

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA
ODONTOLÓGICA - ENDODONTIA

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UMA
NOVA FORMULAÇÃO DE CIMENTO
BIOCERÂMICO**

ALINE TEIXEIRA MENDES

Porto Alegre

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
CLÍNICA ODONTOLÓGICA – ENDODONTIA

Linha de Pesquisa:

Biomateriais e técnicas Terapêuticas em Odontologia

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UMA NOVA FORMULAÇÃO DE
CIMENTO BIOCERÂMICO**

ALINE TEIXEIRA MENDES

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Odontologia, como parte dos
requisitos obrigatórios para
obtenção do Título de Mestre em
Clínica Odontológica – Endodontia.**

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis Só

Porto Alegre

2017

CIP - Catalogação na Publicação

Teixeira Mendes, Aline
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UMA NOVA
FORMULAÇÃO DE CIMENTO BIOCERÂMICO / Aline Teixeira
Mendes. -- 2017.
70 f.
Orientador: Marcus Vinícius Reis Só.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia,
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto
Alegre, BR-RS, 2017.

1. Cimento de Silicato. 2. Endodontia. 3.
Silicato de Cálcio. 4. Propriedades Físicas. 5.
Propriedades Químicas. I. Reis Só, Marcus Vinícius,
orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, a Deus, que iluminou o meu caminho durante mais esta etapa da minha vida, guiando meus passos e me fortalecendo.

Ao dedicado orientador e também amigo **Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis Só**, pelo empenho, dedicação, paciência, competência, ensinamentos, cobranças, carinho e confiança dispensados a mim durante todo este período de orientação.

Aos meus pais, **Ademar de Souza Mendes e Maria Ruceli Teixeira Mendes** pelo apoio, exemplo de vida e paciência em todos os momentos.

À minha irmã, **Laura Teixeira Mendes**, pelo amor, cumplicidade e estímulos constantes.

À equipe de professores de Endodontia da UFRGS, Prof. Dr. **Régis Burmeister dos Santos**, Prof. Dr. **João Ferlini Filho**, Prof^a. Dr^a. **Fabiana Soares Grecca**, Prof. Dr. **Ricardo Abreu da Rosa**, Prof^a. Dr^a. **Patrícia Kopper Móra**, Prof^a. Dr^a. **Simone Bonato Luisi**, Prof. Dr. **Francisco Montagner** e Prof. Dr. **Tiago André Fontoura de Melo**, Prof^a. Dr^a. **Roberta Kochenborger Scarparo**, pelos ensinamentos, carinho e acolhimento.

À secretária da Endodontia da Faculdade de Odontologia da UFRGS **Alessandra Mendes dos Santos**, pelo carinho, paciência, sendo sempre prestativa.

Aos professores, funcionários e alunos do LAMAD e LABIM pelos ensinamentos e auxílio.

Aos colegas que foram companheiros nessa caminhada, que eu tive o imenso prazer de conhecer e conviver, **Bruna Signor, Daniela Bazzo Barbisan**,

Eduardo Ourique Rotta, Fernanda Hack Coelho e Pedro Henrique Marks Duarte.

Ao colega de profissão e também amigo **Gabriel Campos Louzeiro**, pelo companheirismo, apoio, paciência e auxílio dispensado.

Ao amigo e professor da graduação, hoje colega de profissão Dr. **Carlos Frederico Brilhante Wolle**, pelo incentivo de sempre, dedicação e apoio para que hoje eu pudesse estar realizando esse sonho.

A todos que direta, ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho,

Muito obrigada!

.

RESUMO

O sucesso do tratamento endodôntico a longo prazo depende do preparo químico mecânico e também da obturação dos sistemas de canais radiculares, que tem como objetivo prover o preenchimento de forma tridimensional com um material inerte. Um cimento endodôntico ideal deve ser biocompatível, ter tempo de presa adequado, estabilidade dimensional, união à dentina, baixa solubilidade, fácil manuseio e ser radiopaco. Para estabelecer um padrão nas pesquisas de materiais odontológicos algumas especificações são determinadas pela ISO e ANSI/ADA, onde são determinados os testes a serem realizados para cada tipo de material a ser avaliado. O objetivo desse estudo foi avaliar as propriedades físico-químicas de um novo cimento à base de silicato de cálcio tendo como fonte de comparação um cimento à base de resina epóxi. Para a avaliação do pH e liberação de cálcio, tubos de polietileno de 1mm de diâmetro interno e 10 mm de comprimento foram preenchidos com os cimentos e imersos em 10 ml de água deionizada. Após os períodos experimentais de 1, 24, 72 e 168 horas as amostras foram avaliadas quanto ao pH e a liberação de cálcio em um medidor de pH e espectrofotômetro colorimétrico respectivamente. Na análise da radiopacidade, solubilidade e tempo de presa foram confeccionados anéis com 10mm de diâmetro e 1mm de espessura do cimento; o valor da radiopacidade foi determinado de acordo com a densidade radiográfica (mm Al). Para a solubilidade os espécimes foram imersos em 50ml de água destilada por 7 dias, onde foi aferida a massa inicial (antes da imersão) e a final (após a imersão e desumidificação). A avaliação do tempo de presa foi realizada com agulhas Gilmore de 100g e 456,3g. O escoamento foi realizado com base na ISO 6876:2001. Os dados foram analisados por análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,05$). Os resultados encontrados nesse estudo, para valores de pH e Ca^{2+} foram significativamente maiores para o cimento Biosealer quando comparados ao AH Plus ($P < 0,05$). Nos testes de escoamento, radiopacidade e tempo de presa o cimento biocerâmico demonstrou valores inferiores ao AH Plus ($P < 0,05$). O Biosealer demonstrou uma alta solubilidade comparativamente ao AH Plus ($P < 0,05$). É lícito concluir que, o cimento Biosealer demonstrou boas propriedades físico-químicas tais como; pH, liberação de cálcio, escoamento,

radiopacidade e tempo de presa. Essa nova formulação de cimento endodôntico apresentou uma maior solubilidade do que a prevista na ISO 6876:2012.

Palavras-chave: Cimento de silicato; Endodontia; Silicato de cálcio; Propriedades físicas; Propriedades químicas.

ABSTRACT

The success of long-term endodontic treatments depend on mechanical and chemical preparation, as well as on the root canal fillings, the purpose of which being providing filling in a three-dimensional fashion using inert material. The ideal endodontic cement must be biocompatible, have an appropriate setting time, dimensional stability, dentin bond strength, low solubility, be easy to manipulate and radiopaque. In order to set up a standard for research involving dental materials, some specifications are set forth by ISO and ANSI/ADA, in which the tests to be carried out for each material to be assessed are provided for. The goal of this study is to assess the physical and chemical properties of a new calcium silicate-based cement, to be compared with an epoxy resin-based cement. In order to assess calcium release and pH levels, polyethylene tubes with internal diameter of 1 mm and 10 mm in length have been filled with the cements and immersed in 10 ml of deionized water. After trial periods of 1, 24, 72 and 168 hours, the samples were assessed with regard to their calcium release and pH levels, using a colorimetric spectrophotometer and a pH meter, respectively. In order to assess radiopacity, solubility and setting time, rings with 10 mm in diameter and 1 mm in thickness were manufactured using the cements; the radiopacity levels were calculated in accordance with their radiographic density (mm Al). In order to assess solubility, the items were immersed in 50 ml of distilled water for seven days, with the initial mass (before immersion) and final mass (after immersion and dehumidification) being measured. The setting time assessment was carried out using Gilmore needles weighing 100 g and 456.3 g. Yield test was carried out based on ISO 6876:2001. The data obtained were analyzed through analysis of variance and Tukey test ($P < 0.05$). The results found in this study with regard to pH and Ca^{2+} levels were significantly higher for the Biosealer cement, when compared with AH Plus ($P < 0.05$). In the yield, radiopacity and setting time tests, the results for the bioceramic cement were lower when compared with AH Plus ($P < 0.05$). The results for the Biosealer indicated higher solubility levels, when compared with AH Plus ($P < 0.05$). It is conceivable to conclude that the Biosealer has shown good physical-chemical properties, such as pH, calcium release, yield, radiopacity and setting time. This

new endodontic cement formulation has shown a higher solubility when compared with the level set forth in ISO 6876:2012.

