UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

REINALDO DIAS DA SILVA NETO

**Eficácia dos cimentos obturadores do sistema de canais radiculares
frente a desafio ácido *in situ***

Ribeirão Preto

2015

REINALDO DIAS DA SILVA NETO

**Eficácia dos cimentos obturadores do sistema de canais radiculares
frente a desafio ácido *in situ***

*Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade
de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade
de São Paulo para obtenção do grau de Mestre em
Ciências - Programa: Odontologia Restauradora -
Área de Concentração: Odontologia Restauradora
(Opção: Endodontia).*

Orientadora: Prof. Dra. Aline Evangelista S. Gabriel

Versão corrigida

Ribeirão Preto

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que seja citada a fonte.

Assinatura do autor: _____ Data: ____/____/2015

Ficha catalográfica

Silva-Neto, Reinaldo Dias.

Eficácia dos cimentos obturadores do sistema de canais radiculares frente a desafio ácido *in situ*/ Reinaldo Dias da Silva Neto. Ribeirão Preto, 2015.

“Versão corrigida da Dissertação. A versão original se encontra disponível na Unidade que se aloja o programa”

97p.: il.; 30cm

Dissertação (Mestrado), apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora – Opção: Endodontia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Aline Evangelista Souza Gabriel

1. Adesão. 2. Biofilme. 3. Desmineralização do dente. 4. Microscopia Confocal

FOLHA DE APROVAÇÃO

SILVA-NETO, R. D. **Eficácia dos cimentos obturadores do sistema de canais radiculares frente a desafio ácido *in situ***

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para obtenção do grau
de Mestre em Ciências - Programa: Odontologia
Restauradora - Área de Concentração:
Odontologia Restauradora (Opção: Endodontia).

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Presidente: Profª Drª Aline Evangelista de Souza Gabriel

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Prof. (a).Dr.(a).:_____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. (a).Dr.(a).:_____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. (a).Dr.(a).:_____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Este trabalho de pesquisa foi realizado nos Laboratórios de Pesquisa em Dentística e Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo com auxílio de pesquisa CNPq (processo: 130316/2014-8).

Dedicatória

Ao soberano **Deus**, fonte de sabedoria em minha vida. Sim, Deus capacita seus melhores guerreiros e assim, tem sido comigo todos os dias da minha vida. Cada degrau que subo é a Glória de Deus que se aprimora em meu viver. Toda honra seja dada ao Senhor Nosso Deus.

Aos meus pais, **Rosângela Carrasco e Sérgio Carrasco**, meus melhores amigos e meus grandes exemplos de vida, a quem agradeço por todo amor, carinho, cuidado, oração, zelo e por vibrarem comigo em minhas lutas diárias. Meu amor por vocês é incondicional, obrigado por vocês acreditarem em mim, sempre!

Á toda **minha família**, por cada demonstração e cuidado comigo todos os dias da minha jornada no Mestrado. Vocês são muito especiais, amo vocês!

Aos **meus amigos** que sempre me motivaram durante esta jornada com sorrisos, abraços e muitas conversas. Agradeço em especial, aos meus grandes amigos **Diego Phelipe, Fagner Lima, Jéfferson Pires e Raony Môlim** que sempre se fizeram presentes nos momentos mais importantes desta trajetória.

Agradecimentos

À **Prof.^a Dr.^a Aline Evangelista Souza Gabriel**, por todo conhecimento compartilhado, pela orientação acadêmica, pela paciência e pelos ensinamentos de vida em nossas muitas conversas. Sou extremamente grato por todo seu auxílio na realização deste projeto e também na minha formação profissional e pessoal.

Ao **Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto**, coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, agradeço por todas as oportunidades que me concedeu e por ter aberto as portas do Programa para a realização dos meus estudos. Agradeço também a contribuição neste projeto.

Ao **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, pela sua contribuição científica na área da Endodontia, sendo sempre exemplo de pesquisador inventivo e perspicaz. Sua contribuição com o delineamento inicial deste trabalho foi de fundamental importância.

A **Prof.^a Dr.^a Regina Guenka Palma-Dibb**, pessoa fundamental na realização deste projeto, agradeço à dedicação, motivação, paciência, compromisso e por passar um pouco do seu conhecimento pessoal e profissional. Seus sábios ensinamentos em nossas conversas constantes serão levados comigo para sempre.

Ao **Prof. Dr. Sérgio Luiz de Souza Salvador** pela sua importante contribuição com o delineamento e execução deste projeto. Agradeço por sempre me ajudar, acalmar e orientar, sempre serei grato por poder conviver e aprender com o senhor.

Ao **Prof. Dr. Antônio Miranda Cruz Filho**, professor de importância fundamental na formação acadêmica, por saber mostrar o quanto a carreira acadêmica pode ser encantadora.

Ao **Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan**, por todas as oportunidades que me proporcionou na Clínica de Graduação em Endodontia. Sem dúvidas as nossas conversas me auxiliaram muito neste caminho.

Ao **Prof. Dr. Bruno César de Vasconcelos Gurgel**, por me apresentar com encanto à iniciação científica.

Aos professores do **DOD-UFRN** por serem a minha base de formação profissional, serei sempre grato por tudo o que aprendi com vocês.

Aos amigos professores, **Prof. Dr. Fábio Dametto, Prof. Dr. Marcílio Dias, Prof. Dr. Norberto Faria e Prof.^a Dr.^a Rejane Andrade**, por serem meus primeiros professores em Endodontia por acreditarem em mim e me mostrarem o encantado da ciência endodôntica. Meu muito obrigado!

Aos amigos da Pós-Graduação, **Abraão Gonçalves Rombe, Ana Bárbara Loyola, Aline Mori, Amanda Buosi de Biagi, Bruna Tonin, Bruno Crozeta, Camila Dória, Caroline Borges, Cecília Martins, Clau Carpio, Fabiana Curylofo, Fabiane Carneiro Lopes, Fernanda Plotegher, Flávia Cabral, Frank Lucarini, Graziela Bianchi, Gabriela Flores, Isadora Soares, Jardel Mazzi, Júlia Olien, Karen Pintado Palomino, Késsia Mesquista, Keila Franceschini, Kelly Roccio, Livia Campi, Laíse Angélica, Luis Eduardo Flamini, Mateus Anacleto, Nayara Romano, Pedro Bastos Cruvinel, Poliana Vilaça da Silva, Raíssa Castelo, Rodrigo Dantas, Samuel Henrique Câmara do Bem, Thallison Samyo e Vanessa Lessa** por tudo o que vocês agregaram em minha vida nesta caminhada.

À minha querida turma do mestrado, **Isabella Rodrigues Ziotti, Isabela Lima, Odinê Bechara, Mario Torigoe, Mirian Saavedra e Rafaella Bragança**.

Aos alunos da **clínica de graduação em Endodontia FORP-USP** tenham certeza que vocês tornaram o caminho em busca do aprendizado mais prazeroso.

Aos meus amigos da graduação em **Odontologia DOD-UFRN**, **Ana Paula Rufino, Carlos Eduardo Galvão, Carolina Melo, Felipe Gomes, Gurgiane Gurgel, Kleiton Oliveira, Lilian Scoparo Nunes, Luiz Carlos Júnior, Pedro Sette, Polyana Moura, Rhaíssa Assunção e Talles Figueiredo**.

A minha querida vó **Ana Carrasco** e o vô **Roberto Barbiero** por todo seu amor e carinho despendido por mim.

Aos meus queridos padrinhos **Sandra Brito e Roberto Brito** por todo amor e carinho que vocês demonstram por mim.

Aos meus queridos tios, **Ângela Benites, Claudemir Benites, Crystian Benites, Irani Benites e Sônia Barbiero**, por sempre se importarem comigo mandando sempre mensagem de amor, carinho, cuidado e afeto.

A **Juliana Jandiroba Faraoni Romano**, pelo convívio quase diário e por sempre nos receber com alegria, para orientar e ajudar com o microscópio confocal. Sem você, não seria possível aprender tanto de forma tão simples.

A **Marina Del Arco** pelo convívio semanal e por sempre me receber com um sorriso no rosto e sempre tentar me encaixar na agenda do laboratório para a execução do projeto. Muito obrigado!

Aos técnicos de Laboratório **Patrícia Marchi e Reginaldo Santana**, por sua companhia diária dando força e estímulo todos os dias e principalmente, pela atenção dispensada e eficiência com que sempre me ajudaram.

As funcionárias **Débora Fernandes, Luíza Pitol, Maria Amália Viesti de Oliveira, Maria Isabel e Rosângela Angelini**, agradeço por sempre me receberem bem e me auxiliarem quando necessário.

Ao secretário da Pós-graduação **Carlos Feitosa**, companheiro e amigo diário sempre atencioso em me atender, tirando as dúvidas, aconselhando e acalmando sempre.

Ao **CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**, pelo auxílio financeiro.

"Feliz é o homem que persevera na provação, porque depois de aprovado receberá a coroa da vida, que Deus prometeu aos que o amam" (Tg 1:12)

*R*esumo

SILVA-NETO, R.D. **Eficácia dos cimentos obturadores do sistema de canais radiculares frente a desafio ácido *in situ***. 2015. 97p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia dos cimentos obturadores do sistema de canais radiculares quando submetidos ao desafio ácido em ambiente bucal. Foram utilizadas 55 raízes de incisivos centrais inferiores humanos com comprimento padronizado em 10 mm. Realizou-se o preparo biomecânico dos canais até o instrumento #40.02 e as raízes foram esterilizadas em autoclave. Quarenta e quatro raízes foram obturadas pela técnica de condensação lateral com um dos quatro cimentos de diferentes bases: AH Plus, MTA Fillapex, Sealapex ou Endofill. Nas 11 raízes remanescentes, apenas foi executado o preparo biomecânico dos canais e esterilização (controle negativo). Foram selecionados 11 participantes que atenderam aos critérios de inclusão na pesquisa. Foi realizada a moldagem das arcadas dentais e confecção dos dispositivos acrílicos intra-bucais palatinos com 5 nichos, sendo 4 deles para as raízes correspondentes a cada cimento experimental e 1 nicho para a raiz controle. As raízes foram fixadas com cera e tela para favorecer o acúmulo de biofilme. Durante 14 dias, 11 participantes utilizaram o dispositivo o dia todo e foram orientados a gotejar solução de sacarose 20% sobre as amostras, seis vezes ao dia, simulando alto desafio cariogênico. Após os 14 dias, as raízes foram removidas dos dispositivos, seccionadas em *slices* e foram realizadas as seguintes análises: perfil de desgaste do material obturador e superfície dentinária antes e após a exposição ao ambiente ácido bucal por microscopia confocal de varredura a laser (MCVL); resistência adesiva (MPa) do material obturador à dentina radicular por teste de *push-out* e análise qualitativa da morfologia da interface adesiva e desmineralização ao redor do material obturador por MCVL. Os dados do perfil de desgaste foram avaliados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e teste t ($\alpha=0,05$), os dados da resistência adesiva foram avaliados por Análise de Variância a dois critérios (cimentos e terços radiculares) e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos ($p=0,6190$), porém todas as amostras apresentaram desgaste da dentina e material obturador após exposição ao ambiente bucal ($p<0,05$). As raízes obturadas com o cimento AH Plus apresentaram maior resistência adesiva à dentina ($11,40 \pm 7,74$ a) ($p<0,05$). Resultados intermediários foram encontrados nas raízes obturadas com o MTA Fillapex ($7,22 \pm 5,88$ ab) e Endofill ($7,37 \pm 6,75$ ab). As raízes obturadas com o Sealapex apresentaram menores valores de resistência adesiva ($5,18 \pm 4,34$ b). Não houve diferença significativa para os terços radiculares, nem na interação dos fatores ($p>0,05$). Houve predomínio de falhas adesivas em dentina nas raízes obturadas com os cimentos AH Plus, MTA Fillapex e Endofill (respectivamente 66%, 75% e 54,2%). Nas raízes obturadas com o

Sealapex houve predomínio de falhas mistas (54,2%). Todos os cimentos apresentaram degradação do material obturador e superfície dentinária, além da desmineralização ao redor da obturação, sendo esta última mais intensa nas raízes obturadas com os cimentos Sealapex e Endofill. Nas raízes não obturadas, houve acúmulo intenso de biofilme bacteriano e desmineralização da dentina intrarradicular. Nenhum cimento foi capaz de evitar a degradação da interface adesiva e da dentina. No entanto, nestas situações de alto desafio ácido, os cimentos AH Plus e MTA Fillapex demonstraram desempenho superior aos demais cimentos testados, por apresentarem melhor resistência adesiva do material obturador à dentina, além de degradação e desmineralização ao redor da obturação menos intensa.

Palavras-chave: Adesão; Biofilme; Cimento; Desmineralização do dente; Microscopia confocal.

