitos, após 7 dias. Aos 15 dias, a presença de fibroblastos e fibras de colágeno foi observada indicando a cicatrização do tecido normal. Os tubos preenchidos com PCPG mostraram resultados semelhantes aos observados no MTA Fillapex. Aos 15 dias, a reação inflamatória foi quase ausente no tecido, com várias fibras colágenas, indicando cicatrização do tecido normal. MTA Fillapex e cimento Portland adicionado com propilenoglicol tinham compatibilidade tecidual maior que a pasta ZOEI.

Gomes Filho et al.¹⁸ (2013) avaliaram a cicatrização de lesões periapicais em dentes caninos após sessão única de tratamento endodôntico utilizando MTA Fillapex em comparação com Sealapex ou Endo-CPM Sealer. 62 canais radiculares foram realizados em 2 cães machos com 1 ano de idade. Após o acesso coronal e extirpação da polpa, os canais foram expostos à cavidade oral por 6 meses, a fim de induzir lesões periapicais, em seguida os canais foram preparados, irrigados com uma solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e preenchido com guta-percha e diferentes cimentos, de acordo com os seguintes grupos: Grupo 1 Sealapex, Grupo 2 Endo-CPM e Grupo3 MTA Fillapex. Alguns dentes com lesões periapicais foram deixados sem tratamento para serem utilizados como controles positivos. Dentes saudáveis foram usados como controles negativos. Após 6 meses, os animais foram

sacrificados e cortes seriados de raízes foram preparadas para análise histomorfológica e corados com hematoxilina e eosina pela técnica Brow e Brenn. As lesões foram classificadas de acordo com parâmetros pré estabelecidos histomorfológicos e os escores estatisticamente analisados pelo teste de Kruskal-Wallis. Todos os três materiais produziram padrões semelhantes de reparo ($p > 0,05$), em particular, a inflamação persistente e ausência de cicatrização completa dos tecidos periapicais foram consistentemente observado. Podendo concluir que a preparação dos canais radiculares infectados, seguido por preenchimento com os materiais estudados era insuficiente para proporcionar a cura completa dos tecidos periapicais.

Dos Santos et al.⁶ (2013), avaliaram a difusão de íons hidroxila das pastas de hidróxido de cálcio (HC) antes da obturação dos canais radiculares e após o retratamento. Para este estudo foram preparados 60 canais radiculares, o terço apical das raízes foram cobertas com adesivo, em seguida os canais foram preenchidos com hidróxido de cálcio, e os dentes foram então divididos em cinco grupos: Grupo 1 Resilon e Bens Seal, Grupo 2 Endofill e guta-percha, Grupo 3 Sealapex, Grupo 4 AH Plus e Grupo 5 MTA Fillapex. Após o armazenamento por 7 dias, os canais radiculares foram retratados. O hidróxido de cálcio foi novamente inserido nos canais, e os dentes foram colocados em novos frascos contendo 10 mL de água destilada. O pH foi novamente medido a 7, 14, 21 e 28 dias. As medições do pH inicial e pH final aumentou com o tempo. As medidas obtidas após retratamento foram significativamente maiores que os obtidos antes de obturação do canal radicular. Os íons hidroxila foram capazes de se difundir através dos túbulos dentinários, independentemente do material de preenchimento, sendo possível restabelecer a permeabilidade da dentina para difusão iônica após o retratamento.

Faria-Júnior et al.¹¹ (2013) avaliaram a atividade antibiofilme contra *Enterococcus faecalis*, pH e solubilidade de AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE, Sealapex, Activ GP, MTA Fillapex e cimento experimental MTA Sealer(MTAS). As amostras de cimento foram manipulados e armazenados durante 2 ou 7 dias. Cimentos preparados foram avaliados por um teste de contato direto modificado(DCT), durante 5, 10 e 15 horas com um biofilme previamente induzida em dentina bovina durante 14 dias. No grupo controle, o biofilme não foi exposto aos cimentos. Foi determinado o número de unidades formadoras de colônia(UFC mL⁻¹) no biofilme remanescente. A solubilidade do cimento foi avaliada pela porcentagem de perda de massa após 15h de imersão em água destilada. O pH foi medido nos períodos de 5, 10 e 15 horas. Aos 2 dias após a manipulação, a DCT mostraram que o Sealapex e MTA Fillapex foram associadas com uma diminuição do número de bactérias em todos os três períodos de contato avaliados, em comparação com o grupo controle. Aos 7 dias, Sealapex teve a maior ação antibiofilme em 10 e 15 horas. Sealapex apresentou os maiores valores de pH em 2 e 7 dias após a manipulação, em relação à solubilidade, aos 2 dias observam-se os valores mais altos para o MTA Fillapex, MTAS, Sealapex e Activ GP. Aos 7dias, MTA Fillapex e MTAS tiveram solubilidade maior em relação aos outros materiais. AH Plus teve a menor solubilidade para ambos os períodos pós-manipulação. Sealapex e MTA Fillapex apresentaram uma diminuição do número de bactérias em biofilmes e apresentaram maior solubilidade.