Keywords: Silicate cement; Calcium silicate; Physical properties; chemical properties.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – graus Celsius

µM – micrômetro

ADA – American Dental Association

ANSI – American National Standards

Ca⁺⁺ - íons Cálcio

ER – Endo Rez

g – grama

h – hora

ISO – International Organization for Standardization

LAMAD – Laboratório de Materiais Dentários

LABIM – Laboratório de Bioquímica e Microbiologia

min – minutos

ml – microlitro

mm – milímetro

mm Al – milímetro de alumínio

MTA – Agregado Trióxido Mineral

N – Newton

nm – nanômetro

pH – Potencial de hidrogênio, representação da escala a qual uma solução neutra é igual a 7.

RS – Rio Grande do Sul

TEGDMA – trietileno glicol dimetacrilato

UDMA – uretano dimetacrilato

UFRGS – Universidade do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS.....	13
2.1.1 Físicas	14
2.1.1.1 Tempo de Presa	14
2.1.1.2 Radiopacidade.....	15
2.1.1.3 Escoamento.....	15
2.1.2 Químicas	16
2.1.2.1 pH.....	16
2.1.2.2 Liberação de Íons Cálcio (Ca ⁺).....	16
2.1.2.3 Solubilidade	17
3.1 CIMENTO À BASE DE ÓXIDO DE ZINCO E EUGENOL	18
3.2 À BASE DE RESINA EPÓXI	19
3.3 À BASE DE RESINA DE SALICILATO	20
3.5 À BASE DE RESINA DE UDMA.....	21
3.6 COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO	22
3.7 À BASE DE SILICATO DE CÁLCIO (BIOCERÂMICOS)	23
3.7.1 CIMENTOS BIOCERÂMICOS REPARADORES.....	24
3.7.2 CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES	25
4 OBJETIVOS	28
4.1 GERAL	28
4.2 ESPECÍFICOS	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXO	41
ANEXO A	41

1 INTRODUÇÃO

O preparo químico mecânico do sistema de canais radiculares é fase fundamental no processo de reparo e manutenção da integridade dos tecidos da região periapical. A obturação dos canais radiculares vem como última etapa operatória, através do preenchimento e selamento com material obturador (MACHADO, 2016).

O sucesso do tratamento endodôntico a longo prazo depende do preparo químico mecânico e também da obturação do sistema de canais radiculares, que tem como objetivo, prover o preenchimento de forma tridimensional com um material inerte, para que se obtenha um meio apropriado à manutenção e saúde do periápice e/ou um meio favorável ao reparo (BUENO, 2017). Além disso, a obturação visa impedir o fluxo de fluidos derivados dos tecidos perirradiculares, bem como impedir a viabilidade das bactérias que, possam sobreviver à limpeza química e mecânica, inviabilizando meios nutritivos favoráveis à multiplicação de microrganismos (SHIPPER et al., 2005).

Alguns critérios devem ser respeitados no momento da obturação do sistema de canais radiculares: preparo químico-mecânico concluído, paciente sem sintomatologia dolorosa espontânea ou provocada no dente a ser obturado, canais secos (sem a presença de exsudato), dente selado provisoriamente com a medicação intracanal (CASTELUCCI, 2004).

Quanto aos requisitos necessários de um cimento obturador LEONARDO e LEONARDO (2009) destacaram: ser biocompatível, oferecer um tempo de presa adequado, induzir o reparo por tecido mineralizado, apresentar estabilidade dimensional, oferecer ligeira expansão durante o período de presa, bom selamento, baixa solubilidade aos fluidos teciduais, fácil manuseio e ser radiopaco.

O mercado odontológico disponibiliza diversos tipos de cimentos, associados a diferentes bases químicas, para serem utilizados em obturações endodônticas associados à gutapercha, tais como: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, à base de resina epóxi, à base de resina de salicilato, à base de resina de UDMA à base de polidimetilsiloxano e os biocerâmicos que são à base de silicato de cálcio (MACHADO, 2016).

Os cimentos biocerâmicos recentemente introduzidos no comércio, são chamados de cimentos bioativos, pois, durante a reação de presa produzem hidroxiapatita. Além disso, eles apresentam biocompatibilidade, baixa citotoxicidade, capacidade seladora, atividade antimicrobiana, união à dentina, adequada radiopacidade e escoamento, pH alcalino e elevada liberação de íons cálcio. É um cimento que vem pré-misturado de fábrica (não precisa ser manipulado). Para sua tomada de presa é necessária a existência de umidade no canal radicular (CANDEIRO et al., 2012; ZHANG et al., 2009; UTNEJA et al., 2015; LOUSHINE et al., 2011).

Assim, baseado nas informações supracitadas, e no fascínio que este tema gera no meio científico pela busca de um cimento endodôntico ideal, uma série de ensaios físicos e químicos sobre um novo cimento endodôntico biocerâmico merece ser estudado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Endodontia é a área da Odontologia que se ocupa da prevenção e controle da infecção do canal radicular (SIQUEIRA JUNIOR et al., 2000). A limpeza e a conformação do sistema de canais radiculares, de acordo com Leonardo e Leonardo (2009), é considerada como a fase do tratamento que propicia a resolução dos problemas pulpoperiapicais, contribuindo para o sucesso clínico/radiográfico. Para impedir a infecção ou reinfecção faz-se necessária uma obturação tridimensional do sistema de canais radiculares, favorecendo o reparo dos tecidos da região apical e periapical (KAUR et al., 2015; SHAKYA, 2016).

A Endodontia teve como precursores pesquisadores como Prinz, Buckley, Cook, Rhein e Callahan, os quais trouxeram a consolidação da teoria microbiana das doenças a partir da segunda metade do século XIX (MACHADO et al. 2016). Esses primeiros autores desenvolveram os princípios fundamentais da Endodontia: eliminação do processo inflamatório periapical, ampliação adequada do canal radicular, limpeza e preenchimento, que hoje representam a base da endodontia moderna (CASTELUCCI, 2004).