*A*bstract

SILVA-NETO, R.D. **Efficacy of root canal sealers following *in situ* acid challenge**. 2015. 97p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

This study has the purpose to evaluate the efficacy of root canal sealers following *in situ* acid challenge. The root canals of 55 human mandibular central incisors with standardized root canals length 10 mm were used. Roots were as submitted to biomechanical preparation up to #40.02 instrument and canals were sterilized in an autoclave. Forty-four roots were filled with one of the four sealers using the lateral condensation technique: AH Plus, Endofill, MTA Fillapex e Sealapex. The remaining 11 roots were only submitted to biomechanical preparation and were sterilized (negative control). Eleven 11 participants that fulfill the inclusion criteria were selected. The impressions of dental arcs were performed and intraoral acrylic devices were done with 5 spaces, being 4 for roots with experimental sealers and 1 for control root. The roots were fixed with wax and screen to promote the accumulation of biofilm. During 14 days, 11 participants were instructed to use the devices every day. Dental biofilm was allowed to accumulate on root and drops of 20% sucrose solution were dripped onto them, simulating a high acidic challenge. After 14 days, the roots were removed from the intraoral devices sectioned in slices and the following analyses were conducted: degradation (wear profile) in the dentin-sealer interface subjected to confocal laser scanning microscope (CLSM); bond strength of filling material (MPa) to root canal (push-out test) and qualitative analysis of adhesive interface morphology and demineralization around filling material by CLSM. The wear profile data were assessed by non-parametric Kruskal-Wallis and t-test ($\alpha=0.05$), the bond strength were evaluated by two-way ANOVA (cements and root thirds) and Tukey test ($\alpha=0.05$). Statistical analyses were set at 5% significance level. Regarding the surface of the wear profile, it was found that there was no significant statistical difference between sealers ($p=0.6190$), but all samples showed wear of dentine and filling material after exposure to the oral environment ($p < 0.05$). Roots filled with AH Plus sealer showed the higher bond strength to dentin (11.40 ± 7.74 a) ($p < 0.05$). Intermediate results were found in roots with MTA Fillapex (7.22 ± 5.88 ab) and Endofill (7.37 ± 6.75 ab). The worst result was found in roots with Sealapex (5.18 ± 4.34 b). There were no significant differences in root thirds, neither in the interaction of factors ($p > 0.05$). Adhesive failure were predominant in root canals with AH Plus, MTA Fillapex and Endofill (respectively, 66%, 75% e 54.2%). Root canals with Sealapex presented more mixed failure (54.2%). Qualitative morphological analysis showed that all sealers presented dentin demineralization around root canal filling, being greater when using to Sealapex and Endofill sealers. In unfilled roots, there was intense accumulation of bacterial biofilm and demineralization of intraradicular dentin. After the exposure of roots to oral environment for 14 days, it may be concluded that no sealer was able to prevent degradation of the adhesive interface and dentin. However, in

these situations of high acid challenge, AH Plus and MTA Fillapex sealers have shown superior performance than other tested sealers for their high adhesive strength of the filling material to dentin, and less intense degradation and demineralization around the root canal filling.

Keywords: Adhesion; Biofilm; Sealer; Dentin demineralization; Confocal Laser Scanning Microscope.

Sumário

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
2	PROPOSIÇÃO	07
3	MATERIAL E METODO	11
4	RESULTADOS	29
5	DISCUSSÃO	37
6	CONCLUSOES	47
	REFERÊNCIAS	51
	ANEXOS	61

*I*ntrodução

Os dentes tratados endodonticamente podem ser diretamente expostos ao ambiente bucal em decorrência de lesões de cárie, fratura do remanescente coronário ou queda do material provisório (XIE et al., 2012; PAKDEETHAI et al., 2013). A exposição ao ambiente bucal favorece a penetração de microrganismos, especialmente, os *Enterococcus faecalis* no interior do sistema de canais radiculares e tem sido considerado como principal agente causador de alterações pulpares e lesões periapicais persistentes (BARTHEL et al., 2002; VIRTEJ et al., 2006; SHARMA et al., 2014; MA et al., 2015). As bactérias da microbiota bucal passam a ter suporte nutricional por meio da troca de fluidos, normalmente promovendo a colonização, dentro dos túbulos dentinários, canais acessórios e ramificações dos tecidos periapicais, podendo ser considerada como o principal fator de insucesso do tratamento endodôntico (BARTHEL et al., 2002; VIRTEJ et al., 2006; AL-NAZHAN et al., 2014; SHARMA et al., 2014; MA et al., 2015).

A obturação do sistema de canais radiculares deve ser compactada e completa, realizada com materiais inertes ou antissépticos, capazes de assegurar selamento e vedação adequada das paredes intrarradiculares, impedindo a percolação dos fluidos (TIANFENG et al., 2015; DELONG et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015). A maior parte das obturações dos canais radiculares é realizada pela associação de cones de guta-percha e cimentos endodônticos (SAGSEN et al., 2011; ASSMANN et al., 2012; ZHOU et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015). As formulações de cimentos utilizadas são à base de: óxido de zinco e eugenol, resina-epóxica, hidróxido de cálcio, MTA/silicato de cálcio, ionômero de vidro, metacrilato, silicone e biocerâmica (CAMILLETTI et al., 2013; SHARMA et al., 2014; CHANG et al., 2015).

Cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, como o Endofill (Dentsply-Herpo, Petrópolis, RJ, Brasil), têm sido amplamente utilizados em Endodontia, apresentam baixo custo, radiopacidade adequada, bom escoamento e longevidade comprovada, porém apresentam substâncias que são nocivas aos tecidos periapicais (PÉCORA et al., 2002; MARIN-BAUZA et al., 2012; ROSA et al., 2013).

O cimento resinoso AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) é um material obturador à base de resina epóxica, considerado o “padrão-ouro” entre os cimentos endodônticos por apresentar boas propriedades físico-químicas (ROSA et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014; RACHED-JUNIOR et al., 2014) e por penetrar nas micro-irregularidades da dentina, proporcionando altos valores de resistência adesiva (ZHOU et al., 2013; CHANG et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015).

Cimentos que contém Agregado de Trióxido Mineral (MTA), como o MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil) apresenta alta radiopacidade, baixa solubilidade, bom escoamento e capacidade para induzir a formação de tecido mineralizado (MASSI et al., 2011; ROSA et al., 2013; ACCARDO et al., 2014; CHANG et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015; DELONG et al., 2015). Poucos são os relatos na literatura sobre o MTA Fillapex por ser um cimento que está há pouco tempo no mercado.

O cimento Sealapex (Kerr, Orange, LA, EUA) contém hidróxido de cálcio e apresenta como propriedades biocompatibilidade, ação antimicrobiana, adequada radiopacidade, indução de reparação tecidual da região periapical e capacidade de penetração nas irregularidades nas paredes intrarradiculares (DESAI et al., 2009; CHANG et al., 2014; TEDESCO et al., 2015). No entanto, tem sido reportada maior solubilidade em relação aos demais cimentos (TEDESCO et al., 2015).

Os cimentos endodônticos são essenciais na obturação dos canais radiculares, pois preenchem os espaços vazios no interior da massa obturadora e entre a obturação e as paredes do canal (RACHED-JÚNIOR et al., 2014; TIANFENG et al., 2015; DELONG et al., 2015). A interação física do cimento com a dentina, geralmente é estabelecida por meio da penetração do material dentro dos túbulos dentinários, proporcionando retenção mecânica (VIAPIANA et al., 2013; RACHED-JÚNIOR et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, a boa aderência dos cimentos às paredes dentinárias é essencial para o selamento da interface material obturador/dentina (TEDESCO et al., 2014; UZUNOGLU et al., 2015, VIAPIANA et al., 2013). Assim, a degradação do material obturador causada pela queda de pH proveniente dos ácidos do meio bucal pode levar a formação de microfendas na interface

adesiva e comprometer o sucesso do tratamento endodôntico (AL-NAZHAN et al., 2014; AMOROSO-SILVA et al., 2014; HWANG et al., 2015).

Diante da necessidade de avaliar o comportamento dos materiais restauradores na ambiente bucal, os estudos *in situ* ganharam reconhecimento como ferramenta auxiliar nas pesquisas de cárie dentária (KIRSTEN et al., 2013; MORIYAMA et al., 2014) e materiais restauradores (PADOVANI et al., 2014; BAKHSH et al., 2015). Este tipo de estudo pode ser considerado como fase intermediária, pois se situa entre a situação clínica e o ambiente altamente controlado em laboratório (BARATIERI et al., 2012; PIERRO et al., 2014; BAKHSH et al., 2015). Geralmente, utilizam-se dispositivos para uso intrabucal como placas em acrílico e grampos ortodônticos, nos quais os fragmentos dentais são fixos e permanecem expostos ao meio bucal contendo biofilme bacteriano (CHIMELO et al., 2008; BARATIERI et al., 2012; PIERRO et al., 2014; PADOVANI et al., 2014; SOUZA-GABRIEL et al., 2015). Na Endodontia, existem poucos trabalhos com fragmentos de dentes extraídos expostos ao ambiente bucal (BARTHEL et al., 2002; VIRTEJ et al., 2007) e estes, apenas avaliaram a eficácia antimicrobiana de soluções irrigadoras.

Embora o processo de envelhecimento da interface de união na dentina coronária já tenha sido estudado (CHIMELO et al., 2008; BARATIERI et al., 2012; LIN et al., 2014; SOUZA-GABRIEL et al., 2015), são escassas as informações relacionadas ao mecanismo de degradação da interface adesiva na dentina intrarradicular. Dessa forma, os estudos *in situ* em Endodontia podem ajudar na averiguação de qual material obturador, é capaz de conservar a integridade da interface adesiva quando ocorre à queda do material provisório e a obturação fica exposta ao ambiente ácido da cavidade bucal. Nesses casos, é preciso cautela para verificar se o material obturador foi capaz de preservar a cadeia asséptica e evitar o retratamento dos canais radiculares.

*P*roposição

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia dos cimentos obturadores do sistema de canais radiculares frente a desafio ácido *in situ*, por meio da:

1. análise do perfil de desgaste do material obturador e superfície dentinária antes e após a exposição ao ambiente ácido bucal por microscopia confocal de varredura a laser;
2. avaliação da resistência de união do material obturador à dentina radicular por meio do teste de *push-out* e posterior análise do padrão de falhas em microscopia confocal de varredura a laser;
3. análise qualitativa da morfologia da interface adesiva e da área desmineralizada ao redor do material obturador por meio de microscopia confocal de varredura a laser.

Materiais e Métodos

Este estudo foi aprovado no Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil – FORP/USP (CAAE nº 37032114.1.0000.5419 - ANEXO A) e foi conduzido de acordo com as regulamentações sobre pesquisas com seres humanos do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Resolução nº466 de 12/12/2012).

Aspectos éticos e participantes

Os participantes receberam as informações correspondentes à metodologia da pesquisa, seus riscos e benefícios, sendo também informados sobre seus direitos de desistirem da pesquisa em qualquer fase da execução da mesma. Recebidas as informações, os participantes assinaram um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (TCLE - ANEXO B), concordando em participar e colaborar com a realização do experimento.

Os participantes em potencial foram submetidos à anamnese e exame clínico para que fossem checados os critérios de inclusão e exclusão (Quadro 1). Foram selecionados 12 participantes, sendo que antes de realizar a fase intra-bucal 1 participante desistiu da pesquisa. Então, todo o estudo foi realizado com 11 participantes.

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão aplicados para a seleção dos participantes da pesquisa.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none"> • Idade entre 18 e 35 anos; • Apresentar saúde bucal adequada; • Não apresentarem histórico de quaisquer sinais e sintomas de reações alérgicas aos produtos utilizados; • Disponibilidade de tempo para comparecer ao local da pesquisa; • Disposição para cumprir as determinações. • Fluxo salivar 	<ul style="list-style-type: none"> • Histórico de problemas neurológicos centrais e/ou periféricos; • Distúrbios de ordem digestiva; • Tratamento ortodôntico com aparelho fixo; • Presença de próteses fixas e removíveis; • Uso de medicação controlada; • Grávidas e lactantes; • Fumantes.

Análise do fluxo e pH da saliva dos participantes

Para medir o fluxo salivar, os participantes permaneceram sentados e relaxados por alguns minutos na cadeira odontológica. Em seguida, foram instruídos a mascar um pedaço de parafina (51 x 48 mm) sem sabor por 30 segundos e desprezar a primeira quantidade de saliva, expelindo-a (MORITSUKA et al., 2006).

A partir deste momento, a saliva estimulada foi coletada em tubo de ensaio graduado em 5 mL, com auxílio de funil de vidro, durante 5 minutos. Após o repouso da saliva por 1 minuto, o volume foi medido e a taxa do fluxo salivar foi calculada em mL/min. O pH inicial da saliva foi medido utilizando-se um pHmetro digital calibrado (Jenway 3510 pH-meter; Barloworld Scientific, Essex, Reino Unido). A leitura do aparelho foi realizada com o eletrodo submerso na amostra, sendo convertida para escala de pH.