Silva et al.³⁹ (2013) avaliaram a citotoxicidade, radiopacidade, pH e escoamento do MTA Fillapex e AH Plus. O MTA Fillapex apresentou maior citotoxicidade em comparação com ao AH Plus. Em relação a radiopacidade o cimento AH Plus mostrou maior radiopacidade que o MTA Fillapex, entretanto

ambos apresentaram os valores mínimos requeridos. MTA Fillapex em todos os períodos apresentou pH alcalino, o cimento AH Plus mostrou valor de pH neutro e o escoamento ligeiramente mais baixo que o MTA Fillapex.

Zhou et al.⁴³ (2013) avaliaram a alteração do pH, viscosidade e outras propriedades físicas de dois cimentos endodônticos MTA Fillapex e Endosequence BC, em comparação com dois cimentos à base de resina epóxi AH Plus e Therma Seal, um cimento à base de silicone Gutta Flow e um à base de óxido de zinco eugenol Pulp Canal Sealer. O escoamento, estabilidade dimensional, solubilidade e a espessura do filme de todos os cimentos testados estavam de acordo com as recomendações das normas ISO 6876/2001. MTA Fillapex apresentou escoamento maior que o cimento Endosequence, e com relação a espessura da película, MTA Fillapex e Endosequence maiores espessuras entre as amostras testadas, o pH destes cimentos apresentaram alcalino em todos os períodos.

3 Proposição

O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade antimicrobiana, escoamento, pH e liberação de íons cálcio, nos períodos de 24 horas, 7, 14 e 28 dias, do MTA Fillapex puro ou incorporado com 10% de hidróxido de cálcio (em massa) em relação ao volume total do cimento, comparado ao proporcionado pelo AH Plus e Sealapex.

4 Material e método

Cimentos endodônticos

Os cimentos utilizados neste estudo foram: MTA Fillapex (Angelus Ind Prod Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil) (G1), AH Plus (Dentsply De Trey, Konstanz, Ger) (G3) e Sealapex (SybronEndo, Glendora, USA) (G4). As pastas de cada um dos cimentos foram misturadas em igual proporção (em peso), exceto no grupo experimental com o MTA Fillapex (Angelus Ind Prod Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil), em que ao volume total da mistura foi adicionado 10% (em massa) de hidróxido de cálcio em pó.

Avaliação da atividade antimicrobiana

Para avaliar a atividade antimicrobiana dos cimentos endodônticos (G1, G2 , G3 e G4) foi utilizado o teste de difusão radial sobre placas de ágar Mueller-Hinton. *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) foram reativados de uma suspensão congelada liofilizada. Os microrganismos foram reativados conforme a sequência descrita por Kuga et al.²³ (2013).

Seis placas de Petri (100 x 10 mm) com ágar Mueller-Hington (Merck, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foram inoculadas com a suspensão microbiana, utilizando *swabs* estéril. Seis perfurações (3 mm em profundidade x 5 mm de diâmetro) foram realizadas em cada placa, em postos equidistantes, utilizando um instrumento de cobre devidamente confeccionado para este fim e preenchidos com 0,2 mL de uma das formulações preparadas. Duas perfurações foram utilizadas como controle, sendo o positivo preenchido com clorexidina gel a 2% e o negativo mantido vazio.

Após cada uma das perfurações estarem devidamente preenchidas com os cimentos endodônticos, as placas foram mantidas por 2 horas em temperatura ambiente, para a pré-difusão das formulações e, então incubadas à temperatura de

37°C, durante 24 h. O diâmetro das zonas de inibição de crescimento bacteriano formado ao redor de cada uma das perfurações foi mensurado com um paquímetro digital, com a resolução de 0,01mm (Mitutoyo MTI Corporation, Tokyo, Japan), sob luz refletida.