Rickert (1925), demonstrou a necessidade de se utilizar um cimento endodôntico junto à gutapercha, que fosse capaz de preencher os espaços não ocupados por ela no interior dos canais radiculares. O mesmo preconizava que, o cone de guta-percha selecionado fosse passado no cimento antes de ser inserido no canal radicular. Em 1931, Rickert e Dixon formularam a “teoria do tubo vazio”, em que um espaço vazio dentro de um organismo vivo tende a encher-se de fluídos em um curto período de tempo (CASTELUCCI, 2004). Passados dois anos, Coolidge (1933) concluiu que, canais insuficientemente obturados são preenchidos por fluídos da corrente sanguínea, acumulados em espaços vazios, e que serão rapidamente colonizados por bactérias que atingem esses espaços, e se instalam nessa região por estarem protegidas da defesa do organismo através da fagocitose.

O cimento endodôntico deve preencher as lacunas entre o cone de gutapercha e as paredes do canal radicular, mas também deve preencher as irregularidades menores onde a guta-percha não consegue atingir sem o uso de técnicas termoplastificadas de obturação na superfície do canal, tendo como

uma das finalidades impedir a entrada de microrganismos no espaço do canal radicular (AHUJA, 2016).

2.1 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS

Na prática, não existe um material que preencha todas as características desejáveis para um cimento obturador, o que normalmente ocorre é a predominância de algumas em detrimento de outras (VIVAN et al., 2013).

A partir do ano de 1928, métodos de pesquisa em materiais dentários foram submetidos à divulgação de resultados científicos, após a incorporação da Associação de Pesquisa Odontológica da *National Bureau of Standards* pela *American Dental Association* –ADA. (Phillips, 1984)

Somente no ano de 1984, o Conselho de Materiais Dentários, Instrumentos e Equipamentos da *American National Standards/American Dental Association* – ANSI/ADA aprovou a especificação nº 57 para materiais obturadores de canais radiculares. O objetivo dessa especificação foi padronizar métodos de avaliação das propriedades físicas dos cimentos obturadores. A especificação nº 57 foi revisada novamente em 1994 e a segunda revisão ocorreu em 2000 e em 2012 a mesma foi ratificada (ANSI/ADA, 1984, 1994, 2000).

Com base nas abordagens de Prinz (1912), Callahan (1914), Grossman (1958) e Branstetter e Fraunhofer (1982), é possível descrever os requisitos que um cimento obturador ideal deve apresentar (tabela 1).

Tabela 01. Requisitos de um cimento obturador ideal de acordo com Callahan, Prinz, Grossman e Branstetter e Fraunhofer.

Promover união entre os cones e a parede do canal;
Promover o selamento marginal do canal radicular e suas ramificações;
Ser radiopaco;
De fácil manipulação;
Não sofrer contração após a presa;
Bactericida ou bacteriostático;
Não causar manchas as estruturas dentárias;
Insolúvel;
Tempo de presa lento que possibilite bom tempo de trabalho;
Bioativo ou inerte;
Passível de remoção;

Para estabelecer um padrão na pesquisa de materiais, se fez necessário criar métodos e sistemas de testes para avaliação das propriedades físicas, químicas e mecânicas. Sendo assim, esses métodos padronizados conhecidos como especificações devem ser seguidos durante os protocolos de pesquisa. Em 1986 foi publicado pela primeira vez a *International Organization for Standardization* (ISO) onde foram estabelecidas suas especificações (CHAIN et al. 2013). De acordo com a ISO 6876:2001 para cimentos endodônticos, os testes a serem realizados são: escoamento, radiopacidade, solubilidade, tempo de presa, tempo de trabalho, solubilidade e espessura de película. A *American Dental Association* (ADA) determina, que os testes de avaliação das propriedades físicas, devem ser os seguintes: escoamento, tempo de presa, radiopacidade, solubilidade, dentre outros (ANSI/ADA, 1984).

2.1.1 Físicas

2.1.1.1 Tempo de Presa

O tempo de presa do cimento é de grande valia, pois é possível calcular o tempo disponível para a obturação dos canais radiculares. Essa propriedade pode sofrer interferência de fatores como temperatura, granulometria, meio ambiente e pH (FARAONI et al., 2013) (MARÍN-BAUZA et al., 2012). No estudo de Allan et al. (2001), os autores relataram que esse tempo não deve ser prolongado a ponto de prejudicar a conduta clínica, pois poderia ocorrer a deterioração do cimento, favorecendo a penetração de agentes irritantes e a liberação de possíveis produtos tóxicos; também não deve ser curto, para que o profissional consiga finalizar o trabalho adequadamente. A ANSI/ADA (2000) estabelece que, o tempo de presa do cimento endodôntico pode variar apenas 10% em relação ao estabelecido pelo fabricante.

Esse ensaio se faz através da manipulação do cimento de acordo com o que o fabricante estabelece, inserido em uma matriz padronizada e aguardado o tempo inicial próximo ao que o fabricante indica. A seguir uma agulha Gilmore de 100g é inserida verticalmente sobre a superfície do material; o uso da agulha é repetido até que não cause mais deformações no mesmo. Posteriormente, o mesmo teste é repetido com uma agulha tipo Gilmore de 456,3 g, até que a

ausência de marcação indique a presa final do material de acordo com as determinações da ASTM C266-07. O tempo de presa se dá através de uma média aritmética entre os corpos de prova (ISO 6876/2012).

2.1.1.2 Radiopacidade

Segundo Vivan et al. (2013), a radiopacidade é uma das características essenciais dos cimentos endodônticos, pois permite ao profissional visualizar e verificar se houve o correto preenchimento dos canais radiculares, observar o limite apical de obturação, e posteriores controles radiográficos com a finalidade de avaliar o sucesso da terapia endodôntica. Para que isso ocorra, a radiopacidade do cimento deve permitir a distinção de estruturas anatômicas adjacentes.

De acordo com a ISO 6876/2012, a radiopacidade é verificada medindo-se a densidade radiográfica óptica em equivalência a mesma espessura de alumínio, onde um milímetro de dentina tem uma radiopacidade igual a um milímetro de alumínio, portanto se faz necessário uma radiopacidade de no mínimo três milímetros de alumínio para cimentos endodônticos (TANOMARU-FILHO et al., 2013; PRÜLLAGE et al., 2016; ANSI/ADA 2000).

2.1.1.3 Escoamento

Embora a capacidade de escoamento permita o preenchimento de espaços vazios, sua alta fluidez pode resultar na extrusão apical. Com isso, essa característica é de suma importância (SHAKYA, 2016).

O teste de escoamento é realizado de acordo com a ISO 6876:2001, onde cada cimento deve ser manipulado de acordo com a recomendação do fabricante obtendo-se um volume de 0,05 ml. Cada cimento é inserido no centro de uma placa de vidro, depois de transcorrido 180 segundos do início da manipulação, é depositado sobre o cimento um conjunto composto por uma placa de vidro e uma carga de 120g, contando o peso das placas de vidro. Após 10 min, o peso adicional é removido e mede-se os diâmetros maiores e menores dos discos por meio de um paquímetro digital. A ANSI/ADA (2000) recomenda que, cimentos endodônticos devam ter um diâmetro mínimo de 20 mm de escoamento.

2.1.2 Químicas

2.1.2.1 pH

Um pH alcalino elevado irá favorecer a formação de tecido mineralizado e ação antimicrobiana (RESZKA et al., 2016). De acordo com Lee et al. (2017), ele é capaz de neutralizar o ácido lático dos osteoclastos e prevenir a dissolução dos componentes mineralizados dos dentes.