Para participarem do estudo, os participantes deveriam ter fluxo salivar normal entre 1,0 a 3,0 mL por minuto e pH da saliva entre 5,0 a 6,9.

Delineamento experimental

Foi realizado um estudo *in situ* com 55 raízes de incisivos inferiores humanos e 11 participantes. A placa intraoral em acrílico que os participantes usaram continha cinco raízes fixadas, sendo uma delas, a raiz do grupo controle negativo e 4 com os cimentos experimentais. Foi realizado o rodízio das raízes no dispositivo para garantir que todas as bases de cimento ficassem expostas em diferentes posições no dispositivo.

Dessa forma, o fator em estudo foi o *cimento endodôntico* utilizado para obturar as raízes, em quatro níveis: cimento à base de resina epóxica (AH Plus; Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha); cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endofill; Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil); cimento à base de agregado de trióxido de mineral (MTA Fillapex; Angelus, Londrina, PR, Brasil) e cimento à base de hidróxido de cálcio sem eugenol (Sealapex; Kerr, Orange, LA, EUA).

Após um período de *lead-in* de 7 dias, os 11 participantes iniciaram o uso dos dispositivos bucais contendo as raízes durante 14 dias. Foram orientados a utilizar o dispositivo todos os dias, retirando-os apenas para os procedimentos de higienização bucal. Foram também orientados a gotejar sacarose a 20% nas raízes 6 vezes ao dia, para favorecer o acúmulo de biofilme.

Para a viabilização do estudo, os participantes utilizaram o dispositivo intra-bucal em períodos distintos. Assim, a pesquisa foi composta de 3 blocos em que foram realizadas todas as etapas do projeto.

As variáveis respostas quantitativas foram: *perfil de desgaste* do material obturador e superfície dentinária antes e após a exposição ao ambiente ácido bucal por microscopia confocal de varredura a laser; a resistência adesiva (MPa) do material obturador à dentina por meio do teste de *push-out*. As variáveis qualitativas foram: morfologia da interface adesiva e desmineralização ao redor do material obturador por meio de microscopia confocal de varredura a laser.

Confecção dos dispositivos intra-bucais

Cada participante selecionado teve suas arcadas (superior e inferior) moldadas com hidrocolóide irreversível de presa rápida (Tropicalgin; Zhermack, Badia Polesine, Rovigo, Itália). Os moldes foram vazados em gesso pedra (Velmix; Sybron Kerr, São Paulo, SP, Brasil), obtendo-se os respectivos modelos de trabalho. Foram confeccionados dispositivos palatinos em resina acrílica autopolimerizável transparente (Ortoclass; Belo Horizonte, MG, Brasil) com 5 nichos (2 no lado esquerdo, 2 no lado direito e 1 na região central) da superfície externa medindo 12 x 6 x 5 mm, para a fixação das raízes.

Preparo dos dentes

Cinquenta e cinco incisivos centrais inferiores humanos hígidos, recém-extraídos, provenientes do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Ribeirão

Preto foram armazenados em solução de timol 0,1% a 9°C. Os dentes foram lavados em água corrente por 24 h para remoção dos traços da solução e, em seguida, submetidos à raspagem e limpeza com pedra pomes e água.

Os dentes foram analisados por meio de lupa estereoscópica (Nikon Inc. Instrument Group, Melville, NY, EUA) a fim de comprovar a ausência de defeitos estruturais e formação completa da raiz. Foram também radiografados para verificar a presença de único canal radicular e ausência de reabsorções internas ou calcificações.

Secção dos dentes

Os dentes foram seccionados na junção amelo-cementária com discos acoplados à máquina de corte (Isomet 1000; Buehler Ltda, Lake Bluff, Illinois, EUA), sob refrigeração, de modo a separar as porções coronárias e radiculares. Foi realizado um bisel na junção amelo-cementária com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em baixa rotação (Kavo, Joinville, SC, Brasil), com a finalidade de expor a área de contato da raiz ao biofilme bacteriano. O comprimento radicular ficou padronizando em 10 mm, checado com paquímetro de precisão (Digit CAL SM; Tesa Technology, Bugnon, Suíça).

Tratamento dos canais radiculares

A exploração dos canais radiculares foi feita com lima manual tipo K número 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), sendo introduzida no interior do canal até que sua ponta coincida com o terço apical. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado recuando-se 1,0 mm do comprimento da raiz.

O preparo biomecânico foi realizado pela técnica de instrumentação por movimento rotatório, realizando o preparo cervical com os instrumentos #25.12, #25.10 e # 25.08 e instrumentação rotatória com o sistema K3 (Sybron-Kerr, Orange, CA, EUA) até o instrumento #40.02 no motor VDW Silver X Smart (Mailefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) e irrigação com hipoclorito de sódio a 1% (Cloro Rio, Rio de Janeiro, Brasil). Os

canais foram irrigados com 2 mL de hipoclorito de sódio a 1% a cada troca de instrumento.

Esterilização das raízes dentais

Como este estudo foi pioneiro na utilização de raízes dentais fixadas em dispositivos para uso intraoral, foi necessário validar o método de esterilização para garantir que todo o comprimento de 10 mm estivesse livre de microrganismos.

Para tal, seis incisivos inferiores (não utilizados neste estudo) obtidos no Biobanco de Dentes Humanos da FORP-USP foram seccionados, removendo-se a coroa e padronizando o comprimento radicular em 10 mm. Três raízes foram esterilizadas em forno de micro-ondas a 650 W durante 3 minutos (MIMA et al., 2008). Três raízes foram esterilizadas em autoclave a 121°C durante 15 minutos (CASELLATTO et al., 2006; JACOB et al., 2010), imersos em água destilada.

As 6 raízes estéreis foram individualmente transferidas para tubos de ensaio identificados contendo 10 mL de meio de cultura BHI estéril. Cada tubo foi agitado em agitador por 1 minuto. Os tubos de ensaio que continham apenas caldo BHI (controle) foram incubados em condições de anaerobiose, enquanto os demais foram incubados em condições de aerobiose. Os tubos de ensaio foram igualmente submetidos à incubação em estufa bacteriológica a 37°C por 14 dias. Decorridos este período, foi observada a presença ou ausência de turvação, sendo que a presença de turvação indicava a presença de crescimento de microrganismos.

Verificou-se que apenas o método de esterilização em autoclave a 121°C durante 15 minutos foi efetivo para eliminação bacteriana das raízes, e este foi então utilizado no estudo.

As raízes dentais submetidas ao preparo biomecânico foram colocadas em béqueres contendo água destilada estéril e foram então individualmente levadas a autoclave a 121°C durante 15 minutos. Após a esterilização, os espécimes foram analisados em Microscópio Confocal a Laser (LEXT, 3D Measuring Laser Microscope

OLS 4000, Japão) e nova seleção foi realizada e aquelas que apresentaram trincas ou fissuras foram excluídas e repostas. Ao final, 55 raízes foram selecionadas.

Divisão dos grupos experimentais e obturação das raízes

As raízes 55 foram divididas em 5 grupos (n=11). Quarenta e quatro raízes foram obturadas com um dos 4 cimentos testados e 11 raízes não foram obturadas e serviram de controle negativo para a análise qualitativa em microscopia confocal a laser.

Para a obturação, introduziu-se manualmente o instrumento #40 estéril até o comprimento de trabalho. Em seguida, realizou-se a aplicação de 2 mL de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) a 17% por 3 minutos, irrigação final com 2 mL hipoclorito de sódio a 1% e na sequência, 2 mL de água deionizada por 1 minuto. A secagem do canal radicular foi realizada com cones de papel absorvente 40 (Dentsply Maillerfer, Ballaigues, Suíça).

A técnica de obturação selecionada foi a condensação lateral, utilizando um dos 4 cimentos de diferentes bases: resina epóxica (AH Plus; Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha); óxido de zinco e eugenol (Endofill; Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil); agregado de trióxido de mineral (MTA Fillapex; Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil) e hidróxido de cálcio (Sealapex; Kerr, Orange, LA, EUA) (Figura 1).

Os cimentos foram proporcionados e manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes.

Figura 1 - Cimentos utilizados no estudo: **(A)** à base de resina epóxica (AH Plus; Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha); **(B)** à base de agregado de trióxido mineral (MTA Fillapex; Angelus, Londrina, PR, Brasil); **(C)** à base de hidróxido de (Sealapex; Kerr, Orange, LA, EUA) e **(D)** à base de óxido de zinco e eugenol (Endofill; Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil).

O AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) é um cimento composto por duas pastas à base de resina epóxica. As pastas foram misturadas em partes iguais de volume (1:1) até se obter consistência homogênea. O tempo mínimo de trabalho é de 4 horas e o tempo de endurecimento é de 8 horas (MARIN-BAUZA et al., 2012; CHANG et al., 2015).

O Endofill (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) se apresenta na forma de pó (óxido de zinco) e líquido (eugenol). A mistura do pó ao líquido foi feita de forma gradativa, até que se conseguisse consistência de “fio de bala” tal que, ao colocar a espátula sobre a mistura e levantá-la se obtenha um fio de cimento de 2 cm de comprimento sem se romper (ZHOU et al., 2013; RACHED-JUNIOR et al., 2014).

O MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil) apresenta-se em duas bisnagas com ponta misturadora fixada na ponta dispensadora da seringa. Pode ser levado ao canal com brocas lântulo ou por meio de ponta. Foi realizada a manipulação manual após a auto mistura. Apresenta tempo de trabalho de 30 minutos e tempo mínimo de

presa é de 120 minutos (PARIROKH et al., 2010; TORABINEJAD et al., 2010; CHANG et al., 2014).

O Sealapex (Kerr, Orange, LA, EUA) é um cimento pasta/pasta composto por duas bisnagas uma contendo a base e a outra o catalisador, utilizadas em partes iguais às quais devem ser manipuladas durante 1 ou 2 minutos até que se obtenha mistura homogênea. Apresenta tempo de trabalho de 10 a 15 minutos sendo acelerada pela presença de umidade (CHANG et al., 2014; CHANG et al., 2015).

Após a mistura, os cimentos foram utilizados em conjunto com cones de guta-percha. O excesso de material restaurador foi removido da entrada do canal com condensador *Fine Medium* (Sybron Endo, Glendora, CA, EUA) previamente acoplado ao dispositivo de geração de calor (Denjoy Dental Co. Ltda., Changsha, Hunan, China).

A seguir, com a guta-percha ainda plastificada, foi realizada a condensação vertical com o condensador manual nº 2 (Sybron Endo, Glendora, CA, EUA) a frio, com pressão leve e firme em direção apical por 5 segundos. Após o procedimento de obturação foi realizada a limpeza da cavidade com pequenos fragmentos de esponja embebidos em álcool 70°.

Polimento da superfície da raiz e análise inicial em microscopia confocal

Para análise previa em microscopia confocal antes da exposição ao meio bucal, as raízes foram fixadas em matrizes de Teflon utilizando cera fundida com a porção cervical voltada para o meio externo. Em seguida, a superfície foi polida manualmente com lixas d'água de granulação 600 e 1200 (Hermes Abrasives Ltda., VA, EUA) por 30 segundos cada, sob refrigeração a água e pasta de alumina 0.3- μ m e 0.05- μ m (Arotec S/A., São Paulo, Brasil) por 3 minutos cada em feltro polidor (ATM, Altenkirchen, Alemanha). Após o polimento, as superfícies cervicais foram submetidas à limpeza com EDTA por 1 minuto e lavagem pelo mesmo tempo com água deionizada para a remoção dos debris.

As raízes foram posicionadas paralelamente à mesa do microscópio confocal a

laser (LEXT OLS4000®; 3D Laser Microscope OLS 4000, Japão) com auxílio de paralelômetro (ElQuip, São Carlos, São Paulo, Brasil) em lâminas para microscópio e foi realizada a aquisição da imagem com objetiva de magnificação 10x para posterior análises do perfil de desgaste e degradação da interface.

Fase intraoral

O estudo foi conduzido com 11 (onze) participantes de ambos os sexos. Foi realizado o período de calibração (*lead in*) de 7 dias, no qual os participantes foram instruídos a utilizar a escova dental (Oral-B Indicator 35; Gillette do Brasil Ltda., Manaus, AM, Brasil) e o dentífrico (Gel Dental Colgate; Colgate-Palmolive, Osasco, SP, Brasil) fornecidos pelo pesquisador. Após este período, foi verificada a adaptação intra-bucal dos dispositivos, foram realizados os ajustes, quando necessários, e as placas palatinas foram instaladas nos participantes.