Os dados obtidos da atividade antimicrobiana foram analisados estatisticamente através do teste ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%.

Avaliação do escoamento

Os cimentos endodônticos foram misturados de acordo com as condições recomendadas pelo fabricante e o teste de escoamento foi realizado de acordo com os requisitos ISO 6876:2001^{4, 21}.

Após a manipulação do material, 0,05 mL do cimento foi colocado no centro de uma placa de vidro. Após 3 minutos do início da manipulação, outra placa de vidro (20g) foi posicionada sobre a placa com o cimento. Sobre todo o conjunto foi então posicionado um peso de 100 gramas sobre a placa superior, durante 7 minutos.

Após este período, o diâmetro do escoamento proporcionado pelo cimento foi mensurado. Para cada cimento endodôntico avaliado foram realizados 5 repetições. Os resultados obtidos foram analisados através do teste de ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%.

Análise do pH e liberação de cálcio

Quarenta tubos de polietileno, medindo 10 mm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro interno, foram preenchidos com os cimentos a serem avaliados. Foram

preparadas 10 amostras para cada mistura, tanto na avaliação do pH como na liberação de cálcio, nos diferentes períodos de análise.

Imediatamente após a manipulação dos materiais, os tubos foram preenchidos e pesados para verificar a padronização da quantidade de cimento em cada tubo ($\pm 0,002$ g) e colocadas em frascos de polipropileno (Injeplast, São Paulo, SP, BR), contendo 10 mL de água deionizada. O conjunto foi mantido a 37°C (Farmen, São Paulo, SP, BR) durante todo o estudo.

Após 24 horas, 7, 14 e 28 dias, a avaliação do pH e liberação de cálcio foi realizada diretamente na água deionizada na qual os tubos permaneceram submersos. Antes da imersão da amostra, a concentração de íons cálcio e o nível de pH da água deionizada foram verificados, demonstrando pH equivalente a 6,8 e ausência total de íons de cálcio. Após cada análise, os tubos contendo os cimentos foram colocados em novos frascos, com outros 10 mL de água deionizada, para as análises nos demais períodos. As medições foram realizadas com um pHmetro Q400AS (Quimis, Diadema, SP, Brasil), em temperatura constante (25°C). Os valores de pH foram comparados pelos testes ANOVA e Tukey, a um nível de significância de 5%.

A quantidade de cálcio liberado foi medida utilizando um espectrofotômetro de absorção atômica AA7000 (Shimadzu, Tóquio, JPN), em conformidade com as instruções do fabricante e previamente calibrado, conforme descrito por Vasconcelos et al.³⁹ (2009). Para a leitura no espectrofotômetro, 6 mL da solução-padrão foram associados com 2 mL de solução de nitrato de lantânio. Foram realizadas 10 análises para cada cimento, sendo cada uma na água deionizada em que cada um dos tubos de polietileno permaneceu imerso. Os períodos da leitura do cálcio liberado foi idêntico aos utilizados na mensuração do pH. Os valores de liberação de

cálcio foram comparados pelos testes ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5 %.

5 Resultado

A média e o desvio padrão dos halos (em mm) representativos da atividade antimicrobiana proporcionada pelos diferentes cimentos encontram na Tabela 1. O controle negativo não apresentou inibição de crescimento microbiano. O controle positivo, representado pela clorexidina gel a 2% apresentou halo de inibição de crescimento microbiano de 16,5 mm. Após 24 horas, os diferentes cimentos endodônticos, inclusive o MTAF com 10% de HC (G2), não apresentaram diferenças na inibição de crescimento do *E. faecalis*.

A média e desvio padrão (em mm) dos valores do escoamento apresentado pelos cimentos endodônticos estão descritos na Tabela 2. O MTAF apresentou maior escoamento que os demais cimentos ($p < 0,05$). Entretanto, a adição de 10% de hidróxido de cálcio (em massa) ao volume total do MTAF proporcionou significativa redução do escoamento em relação aos demais cimentos ($p < 0,05$), porém não estando de acordo com o proposto pela norma ISO. O escoamento demonstrado pelo AH Plus e o Sealapex foram similar ($p > 0,05$).