Para análise de pH, os cimentos são colocados em tubos plásticos (com 1 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento) com uma das extremidades fechadas e imediatamente imersos em tubos com 10 ml de água deionizada e selados, são mantidos a temperatura de 37°. O pH é aferido através de um pHmetro previamente calibrado após o período determinado na metodologia (CANDEIRO et al., 2012).

2.1.2.2 Liberação de Íons Cálcio (Ca⁺)

A capacidade de liberação de íons cálcio e pH alcalino do cimento são propriedades químicas extremamente importantes, porque serão estas características que irão ajudar no reparo e auxiliar no processo de mineralização (KUGA et al., 2013). O uso de materiais intracanáis ricos em íons cálcio colabora com o controle da reabsorção óssea inibindo a atividade dos osteoclastos, promovendo a migração celular e mineralização do tecido afetado (SRIVASTAVA, 2014).

A espectrofotometria de absorção atômica é o método mais empregado para avaliação do cálcio disponível, para os diferentes tipos de materiais que apresentam esse elemento químico, na qual o espectrofotômetro está equipado com uma lâmpada de cátodo oco específica para o cálcio (DUARTE; DEMARCHI; MORAES, 2004; VIVAN et al. 2010).

A análise dos cimentos que contém cálcio também pode ser realizada através do espectrofotômetro colorimétrico, onde as concentrações de cálcio são calculadas comparando-se com uma curva de calibração pré-estabelecida. O agente Arsenazo III, em meio ácido, forma um complexo de coloração azul, cuja a intensidade é proporcional à concentração de cálcio na amostra. A absorvância

do produto da reação deve ser medida nos comprimentos de onda entre 600 e 680 nm (VOGEL et al., 1983; BIOCLIN, 2017).

$$\text{Cálcio (mg/dL)} = \frac{\text{Absorbância do Teste}}{\text{Absorbância do Padrão}} \times 10$$

2.1.2.3 Solubilidade

A baixa solubilidade dos cimentos em água destilada se faz necessária como uma das propriedades químicas, pois os cimentos obturadores devem ser dimensionalmente estáveis e insolúveis. (PRÜLLAGE et al., 2016).

Baseado na ISO 6876 os espécimes são confeccionados e colocados em moldes. Após a tomada de presa os cimentos são removidos dos moldes e limpos de qualquer partícula solta na superfície. As amostras são pesadas em balança analítica e depois inseridas de forma suspensa em tubos Falcon fechados com 50 ml de água destilada por 7 dias (168h). Após as 168h, os corpos de prova são removidos dos frascos, lavados suavemente e secos com papel absorvente, colocados em um desumidificador por 24h, e depois pesados novamente. A solubilidade é determinada, calculando o peso que foi perdido durante a imersão. A ANSI/ADA (2000) recomenda que, cimentos endodônticos não devem exceder 3% em massa quando a solubilidade do material é testada.

3 CIMENTOS ENDODÔNTICOS

Como já descrito anteriormente, o cimento endodôntico tem um papel de extrema importância na endodontia.

Há uma diversidade de cimentos endodônticos disponíveis comercialmente, com novos produtos sendo lançados, havendo a necessidade do profissional conhecer as principais propriedades do material a ser utilizado. Os cimentos endodônticos são divididos em grupos de acordo com sua base química principal. Existem cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, resina epóxi, resina de salicilato, resina de UDMA, à base de polidimetilsiloxano e a base de silicato de cálcio (biocerâmicos) (HADDAD FILHO, 2015).

3.1 CIMENTO À BASE DE ÓXIDO DE ZINCO E EUGENOL

No ano de 1925, pesquisadores como Rickert, na área da Endodontia, analisaram a necessidade de se utilizar um agente cimentante que pudesse ser utilizado junto à gutapercha e fosse capaz de preencher os espaços não ocupados por ela no interior dos canais radiculares. (MACHADO et al. 2016).

Há relatos na literatura, que desde 1894, já se usavam materiais à base de óxido de zinco e eugenol. Já se tinha conhecimento na época da capacidade de ação antisséptica do óxido de zinco, e quando associado ao eugenol, atribuía ao cimento maior capacidade antimicrobiana. Esse material era utilizado para capeamento pulpar, como o “*Pulpol*” proposto por J. Wessler (FRANCKE, 1971).

Em 1927, Rickert propôs a formulação de um cimento à base de óxido de zinco e óleos resinas como cimento obturador. Com o objetivo de potencializar a ação antimicrobiana do cimento, o autor incorporou prata precipitada e o bi-iodo de bi-timol. Esse cimento é comercializado até os dias atuais no mercado americano pela empresa Kerr/Sybron CO., LTD. (Romulus, Michigan, EUA) pelo nome de *Pulp Canal Sealer* (MACHADO et al. 2016).

Cimentos à base de óxido de zinco e eugenol foram introduzidos por Grossman em meados de 1936, para serem utilizados com cones de gutapercha ou cones de prata. Originalmente, esse produto apresentava além do óxido de zinco e eugenol, prata precipitada e óxido de magnésio, com propriedades inconvenientes pela alteração de cor da estrutura dental, através da formação de sulfato pela prata (LEONARDO e LEONARDO, 2017; BUENO, 2017). Em 1958, ciente da alteração cromática dos dentes pelo cimento, Grossman alterou a fórmula inicial, banindo a prata. No ano de 1974, a fórmula foi alterada, e é utilizada até os dias atuais, sendo composto na forma de pó, óxido de zinco, resina hidrogenada, subcarbonato de bismuto, sulfato de bário, borato de sódio anidro, e de líquido pelo eugenol (SOARES e GOLDBERG, 2003; MACHADO et al. 2016).

Atualmente encontramos no comércio nacional o cimento proposto por Grossman, Endofill (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), no estudo de Vivan et al. 2013, o Endofill apresentou ótimos valores de radiopacidade, com densidade acima da dentina e das normas da ISO, e isso se dá pela presença do óxido de zinco, subcarbonato de bismuto e sulfato de bário na sua formulação. A

solubilidade e escoamento também demonstraram bons resultados e encontram-se nos padrões definidos pela ANSI/ ADA (MARÍN-BAUZA et al., 2012).

3.2 À BASE DE RESINA EPÓXI

A resina epóxi foi inicialmente utilizada em odontologia para a confecção de bases de próteses totais (MACHADO et al. 2016). O cimento endodôntico à base de resina epóxi foi desenvolvido com a finalidade de suprir deficiências relacionadas à falta de adesão entre os cimentos endodônticos e as paredes do canal (BUENO, 2017).

Foi apresentado por Schroeder na Suíça no ano de 1954, onde foi destacado um cimento obturador de canais radiculares à base de resina epóxi que sela o canal radicular devido à sua maior estabilidade físico-química (SCHROEDER, 1954), posteriormente vendida no mercado americano com o nome comercial de “AH 26” (MACHADO et al. 2016).

Em 1988, Klee e colaboradores, desenvolveram o cimento AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha), cimento à base de resina epóxi que libera quantidade mínima de formaldeído durante a ação de polimerização (KLEE; GRÜTZNER; HÖRHOLD, 1996). Esse cimento apresenta como uma de suas características: maior radiopacidade e estabilidade dimensional a longo prazo (SONNTAG, et al.2014).