Cinco raízes foram fixadas com cera em cada dispositivo palatino, uma raiz do grupo controle negativo (não obturada) e as demais obturadas com um dos cimentos analisados no estudo. A fixação destas raízes foi realizada 2 mm aquém da superfície do dispositivo. Sobre cada uma das raízes fragmentos, foi fixada uma tela plástica para facilitar o acúmulo de biofilme (CHIMELLO et al., 2008; SOUZA-GABRIEL, et al., 2015).

O aparelho instalado foi utilizado por 14 dias e a aplicação de solução foi iniciada no segundo dia de cada fase. Os participantes foram instruídos a remover o dispositivo e gotejar solução de sacarose 20% seis vezes ao dia, em cada uma das raízes (às 8:00; 11:00; 15:00; 17:00; 19:00 e 21:00 horas (CHIMELLO et al., 2008; SOUZA-GABRIEL et al., 2015). Cinco minutos depois, o dispositivo devia ser reinserido no ambiente bucal.

Durante o período experimental, os participantes puderam higienizar apenas a porção do dispositivo que permaneceu em contato com o palato. Ao término dos 14 dias, as 5 raízes foram removidas dos nichos. Na Figura 2, tem-se a representação esquemática do estudo.

Figura 2 – Fluxograma da metodologia empregada. (A) Incisivos inferiores humanos; (B) Instrumentação do canal; (C) Dentes levados à cortadeira de precisão para a secção das raízes; (D) Raízes padronizadas com 10 mm de comprimento; (E) Esterilização dos fragmentos; (F) Obturação dos fragmentos com os cimentos estudados; (G) Obtenção dos modelos de gesso; (H) Dispositivo acrílico com nichos confeccionados; (I) Distribuição padronizada das raízes nos nichos; (J) Raízes no dispositivo bucal com o gotejamento de solução de sacarose e pronto para ser levado no ambiente bucal dos participantes; (K) Remoção dos fragmentos no dispositivo; (L) Após análise no microscópio confocal os fragmentos foram divididos em grupos para serem seccionados; (M) Secção longitudinal das raízes; (N) Microscópio confocal; (O) Secção transversal das raízes; (P) Slices de 1,0 mm; (Q) Teste de *push-out*; (R) Análise do padrão de falha em lupa com aumento de 40 X.

Análise qualitativa da morfologia em microscopia confocal a laser

As amostras provenientes de três participantes, ou seja, 15 raízes no total (três de cada grupo experimental e três raízes de controle negativo) foram identificadas e fixadas em placas acrílicas com cola quente, com o eixo longitudinal paralelo à superfície das placas, para o corte. Na sequência, foi realizada a secção longitudinal dos espécimes para análise da morfologia da interface adesiva e da área desmineralizada ao redor da obturação e realizou-se o polimento com lixas manuais #600 e #1200 e alumina 0.3- μm , 0.05- μm , conforme protocolo descrito anteriormente, e foi realizada a aquisição das imagens do eixo longitudinal dos terços cervical, médio e apical. Após a aquisição das imagens, estas foram analisadas quanto à morfologia da interface adesiva e a área desmineralizada ao redor da obturação.

Secção das raízes

As amostras provenientes dos oito participantes restantes foram fixadas em placas acrílicas com cera para escultura (Asfer Ind. Química, São Caetano do Sul, SP, Brasil), com o eixo longitudinal paralelo à superfície das placas, para o corte das amostras. Para cada terço, foram obtidos 7 *slices* de aproximadamente 1,0 mm ($\pm 0,3$ mm) de espessura. No primeiro *slice* do terço cervical de cada raiz, foram analisados o perfil de desgaste da superfície e interface adesiva antes e após a exposição ao ambiente ácido bucal por meio de microscopia confocal de varredura a laser. A partir do segundo *slice*, avaliou-se a resistência adesiva (MPa) do material obturador à dentina por teste de *push-out* e o padrão de falhas em microscopia óptica.

Análise quantitativa do perfil de desgaste em microscopia confocal a laser

Foi realizada a aquisição das imagens das superfícies cervicais da raiz. Os espécimes foram novamente posicionados paralelamente microscópio confocal a laser LEXT OLS4000®. Após selecionar a área mais representativa do espécime, foi realizada a aquisição da imagem com objetiva de magnificação 10x. Tomou-se o cuidado de

sempre realizar as imagens posteriores na mesma região antes e após a exposição ao desafio ácido no ambiente bucal.

Após a aquisição das imagens, estas foram analisadas quanto ao perfil de desgaste do material obturador e superfície dentinária antes e após a exposição ao ambiente ácido bucal. As mesmas imagens foram utilizadas para avaliação morfológica superficial. As mensurações foram realizadas por meio do programa de aquisição de imagens (LEXT, 3D Measuring Laser Microscope OLS 4000, Tóquio, Japão).

O ponto inicial de marcação foi a partir da dentina adjacente a parede do canal radicular até o centro da superfície do material obturador, realizando-se 10 mensurações no eixo X e mais 10 mensurações no eixo Y, totalizando 20 medidas antes a exposição ao desafio ácido, conforme ilustrado na Figura 3. A mesma análise foi realizada nos espécimes após a exposição ao desafio ácido do ambiente bucal, totalizando 40 medidas por espécimes. Os valores eram exportados para planilha do programa Excel, para posterior tabulação e análise dos dados.

Figura 3 – Análise em microscópio confocal de varredura a laser: Mensurações realizadas para análise do perfil de desgaste do material obturador e da superfície dentinária antes e após a exposição ao ambiente ácido *in situ*.

Avaliação da resistência de união por meio do teste de push-out

O segundo, terceiro e quarto *slices* da raiz (respectivamente, terços cervical, médio e apical) foram destinados ao teste de *push-out* na Máquina Universal de Ensaio (Instron 4444; Instron Corporation, Canton, MA, EUA) dotada de célula de carga acoplada ao sistema oscilante e de garra. Um dispositivo fixo de aço inoxidável foi utilizado para a fixação dos *slices* de modo que a face com menor diâmetro do canal radicular ficasse voltada para cima (apical-coronal) e alinhada à haste empregada para pressionar a guta-percha, fazendo com que o deslocamento do material obturador ocorresse em direção ao maior diâmetro do canal. A ponta da haste possui um diâmetro de 1,4 mm e 6 mm de comprimento. Foram utilizadas duas pontas com diâmetro de 0,4 e 0,3 mm, respectivamente, para os terços cervical, médio e apical.

Desta forma, para cada espécime submetido ao teste, foi selecionada a ponta que melhor se adaptava às dimensões da obturação no caso do terço cervical a ponta com 0,4 mm e para os terços médio e apical a ponta de 0,3mm, de forma que o contato da haste metálica ocorresse somente com o material obturador. Utilizou-se velocidade de 0,5 mm/minuto até o deslocamento do material obturador (Figura 4). A carga de ruptura da adesão ou completo deslocamento do material obturador foi observado quando ocorreu o declínio acentuado da curva.

Para calcular a resistência de união (RU), a força adquirida foi transformada em Newtons e convertida em Megapascal (MPa), e dividida pela área lateral do material obturador multiplicada pela aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) (RACHED-JUNIOR et al., 2014; TEDESCO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015). O cálculo da área lateral foi realizado com a fórmula da área lateral do tronco do cone (S_L):

$$S_L = \pi (R + r) \sqrt{h^2 + (R+r)^2}$$

Nesta fórmula, “R” corresponde à medida do raio do material obturador (porção coronal), “r” corresponde à medida do raio do material obturador (porção apical) e “h” à altura/espessura do material obturador.

Figura 4 - Execução do teste de *push-out* (A) máquina de ensaios universal Instron modelo 4444; (B) hastes metálicas com ponta ativa com diâmetros de 0,4, 0,4 e 0,3 mm (esquerda para a direita) utilizadas no teste de *push-out* nos *slices* referentes aos terços cervical, médio e apical, respectivamente; (C) haste metálica com ponta ativa de 0,25mm sobre o material obturador de um *slice* no terço cervical.

Após o teste de *push-out*, as amostras foram observadas em lupa estereoscópica (ZEISS, Stemi 2000-C, Bernried Alemanha) com aumento de 40 X para análise do tipo de falha que ocorreu após o teste (TEDESCO et al., 2015). As imagens foram capturadas e submetidas à avaliação de examinador devidamente calibrado.

Cada amostra foi avaliada e classificada em um tipo de falha (Figura 5): a falha foi considerada adesiva a dentina: se o material obturador deslocou-se da dentina; falha adesiva ao material obturador: se a guta percha deslocou-se do cimento; falha mista: quando ocorreu combinação de ambas as falhas adesivas; coesiva de dentina, quando houve fratura da dentina e coesiva no cimento obturador: quando ocorreu fratura no cimento endodôntico (RACHED-JUNIOR et al., 2014; DELONG et al., 2015).

Figura 5 – Análise do padrão de falhas após execução do teste de *push-out* em lupa estereoscópica - (A) falha adesiva em dentina; (B) falha adesiva ao material obturador; (C) falha mista (D) falha coesiva em dentina (seta); (E) falha coesiva no cimento (seta).

Análise dos dados

Os dados obtidos com a análise do perfil de desgaste do material obturador e dentina (mensurados em microscopia confocal a laser), bem como os obtidos após o teste de *push-out*, foram submetidos à análise estatística por meio dos *softwares* *Statistical Package for Social Science* para Windows (SPSS 19, SPSS Inc, Chicago, IL, EUA) e SigmaStat 3.5 (Systat Software Inc., San Jose, CA, EUA).

Os dados da variável de resposta *perfil de desgaste* apresentam distribuição não-normal (teste de Shapiro-Wilk, $p < 0,05$) e, dessa forma, empregou-se não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar os grupos experimentais entre si. O teste t foi aplicado em cada grupo de cimento para avaliar a diferença no perfil de desgaste da superfície dos espécimes antes e após a exposição ao meio bucal.

Os dados referentes à resistência de união do material obturador à dentina apresentaram distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk, $p > 0,05$) e foram analisados por Análise de Variância a dois critérios (cimentos e terços radiculares) e teste complementar de Tukey. Para todas as análises, o nível de significância adotado foi de 5%.

A análise do tipo de falha após o teste de *push-out* foi do tipo descritiva (distribuição percentual). Realizou-se também análise qualitativa das imagens obtidas em microscopia confocal a laser da interface material obturador/dentina, em secções paralelas e perpendiculares ao longo eixo do canal radicular.

*R*esultados

1. Análise do perfil de desgaste do material obturador e dentina em microscopia confocal a laser

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis aplicado aos valores de perfil de desgaste (diferença entre os espécimes expostos e não expostos ao ambiente bucal) mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os cimentos estudados ($p=0,6190$).

O teste t, aplicado a cada grupo de cimento, demonstrou haver diferença no perfil de desgaste da superfície dos espécimes (terço cervical) antes e após a exposição ao meio bucal, o que evidencia a degradação superficial do material obturador e tecido dentinário (AH Plus, $p=0,0240$; MTA Fillapex, $p=0,0085$; Sealapex, $p=0,0014$; Endofill, $p=0,022$).

A Tabela I contém os valores de desgaste da superfície dos espécimes antes e após o desafio ácido *in situ*, nos diferentes grupos experimentais.

Tabela I – Valores originais do perfil de desgaste da superfície encontrados antes e após a exposição ao meio bucal, e medianas obtidas na análise dos diferentes grupos experimentais.

	AH Plus			MTA Fillapex			Sealapex			Endofill		
Partic.	Antes	Depois	DF*	Antes	Depois	DF*	Antes	Depois	DF*	Antes	Depois	DF*
1	149,97	465,65	315,68	89,21	113,62	24,42	99,72	122,04	22,32	105,42	194,60	89,18
2	68,32	86,61	18,29	103,55	156,27	52,72	56,80	79,55	22,75	70,22	166,00	95,77
3	98,45	197,44	98,99	81,94	164,16	82,22	121,34	185,22	63,88	81,70	193,31	111,61
4	136,45	196,31	59,86	152,72	379,04	226,31	83,07	106,76	23,68	127,76	161,73	33,97
5	158,62	205,88	47,26	181,02	194,03	13,01	65,72	149,98	84,26	99,21	215,30	116,09
6	137,55	210,51	72,96	188,00	203,91	15,91	159,71	296,67	136,96	73,97	149,50	75,53
7	169,80	178,56	8,76	68,27	164,13	95,86	54,10	146,20	92,11	57,78	61,04	3,26
8	72,43	115,44	43,01	184,01	350,35	166,34	37,91	115,93	78,02	60,89	67,95	7,06
Mediana	53,56			67,48			70,95			82,36		

DF* = diferença entre antes e após a exposição do fragmento de raiz ao ambiente bucal

A Figura 6 representa todos os grupos estudados em microscopia confocal a laser da superfície do espécime ilustrando o perfil de degradação do material obturador nos diferentes grupos experimentais, antes e após a exposição ao ambiente bucal e desafio ácido *in situ*.