A média e desvio padrão dos valores do pH proporcionado pelos cimentos endodônticos avaliados, nos diferentes períodos experimentais, estão descritos na Tabela 3. Em 24 horas, G4 apresentou maior pH do que os demais cimentos ($p < 0,05$). G1 e G2 apresentaram similar valor ($p > 0,05$) e maior que o proporcionado por G3 ($p < 0,05$). Em 7 dias, G4 apresentou maior pH do que os demais cimentos ($p < 0,05$). G2 apresentou maior pH do que G1 e G3 ($p < 0,05$). G1 e G2 tiveram similar pH ($p > 0,05$).

Em 14 dias, G2e G4 apresentaram similar pH ($p > 0,05$) e maior que os demais grupos ($p < 0,05$). G1 apresentou maior pH do que G3 ($p < 0,05$). Em 28 dias, os valores de pH demonstrados pelos cimentos endodônticos foram similar ao apresentado na análise de 24 horas.

A média e desvio padrão dos valores do cálcio liberado pelos cimentos endodônticos avaliados, nos diferentes períodos experimentais, estão descritos na Tabela 4. Em relação à liberação de cálcio, G3 apresentou a menor liberação em relação aos demais grupos ($p < 0,05$). A liberação de cálcio foi similar para G1, G2 e G4 em todos os períodos experimentais ($p > 0,05$).

Tabela 1 - Comparação dos diâmetros (em mm) das zonas de inibição antimicrobiana sobre *Enterococcus faecalis*.

G1		G2		G3		G4	
MÉDIA	DP	MÉDIA	DP	MÉDIA	DP	MÉDIA	DP
9,66	1,04	10,17	0,99	8,81	0,29	10,23	0,77

O valor médio e desvio padrão (DP) apresentados de seis amostras. Não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0.05$). G1: MTA Fillapex. G2: MTA Fillapex com 10% de hidróxido de cálcio; G3: AH Plus; G4: Sealapex.

Tabela 2 - Média e desvio padrão do escoamento apresentado pelos diferentes cimentos endodônticos (em mm).

Grupos	G1	G2	G3	G4
	29.4	16.80	21.91	21.11
	(1.05) ^a	(0.71) ^c	(0.36) ^b	(0.40) ^b

^{a,b,c} Diferentes letras indicam diferenças significantes ($p < 0,05$). G1: MTA Fillapex. G2: MTA Fillapex com 10% de hidróxido de cálcio; G3: AH Plus; G4: Sealapex.

Tabela 3 - Média e desvio padrão dos valores de pH para os cimentos endodônticos, em diferentes períodos.

Grupos	G1	G2	G3	G4
24h	9.39 (0.30) ^b	9.43 (0.32) ^b	8.10 (0.29) ^c	9.82 (0.18) ^a
7d	7.68 (0.23) ^c	8.75 (0.45) ^b	7.67 (0.52) ^c	10.05 (0.29) ^a
14d	8.89 (0.54) ^b	9.42 (0.05) ^a	6.80 (0.52) ^c	9.77 (0.35) ^a
28d	9.15 (0.48) ^b	9.34 (0.22) ^b	6.11 (0.58) ^c	9.83 (0.10) ^a

^{a,b,c} Diferentes letras indicam diferenças significantes ($p < 0,05$). G1: MTA Fillapex. G2: MTA Fillapex com 10% de hidróxido de cálcio; G3: AH Plus; G4: Sealapex.

Tabela 4 - Média e desvio padrão dos valores de liberação de cálcio para os cimentos endodônticos, em diferentes períodos.

Grupos	G1	G2	G3	G4
24h	29.6 ^a	20.1 ^a	5.6 ^b	26.7 ^a
7d	23.8 ^a	17.6 ^a	5.9 ^b	34.7 ^a
14d	31.1 ^a	19.6 ^a	5.5 ^b	25.8 ^a
28d	20.4 ^a	22.6 ^a	5.5 ^b	33.5 ^a

^{a,b} Diferentes letras indicam diferenças significantes ($p < 0,05$). G1: MTA Fillapex. G2: MTA Fillapex com 10% de hidróxido de cálcio; G3: AH Plus; G4: Sealapex.

6 Discussão

A adição do hidróxido de cálcio no MTAF, na proporção de 10% (em massa) em relação ao volume total do cimento, não demonstrou efeito negativo sobre o pH e liberação de cálcio proporcionado pelo cimento endodôntico, em todos os períodos analisados. O pH e liberação de cálcio proporcionado por esta mistura foi significativamente maior que o do cimento AH Plus. Apesar do MTAF10 apresentar estas favoráveis características e a incorporação do hidróxido de cálcio ter proporcionado uma redução no seu escoamento, a mistura final resultou em um padrão de escoamento que não se enquadra nas normas ISO.