Para Arias-Moliz et al. (2015) o AH Plus é considerado como o cimento padrão ouro, por suas propriedades físicas que conferem estabilidade dimensional de longo prazo, boa adesão dentinária, fluidez e biocompatibilidade, cumprindo os requisitos necessários das propriedades físico-químicas que a ANSI/ADA e ISO estabelecem (LEE et al., 2017). O AH Plus foi originado a partir de modificações na fórmula do AH26 e apresenta uma grande capacidade de escoamento, o que permite o preenchimento de irregularidades no canal. No entanto, um aumento excessivo dessa característica pode favorecer a extrusão apical (DUARTE et al., 2010).

Apresenta-se em forma de tubos para manipulação manual com quantidades 1:1 das pastas A e B, segundo recomenda o fabricante. Compostos por: pasta A – Resina Epóxi de Bisfenol-A; Resina Epóxi de Bisfenol-F; Tungstato de cálcio; Óxido de zircônio; Sílica e Óxido de ferro. Pasta B – Amina

Adamantada; N, N" - Dibenzil-5-oxanonane-diamina-1,9; TCD – Diamina; Tungstato de cálcio; Óxido de zircônio; Sílica e Óleo de silicone (COLLADO-GONZÁLEZ et al., 2017).

3.3 À BASE DE RESINA DE SALICILATO

Na união de um cimento endodôntico com as propriedades biológicas do MTA foi lançado comercialmente o MTA Fillapex. O MTA isolado não apresenta propriedades ideais para ser utilizado como cimento endodôntico em obturações de canais radiculares (CHÁVEZ-ANDRADE et al., 2013).

MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brasil) foi lançado no ano de 2012, sendo um cimento obturador do canal radicular à base de resina de salicilato (SILVA et al., 2013). Vendido comercialmente em forma de bisnaga, com pasta base e catalisadora que devem ser proporcionadas em quantidades iguais e manipuladas até formarem uma massa de cor homogênea (HADDAD FILHO, 2015). A pasta base contém resina de salicilato, resina natural, tungstato de cálcio, sílica nanoparticulada e pigmentos. A pasta catalisadora é composta por resina diluente, 13,2% mineral trióxido agregado, sílica nanoparticulada e pigmentos (MACHADO et al. 2016; RESZKA, 2016). O radiopacificador utilizado é óxido de bismuto (SILVA et al., 2013).

Segundo Reszka (2016) o tempo de trabalho do MTA Fillapex é de 23 minutos e tempo final definido em aproximadamente 2h. Esse material tem maior capacidade de união quando comparado aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e similar à dos cimentos à base de resina epóxi; em contrapartida tem dificuldade em tomar presa em canais secos (BUENO, 2017). Apresenta baixa solubilidade em contato com fluídos dos tecidos periapicais e satisfatório escoamento (SRIVASTAVA, 2014).

Na literatura foi possível encontrar, benefícios a respeito de sua ação antimicrobiana, sendo efetiva contra *E. faecalis* através do pH alcalino (BÓSIO et al., 2013). Outra característica importante desse cimento, é sua biocompatibilidade, bioatividade e osteocondução (VITTI et al., 2013). Por outro lado, Assmann et al. (2015) e Tavares et al. (2013), verificaram que o cimento MTA Fillapex apresentou efeitos irritantes no tecido conjuntivo subcutâneo e tecido ósseo.

Outro cimento à base de resina de salicilato e que contém hidróxido de cálcio é o Sealapex (Sybron-Endo Corp, Orange, CA, USA). Devido aos conhecidos efeitos terapêuticos do hidróxido de cálcio, essa substância foi introduzida nos cimentos endodônticos com a finalidade de melhorar as propriedades biológicas desses materiais. Entretanto, após a alteração de sua composição química, recentes pesquisas têm apontado para a diminuição de sua biocompatibilidade (LEONARDO et al. 1997; LEONARDO et al. 2007). A sua reformulação constituiu, basicamente, na substituição do sulfato de bário pelo trióxido de bismuto como agente radiopacificador, além da alteração química com a finalidade de aumentar a vida útil do produto (LEONARDO et al., 1997). Ainda assim, o Sealapex apresenta eficiente selamento marginal apical (SILVA-HERZOG et al., 2011), plasticidade, viscosidade e escoamento (LEONARDO et al., 2007).

3.5 À BASE DE RESINA DE UDMA

EndoRez (ER) (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT), é um cimento endodôntico à base de resina de uretano dimetacrilato (UDMA), hidrofílico, aderente em materiais resinosos, biocompatível e radiopaco (Zmener et al. 2008). É composto de 30% de UDMA, óxido de bismuto, dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA), lactato de cálcio pentahidratado (MACHADO et al. 2016).

De acordo com o fabricante, o tempo de trabalho deve ser de 12 a 15 min e o tempo de presa final se dá em 20 a 30 min (ULTRADENT, 2017). A finalização é obtida com o uso de luz por 40 segundos para criação de delgada camada de material fotopolimerizador visando o selamento (LEONARDO e LEONARDO, 2017). Sua presa é dificultada quando em contato com o oxigênio. Deste modo, a irrigação final antes da obturação deve ser realizada com soro fisiológico, evitando, assim, a presença de oxigênio residual proveniente do hipoclorito de sódio (LEE et al., 2011) ou lubrificantes à base de peróxido (TAY et al., 2005).

As propriedades hidrofílicas do cimento permitem a penetração profunda nas paredes do canal radicular, mas não apresenta adesão a gutapercha. Por ser hidrofílico, o cimento apresenta adequada penetração em dentina úmida, de

tal forma que o fabricante recomenda que as paredes do canal radicular sejam mantidas úmidas, não desidratadas, aproveitando ao máximo essa propriedade. (Zmener et al. 2008).

O EndoRez está indicado para técnicas convencionais de obturação dos canais radiculares, devendo ser usado preferencialmente com cones de gutapercha revestidos por resina de UDMA, por não apresentar adesão a gutapercha. Comercialmente se apresenta com 2 seringas, seringa TwoSpencer com misturador do cimento endodôntico, que será injetado diretamente na minisseringa Skini com agulha NaviTip (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT). Com a seringa Skini e agulha NaviTip o cimento será inserido no canal radicular ficando 3 mm aquém do comprimento de trabalho sendo preenchido até a entrada do canal e após o cone selecionado deve ser inserido. (LEONARDO e LEONARDO, 2017).

3.6 COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO

Neste momento, é importante ressaltar que muitos autores preconizam a classificação de cimentos à base de hidróxido de cálcio como classificam Sevimay e Dalat (2003), quando na verdade não existe um cimento que seja à base de hidróxido de cálcio. Os cimentos que são descritos como à base desse material são cimentos que contém hidróxido de cálcio. Tal fato acontece com o Sealapex, muitas vezes classificado como à base de hidróxido de cálcio, quando na verdade é à base de resina de salicilato. O cimento Sealer 26 (Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) contém hidróxido de cálcio, entretanto é um cimento à base de resina epóxi.

Em 1940 foi descrito o primeiro uso clínico em seres humanos de um cimento contendo hidróxido de cálcio em sua composição para obturação de canais radiculares (LEONARDO; LEAL; SIMÕES FILHO, 1980).