Figura 6 – Microscopia confocal a laser da superfície do espécime: **(A)** obturado com AH Plus antes da exposição; **(B)** obturado com AH Plus após a exposição; **(C)** obturado com MTA Fillapex antes da exposição; **(D)** obturado com MTA Fillapex após a exposição; **(E)** obturado com Sealapex antes da exposição; **(F)** obturado com Sealapex após a exposição; **(G)** obturado com Endofill antes da exposição; **(H)** obturado com Endofill após a exposição.

Com relação ao perfil de desgaste, foi observado que os espécimes obturados com AH Plus apresentaram a menor degradação após a exposição em ambiente bucal com desafio ácido. Resultados intermediários foram observados nos espécimes obturados com MTA Fillapex em decorrência da incorporação de fluidos ou expansão do material.

Foi verificada a maior degradação da superfície do material nas raízes obturadas com Endofill e Sealapex. Os espécimes obturados com Sealapex apresentaram porosidade na superfície do material obturador enquanto que no Endofill ocorreu intensa degradação do material obturador com perda de material obturador, formação e fendas e espaços vazios na interface.

2. Resistência de união do material obturador à dentina

Os dados utilizados para esta análise correspondem à força necessária (MPa) para o deslocamento do material obturador do corpo de prova. A Análise de Variância a dois critérios (cimentos e terços radiculares) mostrou haver diferença estatisticamente significativa para o fator *cimento endodôntico* ($p = 0,0082$).

O teste complementar de Tukey mostrou que os espécimes obturados com o cimento AH Plus apresentaram maior resistência ao deslocamento ($p < 0,05$), estatisticamente semelhantes ($p > 0,05$) ao MTA Fillapex e o Endofill. O Sealapex apresentou menor resistência adesiva ($p < 0,05$) e não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) do MTA Fillapex e Endofill. O MTA Fillapex e o Endofill foram similares entre si ($p > 0,05$) e apresentaram resultados intermediários (Tabela II).

Tabela II – Valores de média e desvio padrão, em Mega-Pascal (MPa), da força máxima de resistência ao deslocamento do material obturador do corpo de prova, considerando-se os diferentes cimentos testados.

Grupos experimentais	Média ± desvio padrão
AH Plus	11,40 ± 7,74 a
MTA Fillapex	7,22 ± 5,88 ab
Sealapex	5,18 ± 4,34 b
Endofill	7,37 ± 6,75 ab

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

A Análise de Variância demonstrou não haver diferença entre os terços radiculares (cervical, médio e apical), bem como na interação dos fatores estudados (cimentos x terços) ($p>0,05$).

A análise das falhas após o teste de *push-out* mostrou que nos grupos dos cimentos AH Plus, MTA Fillapex e Endofill houve predomínio de falhas adesiva em dentina, respectivamente, 66%, 75% e 54,2%. Enquanto que no grupo do cimento Sealapex houve predomínio de falhas mistas (54,2%) (Tabela III). Não foram encontradas falhas do tipo coesiva do substrato (dentina). O padrão de falha predominante em cada grupo está representado na Figura 7.

Tabela III – Distribuição percentual (%) dos tipos de padrões de falhas observados após a resistência de união por extrusão, por meio de análise fractográfica (n=8).

	AH Plus	MTA Fillapex	Sealapex	Endofill
<i>Tipo de falha</i>				
Adesiva (dentina)	66	75	37,5	54,2
Adesiva (cimento)	25	20,8	8,3	20,8
Mista	4,2	4,2	54,2	25
Coesiva do cimento	4,2	-	-	-

Figura 7 – Distribuição percentual (%) dos tipos de padrão de falhas observadas após o teste de *push-out*, por meio da análise fractográfica.

3. Análise qualitativa das imagens obtidas em microscopia confocal a laser da interface material obturador/dentina

Ao serem analisadas secções ao longo eixo do canal radicular em MCVL em aumento de 5X, pode-se observar a degradação da interface material obturador/dentina (asteriscos) e também a desmineralização ao redor da massa obturadora (setas) (Figura 8).

Figura 8 – Microscopia confocal a laser da superfície ilustrando a interface do material obturador/dentina e desmineralização ao redor da obturação após 14 dias a no ambiente bucal: (A) Controle negativo – raízes não obturadas. (B) Espécimes obturados com AH Plus; (C) Espécimes obturados com MTA Fillapex; (D) Espécimes obturados com Sealapex; (E) Espécimes obturados com Endofill.

As raízes obturadas com AH Plus apresentaram degradação da interface cimento/dentina no terço cervical e a manutenção parcial da integridade da interface nos terços médio e apical, após 14 dias de exposição ao ambiente bucal. As raízes obturadas com MTA Fillapex sofreram degradação total da interface adesiva nos terços cervical e médio, enquanto que no terço apical houve manutenção parcial da interface.

Os espécimes obturados com Sealapex e o Endofill que apresentaram degradação total da interface cimento/dentina nos terços cervical, médio e apical após 14 dias de exposição ao biofilme bacteriano. Nas raízes não obturadas, houve acúmulo intenso de biofilme bacteriano e desmineralização da dentina intrarradicular.

Foi observada também a presença de desmineralização ao redor da massa obturadora (áreas com coloração marrom). Constatou-se que o AH Plus e MTA Fillapex apresentou desmineralização nos terços cervical e médio. No Sealapex houve desmineralização acentuada em todos os terços da raiz, além da degradação do cone de guta-percha em alguns espécimes. No Endofill, observou-se desmineralização acentuada nos terços médio e apical ao redor da massa obturadora.

***D**iscussão*

Os estudos *in situ* podem simular as alterações ocorridas no substrato dental no local em que deveriam ser encontrados, apresentando possibilidade de interação com os fluidos presentes no ambiente bucal e, com isto, resultados mais fidedignos podem ser encontrados (BARTHEL et al., 2002; VIRTEJ et al., 2007; BARATIERI et al., 2012; TOMÁS et al., 2013; VALENTINI et al., 2013; PADOVANI et al., 2014; SOUZA-GABRIEL et al., 2015). Os estudos *in situ* em Endodontia podem elucidar o comportamento dos cimentos endodônticos em casos de contaminação coronária na obturação do sistema de canais radiculares.

Neste estudo, optou-se por utilizar cimentos de ampla utilização na prática clínica como: o cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endofill); cimento à base de resina epóxica (AH Plus) considerado o “padrão-ouro” da Endodontia; cimento com boas propriedades biológicas, como o cimento que contém hidróxido de cálcio (Sealapex) e mais recentemente, cimento com que induz a formação de tecido mineralizado, o que contém agregado de trióxido mineral em sua composição (MTA Fillapex) (ROSA et al., 2013; RACHED-JÚNIOR et al., 2014; CHANG et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015; UZUNOGLU et al., 2015). Estes cimentos já foram investigados em estudos laboratoriais de solubilidade (MARIN-BAUZA et al., 2012; ZHOU et al., 2013; FARIA-JÚNIOR et al., 2013; SONNTAG et al., 2014), morfologia da interface adesiva (SAGSEN et al., 2011) e resistência adesiva (SAGSEN et al., 2011; DIAS et al., 2014; TEDESCO et al., 2015; DELONG et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015; UZUNOGLU et al., 2015).

Para o presente estudo, foram utilizados incisivos inferiores humanos, por apresentarem menor variabilidade anatômica, dimensão e espessura reduzida, o que possibilita a inclusão nos dispositivos intra-bucais, e por serem de fácil obtenção, quando comparado aos demais grupos de dentes (ROTH et al., 2012; DE-DEUS et al., 2012).

No delineamento experimental, foi empregado o gotejamento de solução de sacarose a 20% para simular dieta cariogênica e estimular a formação de ácidos orgânicos provenientes da fermentação bacteriana (ácido láctico, acético, propiônico, succínico e fórmico) que também são metabolizados para formar polissacarídeos extracelulares e intracelulares, a partir do biofilme bacteriano (LIN et al., 2014; SOUZA-GABRIEL et al.,

2015). O uso de telas sobre as raízes permitiu o acúmulo de biofilme originado pelo metabolismo bacteriano e evitou o deslocamento do biofilme formado sobre as raízes (CHIMELLO et al., 2008; SOUZA-GABRIEL et al., 2015).

A resistência de união ao cisalhamento da interface dentina/cimento/guta-percha foi avaliada pelo teste de *push-out* por ser amplamente utilizado em Odontologia e permitir a análise nos diferentes terços dos canais radiculares (SAGSEN et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012; RACHED-JÚNIOR et al., 2014; TEDESCO et al., 2014; UZUNOGLU et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015). A mesma raiz pode ser utilizada para a confecção de vários corpos de provas, o que reduz o número de dentes humanos necessários para o estudo (DIAS et al., 2014).

A técnica de microscopia confocal de varredura a laser (MCVL), utiliza a combinação de recursos de microscopia óptica, associados aos princípios de computação gráfica para a aquisição de imagem com alta definição (KOK et al., 2012; AMOROSO-SILVA et al., 2014; DU et al., 2015). A vantagem desta tecnologia é que permite a sobreposição de imagens em 2D e pode produzir imagens tridimensionais (MARCIANO et al., 2010). Além disso, as amostras não precisam de protocolos de desidratação e jateamento com ouro para análise (MARCIANO et al., 2010; KOK et al., 2012; AMOROSO-SILVA et al., 2014; RACHED-JÚNIOR et al., 2014; DU et al., 2015). Neste estudo, a MCVL foi empregada para analisar o perfil de desgaste do material obturador e da superfície dentinária antes e após a exposição ao desafio ácido do ambiente bucal.

Os resultados do perfil de desgaste evidenciaram ausência de diferença significativa entre os cimentos testados. No entanto, verificou-se desgaste tanto do material obturador quanto do tecido dentinário para todos os espécimes, o que demonstra a ação dos ácidos bucais e degradação da superfície.

Diferentemente dos materiais para restauração coronária, o cimento endodôntico não foi idealizado para ficar em contato com o ambiente bucal. Idealmente, a interface adesiva no interior do sistema de canais radiculares não entra em contato direto com a água e com os fluídos bacterianos provenientes do ambiente bucal, por estar protegida por restauração

provisória (XIE et al., 2012; PAKDEETHAAI et al., 2013). Diante disto, a degradação da interface adesiva na dentina intrarradicular não poderia ser relacionada ao fenômeno da hidrólise, assim como ocorre na dentina coronária. No entanto, quando ocorre a queda ou fratura extensa da restauração provisória em decorrência de selamento inadequado, os cimentos endodônticos tendem a se solubilizarem na presença de líquidos e fluidos orais (XIE et al., 2012; PAKDEETHAAI et al., 2013).

Neste estudo, não houve diferença entre os cimentos com relação ao perfil de desgaste, porém todas as raízes obturadas apresentaram desgaste da superfície após a exposição de 14 dias ao ambiente bucal. Isso pode ser explicado pela ação direta de agentes químicos e biológicos existentes no ambiente bucal, em particular as bactérias cariogênicas presentes no biofilme (ROTH et al., 2012; LIN et al., 2014). O biofilme cariogênico foi acumulado nos dispositivos intra-bucais devido ao gotejamento de solução de sacarose sobre as raízes cobertas por tela e ausência de higienização destes fragmentos durante o período experimental.

O biofilme bacteriano é composto de microbiota complexa, com centenas de diferentes espécies de microrganismos (SBORDONE et al., 2003; KRETH et al., 2008). A fermentação dos carboidratos provenientes da dieta alimentar é metabolizada por estes microrganismos, que geram ácidos que degradam o tecido mineral e matriz colágena da dentina, além de solubilizarem a interface adesiva; (LIN et al., 2014). Além disto, a saliva contém uma variedade de enzimas que podem ter contribuído para a degradação dos cimentos (ROTH et al., 2012).

Com relação à adesividade, verificou-se que as raízes obturadas com AH Plus apresentaram maior resistência adesiva à dentina, semelhantes às obturadas com o MTA Fillapex e Endofill. As raízes obturadas Sealapex apresentaram os menores valores de resistência adesiva.

A diferença de adesividade observada entre os cimentos endodônticos pode estar relacionada à composição dos materiais (VIAPIANA et al., 2013; AMOROSO-SILVA, et al.,

2014; TEDESCO et al., 2015) que podem sofrer mais ou menos alterações nas propriedades quando são expostos ao ambiente bucal.

O AH Plus é um cimento resinoso à base de resina epóxica e aminas. A resina epóxica presente no AH Plus pode reagir com grupo amina das fibras colágenas da dentina e criar ligações covalentes entre o cimento e o substrato (MARIN-BAUZA et al., 2012; RACHED-JUNIOR et al., 2014). Esse fato, aliado à penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, seguido da polimerização, podem explicar os maiores valores de resistência de união obtidos para este cimento. A literatura é vasta em estudos *in vitro* (MANICARDI et al., 2011; MARIN-BAUZA et al., 2012; RACHED-JUNIOR et al., 2014; CHANG et al., 2015; TEDESCO et al., 2015) que verificaram maior resistência adesiva do cimento AH Plus à dentina quando comparado a outros cimento de diferentes bases.