O adequado escoamento do cimento endodôntico permite que o mesmo preencha espaços não ocupados pela guta percha, incrementando a confiabilidade da obturação endodôntica (Ostarvik²⁹, 1983). A metodologia utilizada no presente estudo está de acordo com as normas ISO 6876 relacionadas às análises físicas dos cimentos endodônticos (Camps et al.⁴, 2004; ISO 6876²¹, 2001; Almeida et al.¹, 2007). Os valores de escoamento obtidos em G1, G3 e G4 estão de acordo com as normas propostas pela ISO-6876, porém G2 apresentou valor inferior ao mínimo desejável, estando fora da especificação. A redução do escoamento pode ser devida à incorporação do hidróxido de cálcio ao MTAF, pois existindo alteração na proporção pó:líquido do cimento há grande possibilidade de também ocorrer alteração em seu escoamento (Camps et al.⁴, 2004; Ostarvik²⁹, 1983). Entretanto, o impacto deste sobre o MTAF ainda merece maiores esclarecimentos.

Para que ocorra a mineralização em nível periradicular, os materiais endodônticos devem proporcionar pH alcalino e liberação de cálcio na região envolvida (Duarte et al.⁷, 2000; Estrela et al.¹⁰, 1995). A metodologia utilizada para a avaliação do pH e liberação de cálcio consistiu no preenchimento de tubos de polietileno com os cimentos endodônticos e imersão em água deionizada. A

dimensão dos tubos foram similar às descritas por Scarparo et al.³² (2010). As mensurações do pH e dosagem de cálcio foram similar ao descritos em estudos prévios (Duarte et al.⁸,2004; Duarte et al.⁷, 2000; Estrela et al.¹⁰, 1995).

O SE apresentou o maior valor de pH em todos os períodos analisados, concordando com Duarte et al.⁷ (2000) . O MTAF apresentou declínio no pH durante o experimento, voltando aumentar somente aos 28 dias. Provavelmente tal fato pode ter ocorrido devido ao tempo de imersão dos espécimes na água deionizada. A adição do HC ao MTAF evitou a queda do pH durante o experimento, principalmente no período de 14 dias, igualando ao proporcionado pelo Sealapex. Porém, em 28 dias ocorreu uma redução no pH, possivelmente devido à ocorrência de sua presa final. Similar observação foi demonstrada quando o HC foi incorporado ao AP (Duarte et al.⁸, 2004).

A liberação de cálcio proporcionado pelo MTAF puro ou incorporado com HC e o SE foi similar em todos os períodos experimentais, possivelmente devido à semelhança na composição química dos materiais (Kuga et al.²², 2011). Por outro lado, o AP apresentou apenas discreta liberação de cálcio, concordando com Duarte et al.⁸ (2004).

O método de difusão em ágar é amplamente utilizado para avaliar a atividade antimicrobiana dos materiais dentários (Siqueira et al.³⁶, 2000; Gomes et al.¹⁴, 2004). Este método apresenta a vantagem de permitir a comparação direta dos cimentos endodônticos sobre um determinado microrganismo, indicando qual material possui maior potencial para eliminar a bactéria do meio envolvido (Gomes et al.¹⁴, 2004). Por outro lado, a desvantagem deste método é que o resultado da atividade antimicrobiana não depende somente da toxicidade do material sobre um determinado microrganismo, mas também é altamente influenciado pela difusão

deste material no meio de incubação (Siqueira Jr et al.³⁶, 2000; Gomes et al.¹⁴, 2004).

Os estudos que avaliam a atividade antimicrobiana dos cimentos endodônticos têm empregado culturas com o *E. faecalis* (29212) (Siqueira Jr et al.³⁶, 2000; Gomes et al.¹⁴, 2004). No presente estudo, todos os cimentos apresentaram inibição de crescimento microbiano, sem diferirem significativamente entre si, concordando com Kuga et al.²³ (2013). A incorporação do HC não alterou a atividade antimicrobiana do MTAF.