O uso de cimentos contendo hidróxido de cálcio foi proposto na tentativa de melhorar o reparo apical em dentes tratados endodonticamente, característica que se dá pela capacidade de difundir íons para os tecidos periapicais, aumentando o pH na região e favorecendo o reparo. O pH elevado favorece também a ação antimicrobiana e a degradação de lipossacarídeos

bacterianos, induzindo assim a formação de tecido duro e controlando a reabsorção inflamatória (GAVA et al., 2011).

O CRCS (Calcibiotic Root Canal Sealer) – (Coltene, Cuyahoga Falls, Ohio, EUA) é um cimento endodôntico contendo hidróxido de cálcio, e que atualmente não se encontra mais disponível no mercado odontológico. Este cimento foi durante muitos anos classificado como à base de hidróxido de cálcio, quando na verdade a base principal é o óxido de zinco e um éster de resina hidrogenada, conforme especificação do fabricante (LEONARDO, 2005) (LOPES; SIQUEIRA, 2011; COLTENE, 2017). Apresenta baixa toxicidade e boas propriedades de vedação, porém não penetra com profundidade nos túbulos dentinários (SEVIMAY; DALAT, 2003), tem como característica uma baixa ação antimicrobiana quando comparado a outros cimentos e um escoamento adequado de acordo com as normas, porém menor quando comparado a outros materiais (SHAKYA, 2016).

3.7 À BASE DE SILICATO DE CÁLCIO (BIOCERÂMICOS)

Em um passado muito recente surgem os materiais biocerâmicos, utilizados como cimento reparador (ProRoot MTA (Dentsply Sirona, York, PA, USA), MTA-Angelus (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil), Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France), Generex A (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, USA) e como cimentos obturadores do canal radicular (IRoot SP (Innovative Bioceramix Inc, Vancouver, Canada), IRoot BP Plus (Innovative Bioceramix Inc, Vancouver, Canada), Endosequence BC Sealer (Brasseler USA, Savannah, GA, EUA), Biosealer, (MK Life, Porto Alegre, RS Brasil) . Esses materiais provêm do resultado da combinação entre silicato de cálcio e fosfato de cálcio. Em sua composição está descrito na literatura a alumínia, zircônia, vidro bioativo, cerâmica de vidro, hidroxiapatita e fosfato de cálcio. Materiais bioativos, como o vidro resultam em uma composição química e estrutura cristalina semelhante aos materiais de apatita dos dentes e ossos (AL-HADDAD et al., 2016) (JEONG et al., 2017). Bioatividade de acordo com Loushine et al. (2011), é a capacidade do cimento durante o processo de presa de formar hidroxiapatita e assim, influenciar na ligação entre a dentina e o cimento endodôntico.

3.7.1 CIMENTOS BIOCERÂMICOS REPARADORES

O Agregado Trióxido Mineral (MTA) é considerado um material biocerâmico e foi introduzido na odontologia por Mahmoud Torabinejad no ano de 1993 (Lee et al., 1993). Seus principais componentes são o silicato tricálcio, aluminato tricálcio, óxido tricálcio e óxido de silicato, tendo também outros óxidos responsáveis por suas propriedades. As principais moléculas presentes no MTA são os íons cálcio e fósforo, como essas moléculas estão presentes nos tecidos dentais também, dão ao MTA a característica de biocompatibilidade (TORABINEJAD et al., 1995).

De acordo com Silva et al. (2013), o MTA é um material que apresenta um pH de 12,5 (comparável com o do hidróxido de cálcio), tem baixa citotoxicidade e propriedades antimicrobianas satisfatórias. Proporciona como vantagem a capacidade de ser inserido em regiões úmidas, como na presença de sangue. No artigo publicado por Kaur et al. (2017) o tempo de presa inicial do MTA (ProRoot) é entorno de 70 min e o tempo de presa final entorno de 175 min. É um material difícil de ser manuseado e como inconveniente pode ocorrer alteração da cor do dente.

O MTA vem em formato de pó que deve ser utilizado com água destilada, a qual acompanha o produto, na proporção de 3 partes de pó para uma de água, devendo ser manipulado em uma placa de vidro (estéril) por 30 segundos, até que apresente uma consistência arenosa. O cimento deve ser inserido no local imediatamente após ter sido preparado para evitar sua desidratação (FRIDLAND; ROSADO, 2003; PELLICIONI et al., 2007).

O MTA-Angelus (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) é uma marca genuinamente brasileira, enquanto que outras marcas vigentes no mercado são originárias de outros países; Pro Root (Dentsply Sirona, York, PA, USA), CPM Trióxido Mineral Agregado (EGEO S, Argentina), dentre outros.

Generex A, é um cimento à base de silicato de cálcio que tem algumas semelhanças com o MTA, entretanto é misturado com géis ao invés de água. É indicado para obturações retrógradas e perfurações radiculares e, apresenta como vantagem resistência à compressão e boa radiopacidade (JITARU et al., 2016).

3.7.2 CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES

Os fabricantes têm destacado que os cimentos biocerâmicos empregados para a obturação do canal radicular apresentam excelentes propriedades, físico-químicas e biológica, com pH alcalino, atividade antimicrobiana, radiopacidade e biocompatibilidade, não-tóxicos (CANDEIRO et al., 2012; UTNEJA et al., 2015). São constituídos por partículas de nanoesfera, com uma dimensão não superior a $1,9 \times 10^{-3} \mu\text{m}$. Devido a sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários e interagir com a umidade dentinária, se espera uma ótima estabilidade dimensional e uma menor quantidade de contração (RAZMI et al., 2016).

Quando o efeito antimicrobiano do cimento IRoot SP foi avaliado por Zhang et al. (2009) contra o *E. faecalis* foi constatado a total ausência desses microrganismos após 2 min em contato com o cimento. Quando o cimento BC Sealer foi avaliado, apresentou o efeito antibacteriano dentro dos túbulos dentinários, mesmo após sua presa (WANG; SHEN; HAAPASALO, 2014).

Os cimentos biocerâmicos para obturação do canal radicular por apresentarem grande capacidade de escoamento (TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015), devem ser utilizados em associação à técnica de obturação de cone único em decorrência de ser nanopartículado (ERSAHAN; AYDIN, 2010). Mesmo com a comprovação científica da adesão dentinária destes cimentos, está pode ser prejudicada quando técnicas de obturação termoplastificadas são empregadas. De acordo com DeLong, He e Woodmansey (2015), o calor pode provocar mudanças nas propriedades do cimento, pressupondo que o aquecimento provindo desta técnica possa promover o ressecamento dos túbulos dentinários, e a umidade é de caráter fundamental para a tomada de presa do cimento em decorrência de ser hidrofílico.

Kohli et al. (2015), analisou a alteração de cor da coroa dental através de um espectrofotômetro, quando canais foram obturados com alguns biocerâmicos. Como resultado esses dentes não apresentaram alteração de cor perceptível na estrutura dental quando o cimento foi deixado na câmara pulpar.

No entanto, uma das principais desvantagens é a dificuldade de removê-los do canal radicular quando o dente necessita de retratamento endodôntico (AL-HADDAD et al., 2016). Em estudo realizado Oltra et al. (2017), foi possível

comprovar a dificuldade na remoção do material obturador quando necessário realizar o retratamento. Uma provável hipótese é de que essa dificuldade se dá pelo potencial de aderência às paredes dentinárias dos cimentos biocerâmicos. Uma outra explicação, por ser a formação de um material composto por cálcio e fosfato, ocorrendo assim a precipitação intratubular, responsável pela vedação e ligação dentinária.