Resultados intermediários foram obtidos pelos cimentos MTA Fillapex e Endofill. O MTA Fillapex apresenta as propriedades favoráveis de biocompatibilidade do MTA, porém além do agregado de trióxido mineral, foi adicionado ao cimento resina de salicilato, resinas diluentes, óxido de bismuto e sílica (BORGES et al., 2012). Os componentes resinosos do MTA Fillapex proporcionam melhora nas propriedades físicas deste cimento e permitem a penetração nos túbulos dentinários (ZHOU et al., 2013; TEDESCO et al., 2015). Apesar de não possuir resina em sua composição, o Endofill apresenta boa viscosidade, assim também consegue penetrar nas ramificações e túbulos dentinários, promovendo imbricação mecânica (TAGGER et al., 2002).

O Sealapex apresentou a menor resistência de união dos cimentos à dentina. Os baixos valores de adesão podem ser justificados pela reação química que ocorre entre o hidróxido de cálcio e o glicosalicilato, resultando na molécula de salicilato, que por sua vez não se adere à dentina (CHANG et al., 2014; TEDESCO et al., 2015). Além disso, possui tempo de presa rápido, o que dificulta o escoamento e penetração no interior dos túbulos dentinários (CHANG et al., 2015) e baixa resistência coesiva à tração (TEDESCO et al., 2015).

Em estudo recente *in vitro* (TEDESCO et al., 2015) encontram resultados semelhantes ao presente estudo, pois a resistência de união foi maior no dentes obturados com AH Plus, resultados intermediários foram verificados com o MTA Fillapex e Endofill e resistência adesiva inferior nos dentes obturados com Sealapex.

Os resultados da resistência adesiva deste estudo foram similares nos três terços radiculares analisados (cervical, médio e apical). O terço cervical e médio possuem maior quantidade de túbulos e estes se apresentam com maior diâmetro que os túbulos do terço apical (TEDESCO et al., 2015). No terço apical também se espera mais dificuldade de remoção da camada de *smear* (TEDESCO et al., 2015). Esses fatores somados geralmente levam a maiores valores de resistência adesiva nos terços cervical e médio da raiz, como verificado em estudos prévios *in vitro* (CARNEIRO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2015; TEDESCO et al., 2015). No entanto, no presente estudo, houve degradação da interface adesiva exposta ao meio bucal, principalmente nos terços cervical e médio das raízes, o que pode ter contribuído para a similaridade de resultados entre os terços.

Com relação ao padrão de falhas, o tipo mais comum foi à falha adesiva, exceto nas raízes obturadas com Sealapex, em que prevaleceram as falhas do tipo mistas. As falhas adesivas dos espécimes obturados com AH Plus, MTA Fillapex e Endofill podem ter ocorrido devido à fragilidade da interface adesiva após a exposição ao ambiente bucal ácido. A falha mista, predominantemente encontrada nas raízes obturadas com Sealapex, deveria refletir em maiores valores de resistência adesiva, porém, devido à presa inicial rápida e baixo escoamento, especula-se que este cimento não deva ter penetrado nos túbulos dentinários, apesar de ficar aderido às paredes do canal radicular (CHANG et al., 2015).

Na análise em microscopia confocal, foi possível verificar que, após 14 dias de exposição ao ambiente bucal, todos os cimentos apresentaram degradação do material obturador e superfície dentinária, porém com diferentes intensidades. As raízes obturadas com AH Plus apresentaram degradação da interface no terço cervical, as obturadas com

MTA Fillapex nos terços cervical e médio e as obturadas com Sealapex e Endofill exibiram degradação intensa da interface adesiva em todos os terços.

A diferença de intensidade na degradação dos cimentos está diretamente relacionada com a solubilidade dos materiais. Sabe-se que quanto maior a solubilidade, mais intensa será a dissolução da interface adesiva (MARIN-BAUZA et al., 2012; ZHOU et al., 2013; FARIA-JÚNIOR et al., 2013; SONNTAG et al., 2014), com consequente penetração dos fluidos bacterianos e comprometimento do selamento das paredes do canal (VIAPIANA et al., 2013; AL-NAZHAN et al., 2014).

Dessa forma, o AH Plus apresentou melhores resultados pela baixa solubilidade e boa estabilidade dimensional (MARIN-BAUZA et al., 2012; ZHOW et al., 2013; FARIA-JÚNIOR et al., 2013). O MTA Fillapex também apresenta solubilidade adequada (BORGES et al., 2012; SÖNMEZ et al., 2012) e, por ser à base de agregado de trióxido mineral, possui partículas hidrofílicas que absorvem água quando em presença de umidade. Essa hidratação transforma o cimento em um gel coloidal que teoricamente funciona como barreira impermeabilizante (ROBERTS et al., 2008).

Os resultados inferiores encontrados no Endofill e no Sealapex podem ser explicados pela solubilização dos componentes do cimento quando em presença de umidade (MARIN-BAUZA et al., 2012; CHANG et al., 2014). O Endofill apresenta alta solubilidade e baixa coesão de suas moléculas (ZHOU et al., 2013; TEDESCO et al., 2015). O Sealapex, apesar de possuir hidróxido de cálcio em sua composição, tendem a dissolver-se facilmente devido a liberação de íons cálcio em pH ácido, além de apresentarem pouca fluidez, o que dificulta a penetração na dentina (CHANG et al., 2015). Neste estudo, a dissolução do Sealapex foi intensa, inclusive alguns espécimes apresentaram degradação do cone de guta-percha que estava circundado pelo cimento.

Além da degradação da interface adesiva, foi observada a presença de desmineralização da dentina ao redor da massa obturadora. Constatou-se que o AH Plus e MTA Fillapex apresentou indícios de desmineralização nos terços cervical e médio da raiz. Nas raízes obturadas com Endofill e Sealapex houve desmineralização acentuada em todos

os terços. Essa desmineralização na dentina com coloração marrom é sugestiva de lesão de cárie intraradicular e possivelmente apresenta consistência amolecida (WIERICHS; MEYER-LUECKEL, 2015).

A cárie dental é uma doença de natureza multifatorial que envolve a superfície dental. O processo de formação e o desenvolvimento das lesões de cárie radicular são semelhantes às aquelas que ocorrem na coroa, no entanto, para que as lesões de cárie radiculares ocorram, há a necessidade da exposição da raiz dental ao ambiente bucal, da deficiência no controle do biofilme bacteriano e da adoção de dieta cariogênica (WIERICHS; MEYER-LUECKEL, 2015). A desmineralização da dentina inicia-se em pH abaixo de 5,5 e a presença do biofilme bacteriano acelera o processo (LIN et al., 2014; WIERICHS; MEYER-LUECKEL, 2015).

Mesmo exposta ao biofilme cariogênico, as raízes obturadas com MTA Fillapex apresentaram baixa presença de lesão de cárie radicular, provavelmente devido ao processo de bioremineralização que o MTA possui (ROBERTS et al., 2008). A estimulação da mineralização ocorre devido à presença de CaO em sua formulação. Esta substância reage com fluidos teciduais formando Ca(OH)_2 . A difusão dos íons hidroxila provenientes do canal radicular, aumenta o pH na superfície radicular (alcalinização do meio), interferindo na atividade osteoclástica, o que favorece o reparo tecidual (GOMES-FILHO et al., 2008).

Do ponto de vista clínico, a ocorrência de cárie em dentina intraradicular é extremamente importante, pois seria necessário o retratamento dos canais radiculares com consequente alargamento das paredes do canal e enfraquecimento da raiz já fragilizada (ROBERTS et al., 2008).

De modo geral, nenhum dos cimentos testados foi capaz de impedir a degradação da superfície da raiz e do material obturador, após a exposição direta ao ambiente ácido do meio bucal. Cumpre ressaltar que comparações mais apropriadas não puderam ser realizadas em virtude da falta de trabalhos *in situ* na Endodontia.

O modelo experimental desenvolvido neste estudo permite que sejam realizadas novas investigações que correlacionem às características dos materiais obturadores com a

degradação da interface adesiva quando expostos aos fluidos bucais. Há ainda a necessidade de avaliar a penetração microbiana na interface adesiva, bem como analisar os materiais seladores provisórios e outros cimentos obturadores, a fim de preservar a da obturação e manter a integridade do tratamento endodôntico.

Conclusões

Diante da metodologia empregada e com base nos resultados obtidos neste estudo foi possível concluir que:

1. Todas as raízes tiveram as superfícies cervicais desgastadas após a exposição de 14 dias ao ambiente bucal.
2. As raízes obturadas com o cimento AH Plus apresentaram maior resistência adesiva à dentina, semelhantes às obturadas com o MTA Fillapex e Endofill. As raízes obturadas Sealapex apresentaram os menores valores de resistência adesiva.
3. Todos os cimentos apresentaram degradação do material obturador e superfície dentinária, além da desmineralização ao redor da obturação, sendo estas mais intensas quando da utilização dos cimentos Sealapex e Endofill.
4. De modo geral, nestas situações de alto desafio ácido, os cimentos AH Plus e MTA Fillapex demonstraram desempenho superior aos demais cimentos testados, embora nenhum dos cimentos tenha sido capaz de impedir a degradação superfície e interface exposta ao meio bucal.

Referências bibliográficas

ACCARDO, C.; HIMEL, V. T.; LALLIER, T.E. A novel Roeko GuttaFlow sealer supports cell survival and attachment. **Journal of Endodontics** v.40, n.2, p.231-234, 2014.

AIRES, C.P.; DEL BEL CURY, A.A.; TENUTA, L.M.; KLEIN, M.I.; KOO, H.; DUARTE, S.; CURY, J.A. Effect of starch and sucrose on dental biofilm formation and on root dentine desmineralization. **Caries Res**, v. 42, p.380-388, 2008.

ALI, H.; TAHMASSEBI, J.F. The effects of smoothies on enamel erosion: an in situ study. **Int J Paediat Dent**, v.24, n.3, p.184-191, 2014.

AL-NAZHAN S.; AL-SULAIMAN A.; AL-RASHEED F.; ALNAJJAR F.; AL-ABDULWAHAB B.; AL-BADAH A. Microorganism penetration in dentinal tubules of instrumented and retreated root canal walls. In vitro SEM study. **Restor Dent Endod**, v.39, n.4, p.258-264, 2014.

AL-NAZHAN, S.; AL-SULAIMAN, A.; AL-RASSHEED, F.; ALNAJJAR, F.; AL-ABDULWAHAB, B; AL-BADAH, A. Microorganism penetration in dentinal tubules of instrumented and retreated root canal walls. In vitro. **Rest Dent Endod**, v. 39, n.4, p.258-264, 2014.

AMOROSO-SILVA, P.A; GUIMARÃES, B. M., MARCIANO, M.A; HÚNGARO-DUARTE, M.A.; CAVENAGO, B.C.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; DEALMEIDA, M.M; DEMORAIS, I.G; Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. **Microsc Res Tech**, v.77, n. 1, p.1031-1036, 2014.

ASSMANN, E.; SCARPARO, R.K.; BÖTTCHER, D.E.; GRECCA, F.S. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. **J Endod**, v.38, n.2, p.219-221, 2012.

BAKSH, T.A.; SADR, A.; MANDURAH, M.M.; SHIMADA, Y.; ZAKARIA, O.; TAGAMI, J. In situ characterization of resin-dentin interfaces using conventional vs. cryofocused ion-beam milling. **Dent Mater**, v. 31, n.7, p. 833-844, 2015.

BARATIERI, C.; MATTOS, C.T.; ALVES, M. J.; LAU, T.C.; NOJIMA, L.I.; DE SOUZA M.M.; ARAUJO, M.T.; NOJIMA, M. C. In situ evaluation of orthodontic elastomeric chains. **Braz Dent J**, v.23, n.4, p.394-398, 2012.

BARLETT, D. Intrinsic causes of erosion. **Monogr Oral sci**, v.20, p.119-139, 2006.

BARTHEL, C.R.; ZIMMER, S.; ZILLIGES, S.; SCHILLER, R.; GÖBEL, U.B.; ROULET, J.F. In situ antimicrobial effectiveness of chlorhexidine and calcium hydroxide: gel and paste versus gutta-percha points. **J Endod**, v.28, n.6, p.427-430, 2002.

BORGES R.P.; SOUSA-NETO M.D.; VERSIANI M.A.; RACHED-JÚNIOR F.A.; DE-DEUS G.; MIRANDA C.E.; PÉCORÁ J.D. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. **Int Endod J**, V.45, n.5, p.419-28, 2012.