O MTAF apresenta satisfatória propriedade biológica (Scelza et al.³³, 2012). Porém seu elevado escoamento pode ocasionar extrusão do cimento além do forame apical, ocasionando danos aos tecidos periradicalres, tais como os observado com alguns materiais endodônticos (Suzuki et al.³⁷, 2010). A adição de hidróxido de cálcio no cimento é uma sugestão para a correção deste inconveniente (Duarte et al.⁸, 2004). Entretanto estudos futuros ainda são necessários para avaliar a correta proporção de incorporação do HC no MTAF a fim de proporcionar um cimento endodôntico com aplicabilidade clínica, sem alterações de suas propriedades físico-químicas e biológicas.

7 Conclusão

A adição do hidróxido de cálcio no MTA Fillapex, na proporção de 10% (em massa) em relação ao volume total do cimento, não proporcionou alteração do pH e liberação de cálcio em relação ao cimento puro, após 28 dias de avaliação. A atividade antimicrobiana sobre o *E. faecalis* também foi semelhante, porém o escoamento foi menor e fora das recomendações técnicas vigentes.

Referências*

* De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver.
Disponível no site: <<http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/manualfoar.pdf>>

1. Almeida JF, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J.* 2007; 40(9): 692-9.
2. Assmann E, Scarparo RK, Böttcher DE, Grecca FS. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and epoxy resin-based sealers. *J Endod.* 2012; 38(2): 219-21.
3. Camilleri J, Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Dynamic sealing ability of MTA root canal sealer. *Int Endod J.* 2011; 44(1): 9-20.
4. Camps J, Pommel L, Bukiet F, About I. Influence of the powder/liquid ratio on the properties of zinc oxide-eugenol-based root canal sealers. *Dent Mater.* 2004; 20(10): 915-23.
5. Cintra LTA, Moraes IG, Estrada BPF, Gomes-Filho JE, Bramante CM, Garcia DB, et al. Evaluation of the tissue response to MTA and MBPC: microscopic analysis of implants in alveolar bone of rats. *J Endod.* 2006; 32(6): 556-9.
6. Dos Santos, LG, Felipe WT, Teixeira CS, Bortoluzzi EA, Felipe MC. Endodontic re-instrumentation enhances hydroxyl ion diffusion through radicular dentine. *Int Endod J.* 2013 Nov 18. doi: 10.1111/iej.12217.
7. Duarte MAH, Demarchi ACCO, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, Souza LCD. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod.* 2000; 26(7): 389-90.
8. Duarte MAH, Oliveira-Demarchi AC, Moraes IG. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide containing AH Plus. *Int Endod J.* 2004; 37(1): 42-5.
9. Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, Bernardes RA, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, et al. Influence of calcium hydroxide associated on the physical properties of AH Plus. *J Endod.* 2010; 36(6): 1048-51.

10. 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(2): 85-90.
11. Faria-Júnior NB, Tanomaru-Filho M, Berbert FL, Guerreiro-Tanomaru JM. Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers. *Int Endod J.* 2013; 46(8): 755-62.
12. Felipe WT, Felipe MCS, Rocha MJC. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J.* 2006; 39(1): 2-9.
13. Flores DSH, Rached-Júnior FJA, Versiani MA, Guedes DFC, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J.* 2011; 44(2): 126-35.
14. Gomes BP, Pedroso JA, Jacinto RC, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA, et al. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. *Braz Dent J.* 2004; 15(1): 30-5.
15. Gomes-Filho JE, Watanabe S, Bernabé PFE, Costa MTM. A mineral trioxide aggregate sealer stimulated mineralization. *J Endod.* 2009; 35(2): 256-60.
16. Gomes-Filho JE, Watanabe S, Lodi CS, Cintra LT, Nery MJ, Filho JA, Dezan E Jr, et al. Rat tissue reaction to MTA fillapex®. *Dent Traumatol.* 2012; 28(6): 452-6.
17. Gomes-Filho JE, Moreira JV, Watanabe S, Lodi CS, Cintra LT, Dezan Junior E, et al. Sealability of MTA and calcium hydroxide containing sealers. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20(3): 347-51.
18. Gomes-Filho JE, Watanabe S, Cintra LT, Nery MJ, Dezan-Júnior E, Queiroz IO, et al. Effect of MTA-based sealer on the healing of periapical lesions. *J Appl Oral Sci.* 2013; 21(3): 235-42.

19. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PF, Dezan Júnior E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod.* 1999; 25(11): 728–30.
20. Hosoya N, Kurayama H, Iono F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J.* 2004; 37(3): 178-84.
21. International Organization for Standardization. ISO-6876: dental root canal sealing materials. Geneva: ISO; 2001.
22. Kuga MC, Campos EA, Viscardi PH, Carrilho PZ, Xavier FC, Silvestre NP. Hydrogen ion and calcium releasing of MTA Fillapex and MTA-based formulations. *RSBO.* 2011; 8(3): 271-6.
23. Kuga MC, Faria G, Weckwerth PH, Duarte MAH, Campos EA, Só MVR, et al. Evaluation of the pH calcium release and antibacterial activity of MTA Fillapex. *Rev Odontol UNESP.* 2013; 42(5): 330-5.
24. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993; 19(11): 541-4.
25. Marques NC, Lourenço Neto N, Fernandes AP, Rodini Cde O, Duarte MA, Oliveira TM. Rat subcutaneous tissue response to MTA Fillapex® and Portland cement. *Braz Dent J.* 2013; 24(1): 10-4.
26. Morgental RD, Vier-Pelisser FV, Oliveira SD, Antunes FC, Cogo DM, Kopper PM. Antibacterial activity of two MTA-based root canal sealers. *Int Endod J.* 2011; 44(12): 1128-33.
27. Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J.* 2008; 41(2): 128–50.

28. Neelakantan P, Grotra D, Sharma S. Retreatability of 2 mineral trioxide aggregate-based root canal sealers: a cone-beam computed tomography analysis. *J Endod.* 2013; 39(7): 893-6.
29. Ostarvik D. Physical properties of root canal sealers: measurements of flow, working time, and compressive strength. *Int Endod J.* 1983; 16(3): 99-107.
30. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod.* 2010; 36(3): 400-13.
31. Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J.* 2011; 44(12): 1088-91.
32. Scarparo RK, Haddad D, Acasigua GAX, Fossati ACM, Fachin EVF, Grecca FS. Mineral trioxide aggregate-based sealer: analysis of tissue reactions to a new endodontic material. *J Endod.* 2010; 36(7): 1174-8.
33. Scelza MZ, Linhares AB, da Silva LE, Granjeiro JM, Alves GG. A multiparametric assay to compare the cytotoxicity of endodontic sealers with primary human osteoblasts. *Int Endod J.* 2012; 45(1): 12-8.
34. Seux D, Couble ML, Hartmann DJ, Gauthier JP, Magloire H. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing sealer. *Arch Oral Biol.* 1991; 36(2): 117-28.
35. Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *J Endod.* 2013; 39(2): 274-7.

36. Siqueira JF Jr, Favieri A, Gahyva SM, Moraes SR, Lima KC, Lopes HP. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J Endod.* 2000; 26(5): 274-7.
37. Suzuki P, Souza V, Holland R, Murata SS, Gomes-Filho JE, Dezan Júnior E, et al. Tissue reaction of the EndoREZ in root canal fillings short of or beyond an apical foramen like communication. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Rad Endod.* 2010; 109(5): e94-e99.
38. Tanomaru-Filho M, Bosso R, Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM. Radiopacity and flow of different endodontic sealers. *Acta Odontol Latinoam.* 2013; 26(2): 121-5.
39. Vasconcelos BC, Bernardes RA, Cruz SML, Duarte MAH, Padilha PM, Bernardineli N, et al. Evaluation of pH and calcium ion release of new root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(1): 135-9.
40. Vidotto APM, Cunha RS, Zeferino EG, Rocha DGP, Martin AS, Bueno CES. Comparison of MTA Fillapex radiopacity with five root canal sealers. *RSBO.* 2011; 8(4): 404-9.
41. Vitti RP, Prati C, Silva EJ, Sinhorette MA, Zanchi CH, de Souza e Silva MG, Ogliari FA, Piva E, Gandolfi MG. Physical properties of MTA Fillapex sealer. *J Endod.* 2013; 39(7): 915-8.
42. Zmener O, Martinez Lalis R, Pameijer CH, Chaves C, Kokubu G, Grana D. Reaction of rat subcutaneous connective tissue to a mineral trioxide aggregate-based and a zinc oxide and eugenol sealer. *J Endod.* 2012; 38(9): 1233-8.
43. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod.* 2013; 39(10): 1281-6.

Autorizo a reprodução deste trabalho.
(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 17 de Março de 2014

Ana Carolina Venção