Liu et al. (2015), testou o iRoot BP Plus, um novo cimento de cerâmica bioativa à base de silicato de cálcio. Os autores demonstraram que o iRoot BP Plus pode induzir a formação de ponte dentinária reparadora em ratos com polpas expostas mecanicamente.

O IRoot SP é um cimento biocerâmico composto de nanoesferas biocompatíveis como o silicato tri-cálcico, silicato di-cálcico, fosfato de cálcio monobásico, dióxido de silício amorfo e pentóxido de tântalo. Segundo Uzunoglu et al. (2015) este material apresenta excelentes propriedades físicas e antimicrobianas.

O Endosequence BC Sealer é um cimento pré-manipulado, composto por óxido de zircônio, silicatos de cálcio, fosfato de cálcio (monobásico), hidróxido de cálcio e agentes espessantes (SINGH et al., 2016). É um material que toma presa na presença de umidade, sendo assim, a umidade presente nos túbulos dentinários é ideal, pois a dentina é composta por 20% (em volume) de água (RAZMI et al., 2016).

Biodentine, é um cimento a base de silicato tricálcio, que promove a mineralização junto à polpa através da formação de pontes dentinárias. Vendido em cápsula de dose única, deve ser misturado em um amalgamador por 30 segundos. Apresenta-se na forma de líquido: água, cloreto de cálcio (usado como acelerador de presa) e um policarboxilato modificado (superplastificante), pó: silicato tricálcio, carbonato de cálcio e óxido de zircônio (KOHLLI et al., 2015).

O Biosealer é um cimento biocerâmico, desenvolvido para a obturação dos canais radiculares. De acordo com o fabricante, é um cimento insolúvel, radiopaco, sem alumínio e que contém silicato de cálcio, exigindo assim, a presença de umidade para tomada de presa. É composto também por óxido de zircônio, silicato tri-cálcio, silicato di-cálcio e hidróxido de cálcio.

Sendo um material de uso endodôntico recentemente lançado no mercado nacional, parece prudente testar este novo cimento endodôntico com relação as propriedades físico químicas.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Avaliar as propriedades físico-químicas de uma nova formulação de cimento biocerâmico (Biosealer MK Life).

4.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar a solubilidade, em água destilada, do cimento biocerâmico em um período de 7 dias.
- Avaliar os tempos de presa inicial e final do cimento biocerâmico.
- Avaliar o pH do cimento biocerâmico nos períodos de 1, 24, 72 e 168 horas.
- Avaliar a liberação de íons cálcio, em meio aquoso, do cimento biocerâmico, nos períodos de 1, 24, 72 e 168 horas.
- Avaliar a radiopacidade do cimento biocerâmico.
- Avaliar o escoamento do cimento biocerâmico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Biosealer é um cimento biocerâmico à base de silicato di-cálcico, silicato tri-cálcico, óxido de zircônio, hidróxido de cálcio, em veículo de propilenoglicol, que, segundo especificações do fabricante (MK Life, Porto Alegre, RS Brasil) caracteriza-se pela propriedade de liberar íons Ca^{++} ao meio, favorecendo o reparo periapical. Para melhor análise das propriedades físico-químicas deste material, o presente estudo buscou analisar e comparar as propriedades de liberação de Ca^{++} , pH, escoamento, solubilidade, radiopacidade e tempo de presa, em relação ao cimento à base de resina epóxi Ah Plus.

Os valores médios do pH do silicato tri-cálcico demonstraram-se mais alcalinos do que o do AH Plus ($P < 0,05$). Este valor de pH para silicato tri-cálcico se manteve estável nos 7 primeiros dias. O efeito alcalinizante pode ser explicado pela presença do hidróxido de cálcio presente na matriz do material. Os resultados de pH deste estudo, para o cimento biocerâmico e para o AH Plus, estão de acordo com o achado no estudo de Khalil, Naaman e Camilleri (2016). Vivan et al. (2010) e Lee et al. (2017) demonstraram valores médios de pH, nos diferentes tempos experimentais, para o cimento AH Plus, semelhantes ao obtido neste estudo.

O cimento endodôntico Biosealer com relação a liberação de Ca^{++} apresentou maior liberação de cálcio do que quando comparado ao cimento AH Plus. Neste estudo foi utilizado o método colorimétrico para avaliação da liberação de íons cálcio. Quando os valores de Ca^{++} são extremamente baixos, os valores expressos por este método podem apresentar-se próximos do zero, justificando os resultados observados no último tempo experimental. Outros estudos também encontraram maior liberação de cálcio para cimentos biocerâmicos que outros cimentos, inclusive o AH Plus (BORGES et al. 2011; CANDEIRO et al., 2012). Segundo Parirokh e Torabinejad (2010) a presença de cálcio pode favorecer o pH alcalino do meio, contribuindo para um efeito bioquímico que poderá acelerar o processo de reparo.

O escoamento do cimento Biosealer e do cimento AH Plus atenderam as especificações da ISO 6876:2001, em que o valor mínimo de escoamento aceitável é de 20 mm, porém o Biosealer demonstrou um resultado ligeiramente

menor do que o AH Plus. Estes resultados não são consoantes com os estudos de Candeiro et al. (2012) e Zhou et al. (2013). Apesar de um bom escoamento contribuir para a boa penetração do cimento nos túbulos dentinários, é importante salientar que um cimento com excessivo escoamento pode extrair para os tecidos periapicais e, dependendo da citotoxicidade, dificultar o processo de reparo (DUARTE et al., 2010). Além disso, alguns autores salientam que a conformidade do escoamento de cimentos bioativos às normas ISO pode não ser tão importante (KHALIL; NAAMAN; CAMILLERI, 2016), uma vez que estes cimentos podem não ter sua capacidade de selamento do sistema de canais prejudicada em função de reagirem ativamente com a dentina radicular formando uma zona de infiltração mineral (ATMEH et al., 2012).

A solubilidade é uma propriedade diretamente relacionada à dissociação dos constituintes do material pela ação de contato com o líquido circundante (VIVAN et al., 2010). Neste estudo a solubilidade do Biosealer foi maior do que a do AH Plus e não atendeu a especificação da ISO 6876:2012. Uma possível explicação para este fato é que materiais hidrofílicos podem ter algumas de suas características alteradas em função da umidade (AL-HADDAD; AZIZ, 2016). Sendo assim, imagina-se que clinicamente os fluidos teciduais não esperam a presa do material para molhá-lo e, por isso, índices de solubilização que ocorrem clinicamente são diferentes dos obtidos nas condições laboratoriais. A exemplo do observado no estudo de Zhou et al. (2013), onde mostram que o cimento biocerâmico por eles testado (BC Sealer; Brasseler USA, Savannah, GA) apresentou maiores valores de solubilidade entre os materiais testados, incluindo o AH Plus.