CAMILLERI, J; GRECH, L.; GALEA, K.; KEIR, D.; FENECH, M.; FORMOSA, L.; DAMIDOT, D.; MALLIA, B. Porosity and root dentine to material interface assessment of calcium silicate-based root-end filling materials. **Clin Oral Investig**, v.18, n.5, p. 1437-1446, 2014.

CARNEIRO, S.M.; SOUSA-NETO, M.D.; RACHED, F.A.J.; MIRANDA, C.E.; SILVA, S.R.; SILVA-SOUSA, Y.T. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. **Int Endodontic J**, v.45, n.9, p.821-828, 2012.

CASELLATTO, C.; WANDERLEY, M.T.; MARQUEZAN, M.; RAGGIO, D.P.; RODRIGUES, C.R.M.D. Effect of decontamination methods on the bond strength to dentin of primary teeth. **RPG rev. pos-grad**, v.13, n.4, p.307-311, 2006.

CHANG, S.W.; LEE, S.Y.; KANG, S.K.; KUM, K.Y.; KIM, E.C. In vitro biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of 4 root canal sealers: Sealapex, Sankin apatite root sealer, MTA Fillapex, and iRoot SP root canal sealer. **J Endod**, v.40, n.10, p.1642-1648, 2014.

CHANG, S.W.; LEE, Y.K.; ZHU, Q.; SHON, W.J.; LEE, W.C.; KUM, K.Y.; BAEK, S.H.; LEE, I.B.; LIM, B.S.; BAE KS. Comparison of the rheological properties of four root canal sealers. **Int J Oral Sci**, v.23, n.1, p.56-61, 2015.

CHIMELLO, D.T.; SERRA, M.C.; RODRIGUES, A.L.; PÉCORA, J.D.; CORONA, S.A. Influence of cavity preparation with Er:YAG Laser on enamel adjacent to restorations submitted to cariogenic challenge in situ: a polarized light microscopic analysis. **Lasers Surg Med**, v.40, n.9, p.634-643, 2008.

DAWES C. Salivary flow patterns and the health of hard and soft oral tissues. **J Am Dent Assoc**, v.139, 2008.

DE-DEUS, G.; BRANDÃO, M.C.; LEAL, F.; REIS, C.; LUNA, A.S.; PACIORNIK, S. FIDEL, S. Lack of correlation between sealer penetration into dentinal tubules and sealability in nonbonded root fillings. **Int Endontic J**. v.45, p.642-651, 2012.

DELONG, C; HE, J; WOODMANSEY, KF. The effect of obturation technique on the push-out bond strength of calcium silicate sealers. **J Endod**, v.41, n.3, p. 385, 388, 2015.

DESAI, S.; CHANDLER, N. Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review. **J Endod**, v.35, n.4, p.475-480, 2009.

DIAS, K.C.; SOARES, C.J.; STEIER, L.; VERSIANI, M.A.; RACHED-JÚNIOR, F.J.; PÉCORA, J.D.; SILVA-SOUSA, Y.T.; DE SOUSA-NETO, M.D. Influence of drying protocol with isopropyl alcohol on the bond strength of resin-based sealers to the root dentin. **J Endod**, v.40, n.9, p.1454-1458, 2014.

DU, T.; WANG, Z.; SHEN, Y.; MA, J.; CAO, Y.; HAAPASALO, M. Combined Antibacterial Effect of Sodium Hypochlorite and Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis* Biofilms in Dentin Canals. **J Endod**, v.48, n.8, p.1294-1298, 2015.

FARIA-JÚNIOR, N.B.; TANOMARU-FILHO M.; BERBERT, F.L.; GUERREIRO-TANOMARU, J.M. Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers. **Int Endontic J**, v.46, n.8, p.755-776, 2013.

FREITAS, M.P.; OSHIMA H.M.; MENEZES, L.M. Release of toxic ions from silver solder used in orthodontics: an in-situ evaluation. **American J Orthod Dentofacial Orthop**, v.140, n.2, p.177-181, 2011.

GOMES-FILHO J.E.; DE FARIA M.D.; BERNABÉ P.F.; NERY M.J.; OTOBONI-FILHO J.A.; DEZAN-JÚNIOR E, DE MORAES COSTA M.M.; CANNON M. Mineral trioxide aggregate but not light-cure mineral trioxide aggregate stimulated mineralization. **J Endod**. V. 34, n.1, p.62-65, 2008.

HWANG, J.H.; CHUNG, J.; NA, H.S.; PARK, E.; KIM, H.C. Comparison of bacterial leakage resistance of various root canal filling materials and methods: confocal laser-scanning microscope study. **Scan**, v. 9999, n.26, p1-7, 2015.

ISENBERG, H. D. Clinical microbiology procedures handbook. **J Virol**, Washington, D.C. 1992.

JACOB, A.P.; FRAGA, M.L.; MADEIRA, L. Evaluation of bond strength of human dentin subjected to different forms of storage. **RBSO**, v.7, n.3, p.297-302, 2010.

JASNOW, S.B.; SMITH, J.L. Microwave sanitization of color additives used in cosmetics: feasibility study. **J Appl Microbial**, v. 30, n.2, p.205-211, 1975

KIRSTEN, G.A.; RACHED, R.N.; MAZUR, R.F.; VIEIRA, S.; SOUZA, E.M. Effect of open-sandwich vs. adhesive restorative techniques on enamel and dentine demineralization: an in situ study. **J Dent**, v.41, n.10, p.872-880, 2013.

KOK, D.; DAROSA, R.A.; BARRETO, M.S.; BUSANELLO, F.H.; SANTINI, M.F.; PEREIRA, J.R.; SÓ, M.V.R. Penetrability of AH Plus and MTA Fillapex after endodontic treatment and retreatment: a confocal laser scanning microscopy study. **Microsc Res Tech**, v.77, p.467-471, 2014.

KRETH J.; KIM D.; NGUYEN M.; HSIAO G.; MITO R.; KANG M.K.; CHUGAL N.; SHI W. The Antimicrobial Effect of Silver Ion Impregnation into Endodontic Sealer against Streptococcus mutans. **Open Dent J**. v.2, n.2, p.18-23, 2008.

LEMONS, J.E. Retrieval and analysis of explanted and in situ implants including bone grafts. **Oral Maxillofac Surg Clin North Am**, v.22, n.3, p.419-423, 2010.

LI, Y.; CARRERA, C.; CHEN, R.; LENTON, P.; RUDNEY, J.D.; JONES, R.S.; APARICIO, C; FOK, A. Degradation in the dentin-composite interface subjected to multi-species biofilm challenges. **Acta Biomater**, v.10, p.375-383, 2014.

LIN, J.J.; CAMERON, S.M.; RUNYAN, D.A.; CRAFT, D.W. Disinfection of denture base acrylic resin. **J Prosthet Dent**, v.81, n. 2, p.202-206, 1999.

LUSSI, A.; JAEGGI, T. Erosion – diagnosis and risk factors. **Clin oral invest**, v.12, n.1, p.S5-13, 2008.

LUSSI, A.; SCHLUETER, N.; RAKHMANTULINA, E.; GANSS, C. Dental erosion--an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. **Caries Res**, v.45, n.1, p.2-12, 2011.

MA, J.; TONG, Z.; LING, J.; LIU, H.; WEI, X. The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against Enterococcus faecalis. **Arch Oral Biol**, v.60, n.7, p.1075-1081, 2015.

MARCIANO, M.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; CAVALINI-CAVENAGO, B.; PEROCHENA, A.D.C.; BRAMANTE, C.M.; MORAIS, G.I.; GARCIA, B.R.; MINOTTI, P.G.; HÚNGARO DUARTE, M. The use of confocal laser scanning microscopy in endodontic research: sealer/dentin interfaces. **Microsc: Sci Tech Applic Educ**, p.566-570, 2010.

MARIN-BAUZA, G.A.; SILVA-SOUSA, Y.T.; DA CUNHA, S.A.; RACHED-JUNIOR, F.J.; BONETTI-FILHO, I.; SOUSA-NETO, M.D.; MIRANDA, C.E. Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. **J Appl Oral Sci**, v.20, n.4, p.455-461, 2012.

MASSI, S.; TANOMARU-FILHO, M.; SILVA, G.F.; DUARTE, M.A.; GRIZZO, L.T.; BUZALAF, M.A.; GUERREIRO-TANOMARU, J.M. pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. **J Endod**, v.37, n.6, p.844-846, 2011.

MIMA, E.G.O.; PAVARINA, A.C.; NEPPELENBROEK, K.H.; SPOLIDORIO, D.M.P.; MACHADO, A.L.; VERGANI, C.E. Effect of different exposure times of microwave irradiation on the disinfection of a hard chairside reline resin. **J Prosth** v.17, n.4, p.312–317, 2008.

MISCH, C.E.; BINDERMAN, I.; SCORTECCI, G. Fixed rehabilitation of severely atrophic jaws using immediately loaded basal disk implants after in situ bone activation. **J Oral Implantol**, v.38, n.5, p.611-616, 2012.

MORITSUKA, M.; KITASSAKO, Y.; BURROW, M.F.; IKEDA, M.; TAGAMI, J.; NOMURA, S. Quantitative assessment for stimulated saliva flow rate and buffering capacity in relation to different ages. **J Dent**, v.34, n.9, p716-720, 2006a.

MORIYAMA, C.M.; RODRIGUES, J.A.; LUSSI, A.; DINIZ, M.B. Effectiveness of Fluorescence-Based Methods to Detect in situ Demineralization and Remineralization on Smooth Surfaces. **Caries Res**, v.48, n.6, p. 507-514, 2014.

NAKAHARA, T.; NAKAMURA, T.; KOBAYASHI, E.; INOUE, M.; SHIGENO, K.; TABATA, Y.; ETO, K.; SHIMIZU, Y. Novel approach to regeneration of periodontal tissues based on in situ tissue engineering: effects of controlled release of basic fibroblast growth factor from a sandwich membrane. **Tissue Eng**, v.9, n.1, p.153-162, 2003.

OLIVEIRA, D.S.; CARDOSO, M.L.; QUEIROZ, T.F.; SILVA, E.J.N.L.; SOUZA, E.M; DE-DEUS, G. Suboptical push-out bond strengths of calcium silicate-based sealers. **Int Endod J**, v.8, n.13, p.1-6, 2015.

ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C.M.; CAVENAGO, B.; GRAEFF, M.S.; GOMES DE MORAES, I.; MARCIANO, M.; DUARTE, M.A. Antimicrobial effect of endodontic solutions used as final irrigants on a dentine biofilm model. **Int Endod J**, v. 45, n. 2, p.162-168, 2012

ØRSTAVIK, D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. **Endod T**, v.12, n.1 p.25–38, 2005.

PADOVANI, G.; FÚCIO, S.; AMBROSANO, G.; SINHORETI, M.; PUPPIN-RONTANI, R. In situ surface biodegradation of restorative materials. **Oper Dent**, v.39, n.4, p.349-360, 2014.

PAKDEETHAI, S.; ABUZAR, M.; PARASHOS, P. Fracture patterns of glass-ionomer cement overlays versus stainless steel bands during endodontic treatment: an ex-vivo study. **Int Endod J**, v.46, n. 12, p.1115-1124, 2013.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part I: chemical, physical, and antibacterial properties. **J Endod**, v.36, n.3. p.400-413, 2010.

PÉCORA, J.D.; RIBEIRO, R.G.; GUERISOLI, D.M.; BARBIZAM, J.V.; MARCHESAN, M.A. Influence of the spatulation of two zinc oxide-eugenol-based sealers on the obturation of lateral canals. **Pesqui Odontol Bras**, v.16, n.2, p.127-130, 2002.

PIERRO, V.S.; IORIO, N.L.; LOBO, L.A.; CABRAL, L.M.; DOS SANTOS, K.R.; MAIA, L.C. Effect of a sugar-free pediatric antibiotic on primary tooth enamel hardness when exposed to

different sucrose exposure conditions in situ. **Clin Oral Investig**, v.18, n.5, p.1391-1399, 2014.

PONCE, E.H.; SAHLI, C.C.; VILAR-FERNANDEZ, J.A. Study of dentinal tubule architecture of permanent upper premolars: evaluation by SEM. **Aust Endod J**, v.27, n.2, p.66-72, 2001.

RACHED-JUNIOR, F.J.; SOUSA-NETO, M.D.; SOUZA-GABRIEL, A.E.; DUARTE, M.A.; SILVA-SOUSA, Y.T. Impact of remaining zinc oxide-eugenol-based sealer on the bond strength of a resinous sealer to dentine after root canal retreatment. **Int Endod J**, v.47, n.5, p.463-469, 2014.

ROBERTS H.W.; TOTH J.M.; BERZINS D.W.; CHARLTON D.G. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. **Dent Mater**. v.24, n.2, p.149-64, 2007.

ROBERTS, H.W.; TOTH, J.M.; BERZINS, D.W.; CHARLTON, D.G. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. **Dent Mater**, v.24, n.2, p.149-164, 2008.

ROSA, R.A.; BARRETO, M.S.; MORAES, R.A.; BROCH, J.; BIER, C.A.; SÓ, M.V.; KAIZER, O.B.; VALANDRO, L.F. Influence of endodontic sealer composition and time of fiber post cementation **Braz Dent J**, v.24, n.3, p.241-246, 2013.

ROTH, K.A.; FRIEDMAN, S.; LÉVESQUE, C.M.; BASRANI, B.R.; FINER, Y. Microbial biofilm proliferation within sealer-root dentin interface is affected by sealer type and aging period. **J Endod**, v.38, n.9, p.1253-1256, 2012.

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**, v.44, n. 12, p.1088-1091, 2011

SAHA, S.; SAMADI, F.; JAISWAL, J.N.; GHOSHAL, U. Antimicrobial activity of different endodontic sealers: an in vitro evaluation. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**, v.8, n.4, p.251-257, 2010.

SBORDONE L.; BORTOLAIA C. Oral microbial biofilms and plaque-related diseases: microbial communities and their role in the shift from oral health to disease. **Clin Oral Investig**. V.6, n.4, p.181-188, 2003

SHARMA, D.; GROVER, R.; PINNAMENENI, P.S.; DEY, S.; RAJU, P.R. Evaluation of efficacy of combinations of five endodontic sealers with five antibiotics against *Enterococcus Faecalis* - An in-vitro study. **Journal of International Oral Health** v.6, n.2, p.90-95, 2014.

SIGNORETTI, F.G.; GOMES, B.P.; MONTAGNER, F.; JACINTO, R.C. Investigation of cultivable bacteria isolated from longstanding retreatment-resistant lesions of teeth with apical periodontitis **J Endod**, v.39, n.10, p.1240-1244, 2013.

SÖNMEZ I.S.; OBA A.A.; SÖNMEZ D.; ALMAZ M.E. In vitro evaluation of apical microleakage of a new MTA-based sealer. **Eur Arch Paediatr Dent**, V.13, n.5, p.252-255, 2012.

SONNTAG, D.; RITTER, A.; BURKHART, A.; FISCHER, J.; MONDRZYK, A.; RITTER, H. Experimental amine-epoxide sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal **Int Endod J**, v.13, 2014

SOUZA-GABRIEL, A.E.; TURSSI, C.P.; COLUCCI, V.; TENUTA, L.M.; SERRA, M.C.; CORONA, S.A. In situ study of the anticariogenic potential of fluoride varnish combined with CO2 laser on enamel. **Arch Oral Biol**, v.60, n.6, p. 804-810, 2015.

TANOMARU-FILHO, M.; BOSSO, R.; VIAPIANA, R.; GUERREIRO-TANOMARU, J.M. Radiopacity and flow of different endodontic sealers. **Acta Odontol Latinoam**, v.26, n.2, p.121-125, 2013.

TEDESCO, M. SANTOS-FELIPE, M.C.; FELIPPE, W.T.; ALVES, A.M.H.; BORTOLUZZI, E.A; TEIXEIRA, C.S. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. **Microsc Res Tech**. v. 77, n.1, p.1015-1022, 2014.

TIANFENG, D.; WANG, Z.; SHEN, Y.; MA, J.; CAO, Y.; HAAPASALO, M. Combined antibacterial effect of sodium hypochlorite and root canal sealers against *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canal. **Journal of Endodontics** Suboptical push-out bond strengths of calcium silicate-based sealers.v.41, n.8, p.1294-1298.

TOMÁS, I.; GARCÍA-CABALLERO, L.; LÓPEZ-ALVAR, E.; SUÁREZ-CUNQUEIRO, M.; DIZ, P.; SEOANE, J. In situ chlorhexidine substantivity on saliva and plaque-like biofilm: influence of circadian rhythm. **J Periodontol**.v.84, n.11, p.1662-1672, 2013.

TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. **J Endod**, v.36; n.2; p.190–202, 2010.

UZUNOGLU, E.; YILMAZ, Z.; SUNGUR, D.D.; ALTUNDASAR, E. Retreatability of Root Canals Obturated Using Gutta-Percha with Bioceramic, MTA and Resin-Based Sealers. **Iranian Endodontic Journal** v.10, n. 2, p.:93-98, 2015.

VALENTINI, F.; LUZ, M.S.; BOSCATO, N.; PEREIRA-CENCI, T. Biofilm formation on denture liners in a randomized controlled in situ trial. **J Dent**, v.41, n.5, p.420-427, 2013.

VIAPIANA R.; GUERREIRO-TANOMARU J.M.; HUNGARO-DUARTE M.A.; TANOMARU-FILHO M.; CAMILLERI J. Chemical characterization and bioactivity of epoxy resin and Portland cement-based sealers with niobium and zirconium oxide radiopacifiers. **Dent Mater**. v. 30, n.9, p. 1005-1020, 2014.

VIAPIANA, R; GUERREIRO-TANOMARU, J.M.; TANOMARU-FILHO, M.; CAMILLERI, J. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with System B heat source. **J Endod**, v.40, n.4, p.555-561, 2014.

VIRTEJ, A.; MACKENZIE, C.R.; RAAB, W.H.; PFEFFER, K.; BARTHEL, C.R. Determination of the performance of various root canal disinfection methods after in situ carriage. **J Endod**, v.33, n.8, p.926-929, 2007.

WATANABE, K.; KAKITA, Y.; KASHIGE, N.; MIAKE, F.; TSUKIJI, T. Effect of ionic strength on the inactivation of microorganisms by microwave irradiation. **Lett Appl Microbiol**, v.31, n.1, p.52-66, 2000.

WHITE, R.R.; HAYS, G.L. Failure of ethylene oxide to sterilize extracted. **Dent Mater**, v.11, n.4, p.231-233, 1995.

WIERICHS, R.J.; MEYER-LUECKEL, H. Systematic review on noninvasive treatment of root caries lesions. **J Dent Res**, v.94, n.2, p.261-271, 2015

XIE, K.X.; WANG, X.Y.; GAO, X.J.; YUAN C.Y.; LI, J.X.; CHU, C.H. Fracture resistance of root filled premolar teeth restored with direct composite resin with or without cusp coverage. **Int Endod J**, v.45, n.6, p.524-529, 2012.

ZHOU, H.M.; SHEN, Y.; ZHENG, W.; LI, L.; ZHENG, Y.F.; HAAPASALO, M. Physical properties of 5 root canal sealers. **J Endod**, v.39, n. 10, p.1281-1286, 2013.

A_{nexos}

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

Continuação do Parecer: 835.605

Avaliação dos Riscos e Benefícios:**Riscos:**

Este tipo de estudo apresenta riscos mínimos aos participantes, já que não machuca, não causa dor, sendo assim, não causa riscos para a saúde, nem danos para os dentes. Haverá desconforto da moldagem, na qual o material mole será inserido mole na cavidade oral, endurecendo em poucos minutos, copiando os dentes para a confecção da placa de acrílico.

Benefícios:

Como benefício, os participantes receberão gratuitamente um kit contendo escova dental e creme dental e os resultados encontrados neste estudo poderão também ajudar a outras pessoas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto bem estruturado, com toda a documentação necessária, cronograma detalhado, orçamento será do próprio pesquisador, está detalhado no projeto da plataforma.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Cumprir todas as normativas do CEP, os pesquisadores estão habilitados para a execução da pesquisa, inclui todos os termos, o TCLE está bem escrito, com linguagem acessível, inclui todas as informações necessárias e garante todos os direitos dos participantes.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Protocolo aprovado. Os relatórios (parciais/final) deverão ser encaminhados, utilizando-se da opção “Enviar Notificação” (descrita no Manual “Submeter Notificação”, disponível na Central de Suporte – canto superior direito do portal www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme deliberado na 173ª R.O. do CEP.

Endereço: Avenida do Café s/nº

Bairro: Monte Alegre

CEP: 14.040-904

UF: SP

Município: RIBEIRAO PRETO

Telefone: (16)3602-0251

Fax: (16)3602-4102

E-mail: cep@forp.usp.br

ANEXO B- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(Resolução nº466/2012 – Conselho Nacional de Saúde)

Nós, Reinaldo e Aline, pesquisadores responsáveis pelo projeto de pesquisa intitulado “**Eficácia de cimentos obturadores do sistema de canais radiculares frente a desafio ácido *in situ***” convidamos o (a) Sr (a) _____ a participar desta pesquisa que será realizada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, sob a orientação da Profª Drª Aline Evangelista de Souza Gabriel. Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento de alguns materiais utilizados durante o tratamento de canal.

Você será moldado (a) com um material mole que endurece aos poucos para copiar as arcadas superior e inferior da sua boca para que a placa de acrílico fique pronta. A placa de acrílico é feita com um material transparente (resina acrílica) que contém cinco aberturas com cinco raízes esterilizadas (sem bactérias) com material que preenche o canal e deverá ser utilizada por 14 (quatorze) dias seguidos. A placa deverá retirada para comer e beber líquidos. Será entregue a você, no início da pesquisa, orientações escritas e faladas sobre como utilizar a placa de acrílico que contém raízes esterilizadas (sem bactérias) com o material que preenche o canal.

Você receberá uma solução contendo água com açúcar para ser pingada em cada uma das raízes, seis vezes ao dia, nos seguintes horários às 8:00; 11:00; 15:00; 17:00; 19:00 e 21:00 horas. A limpeza da placa deverá ser feita com o creme dental e a escova de dentes fornecidas pelo pesquisador, escovando apenas parte que fica em contato com o “céu da boca”.

Você está sendo esclarecido que este tratamento proporciona riscos mínimos, já que não machuca, não causa dor, sendo assim, não causa riscos para a sua saúde, nem danos aos seus dentes. Haverá desconforto da moldagem, na qual o material mole será inserido mole em sua boca e irá endurecer em poucos minutos, copiando seus dentes para a confecção da placa de acrílico. Como benefício, você receberá gratuitamente um kit contendo escova dental e creme dental e os resultados encontrados neste estudo poderão também ajudar a outras pessoas. Não será oferecido nenhum tipo de pagamento pela sua participação na pesquisa, porém todas as despesas decorrentes de sua participação nesta pesquisa serão custeadas pelos pesquisadores responsáveis e todo seu atendimento será gratuito. Você tem a garantia de que em qualquer momento terá o direito de pedir indenização por eventuais danos. Sua identidade e seus dados serão mantidos em segredo, mas participando desta pesquisa, você autoriza que os resultados obtidos sejam divulgados e publicados em revistas científicas e terá, por parte dos pesquisadores, a garantia do sigilo (segredo) que garantem a sua privacidade (sua identidade permanecerá anônima).

Você terá total liberdade para pedir maiores esclarecimentos antes, durante e após o desenvolvimento da pesquisa. Se tiver qualquer dúvida, você poderá ligar para o pesquisador responsável para pedir qualquer informação sobre a pesquisa (PG. Reinaldo Dias da Silva Neto – Avenida do Café, S/N - Departamento de Odontologia Restauradora, Dentística - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – Tel.: (16) 3315-4075/ (16) 98245-0997). Os dados obtidos a partir desta pesquisa não poderão ser usados para outros fins além dos previstos por este termo de consentimento livre e esclarecido. Suas reclamações e/ou insatisfações relacionadas à sua participação na pesquisa poderão ser comunicadas por escrito à Secretaria do CEP/FORP/USP, devendo conter seu nome que será mantido em sigilo (segredo).

A sua participação não é obrigatória, e você poderá desistir a qualquer momento, retirando o seu consentimento (autorização). A não autorização deste trabalho não trará nenhum prejuízo, penalidade ou represália de qualquer natureza, em sua relação com os pesquisadores ou com a Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP.

Este Termo será confeccionado em duas vias de igual teor, serão assinadas na última página e rubricadas nas demais páginas pelos pesquisadores responsáveis e por você, participante da pesquisa, ficando uma via com os pesquisadores e outra via com você.

Eu _____, portador (a) do
RG _____, CPF _____, residente à
_____, n.º _____, na cidade de
_____, Fone: _____, Estado de _____.

Declaro que li compreendi e concordo com o presente Termo e, por isso, assino este documento de livre e espontânea vontade.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 201____.

Assinatura do participante

Reinaldo D. da Silva Neto

(16) 98245-0997

(16) 99700-4153

CPF 060.461.454-30

Pesquisador responsável

Profª Drª Aline E. Souza Gabriel

(16)99102-0020

(16) 3315-4075

CPF: 282.928.788-66

Pesquisadora participante

Reinaldo Dias Da Silva Neto (pesquisador responsável)

E-mail: reinaldodiasneto@usp.br

Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa da FORP

Marcela Scatolin Calache - telefone (16) 3602-0493.

Avenida do Café, s/n – Monte Alegre, Ribeirão Preto – SP – Brasil - CEP: 14040-904.

Telefone: (16) 3315-0493