A radiopacidade consiste em uma importante propriedade dos cimentos endodônticos uma vez que permite a visualização da massa obturadora e determinação radiográfica da qualidade da obturação. De acordo com padrões internacionais, cimentos endodônticos devem apresentar radiopacidade mínima equivalente a 3.00 mmAL (SILVA et al., 2013; CANDEIRO et al., 2012). Quando foi comparada a radiopacidade entre os dois cimentos o Biosealer se mostrou menos radiopaco do que o AH Plus, que é conhecido pela sua excepcional radiopacidade. De acordo com o presente estudo, investigações prévias também mostraram menor radiopacidade para os biocerâmicos quando comparados com o AH Plus (CANDEIRO et al., 2012; KHALIL; NAAMAN; CAMILLERI, 2016).

Embora ambos apresentem o óxido de zircônio na composição, essa diferença pode ser explicada pela presença de dois radiopacificadores na composição do AH Plus (tungstato de cálcio e óxido de zircônio) e provável diferença na quantidade. De acordo Com Zhang et al. (2009), a radiopacidade está diretamente relacionada a quantidade e proporção do agente radiopacificador.

O tempo de presa ideal de um cimento endodôntico deve permitir um tempo de trabalho adequado ao profissional, não deve ser tão extenso para não permitir sua solubilização pelos tecidos periapicais e ocasionar toxicidade, prejudicando o selamento, nem tão curto que dificulte a técnica obturadora pela diminuição do tempo de trabalho (AL-HADDAD; AZIZ, 2016). No presente estudo o tempo de presa foi testado seguindo a recomendação da ISO 6876:2012 e ASTM C266-07, utilizando-se agulhas Gilmore de 100 e 456,3 g, armazenados a uma temperatura de 37°C com 95% de umidade que possibilitaram a verificação do tempo de presa inicial e final dos cimentos testados. O cimento biocerâmico Biosealer apresentou tempo de presa inicial e final menores do que o AH Plus. Duarte et al. (2010) relataram valores de tempo de presa para o AH Plus próximos aos observados neste estudo. A quantidade de umidade tem caráter crucial na definição de tempo de presa dos cimentos biocerâmicos. À semelhança deste estudo, outro cimento biocerâmico (EndoSequence BC) mostrou tempo de presa de 4 horas em canais úmidos (AL-HADDAD; AZIZ, 2016) e menor do que o AH Plus (ZHOU et al., 2013).

O cimento Biosealer demonstrou boas propriedades físico-químicas tais como; pH, liberação de cálcio, escoamento, radiopacidade e tempo de presa. Esse novo cimento biocerâmico apresentou uma maior solubilidade do que a prevista na ISO 6876:2012.

6 CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais e dos resultados obtidos no presente estudo, é lícito concluir que:

1. O Biosealer promoveu um pH alcalino que se manteve estável ao longo de 7 dias.
2. O Biosealer promoveu elevados valores de liberação de cálcio em todos os tempos experimentais.
3. O escoamento está em concordância com as exigências da ISO 6876:2001.
4. A radiopacidade atendeu as normas da ISO 6876/2012.
5. Tempo de presa esteve de acordo com o relatado pelo fabricante, não tendo variância maior do que 10% como a ANSI/ADA estabelece.
6. O teste de solubilidade não atendeu a especificação da ISO 6876:2012.

REFERÊNCIAS

AHUJA, L. A Comparative Evaluation of Sealing Ability of New MTA Based Sealers with Conventional Resin Based Sealer: An In-vitro Study. **J Clin Diagn Res**, Delhi, v. 10, n. 7, p.1-8, jul. 2016.

AL-HADDAD, A.; AZIZ, Z. A. C. A. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. **Int J Biomater**, Baltimore, v. 2016, p.1-10, 2016.

ALLAN, N. A, et al. Setting time for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. **J Endod**, Baltimore, v. 27, n. 10, p.421-423, jun. 2001.

American National Standards/American Dental Association – ANSI/ADA. Specification n. 57 for Endodontic filling materials. 2000.

American National Standards/American Dental Association – ANSI/ADA. Specification n. 57 for Endodontic filling materials. 1994.

American National Standards/American Dental Association – ANSI/ADA. Specification n. 57 for Endodontic filling materials. 1984.

ANGELUS [homepage] – Londrina – PR. Disponível em: <<http://www.angelus.ind.br/MTA-Fillapex-11.html>> Acesso em: 24 set. 2017.

ARIAS-MOLIZ, M.T. et al. The effect of benzalkonium chloride additions to AH Plus sealer. Antimicrobial, physical and chemical properties. **J Dent**, Oxford, v. 43, n. 7, p.846-854, jul. 2015.

ASSMANN, E. et al. Evaluation of Bone Tissue Response to a Sealer Containing Mineral Trioxide Aggregate. **J Endod**, Baltimore, v. 41, n. 1, p.62-66, jan. 2015.

Standard test method for time of setting of hydraulic cement paste by Gilmore needles. **ASTM standard C266-07**. Annual book of ASTM standards. West Conshohocken. 2007.

ATMEH, A. R. et al. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. **J Dent Res**, Washington v. (91), n. (5), p.454-59, mai. 2012.

BIOCLIN [homepage] – Belo Horizonte – MG. Disponível em: <http://www.bioclin.com.br/sitebioclin/wordpress/wp-content/uploads/arquivos/instrucoes/INSTRUCOES_CALCIO_ARSENAZO_III.pdf> Acesso em: 24 set. 2017.

BORGES, R. P. et al. Changes in the Surface of four Calcium Silicate-containing Endodontic Materials and an Epoxy Resin-based Sealer after a Solubility Test. **Int Endod J**, Oxford, v. 45, n. 5, p.419-428, dez. 2011.

BÓRIO, C. C. et al. Subcutaneous connective tissue reactions to iRoot SP, mineral trioxide aggregate (MTA) Fillapex, DiaRoot BioAggregate and MTA. **Int Endod J**, Oxford, v. 47, n. 7, p.667-674, 15 nov. 2013.

BRANSTETTER J.; FRAUNHOFER, J. A. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. **J Endod**, Baltimore, v. 8, n.7, p.312-316. 1982.

BUENO, C. E. S; PELEGRINE, R. A. **Excelência em Endodontia Clínica**. São Paulo: Quintessence, 2017. 217 p.

CALLAHAN J. R. Rosin solution in root filling. **Summary**, v. 34, p.775. 1914.

CANDEIRO, G. T. M. et al. Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. **J Endod** Baltimore, v. 38, n. 6, p.842-845, jun. 2012.

CASTELUCCI, A. **Endodontics**. Firenze: Il Tridente, 2004. v.2, p.606.

CHAIN, M. C. et al. **Materiais Dentários**. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2013. 12 p.

CHÁVEZ-ANDRADE, G. M. et al. Evaluation of the physicochemical properties and push-out bond strength of mta-based root canal cement. **J Contemp Dent Pract**, Nova Delhi, v. 14, n. 6, p. 1094-1099, nov. 2013.

COLLADO-GONZÁLEZ, M. et al. Cytotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow2, MTA Fillapex, and AH Plus on Human Periodontal Ligament Stem Cells. **J Endod**, Baltimore, v. 43, n. 5, p.816-822, mai. 2017.

COLTENE [homepage]. Ohayo – EUA. Disponível em: <<https://nam.coltene.com/pim/DOC/IFU/docifu40002259d-crcs-ifusallaindv1.pdf>> Acesso em: 24 set. 2017.

COOLIDGE, E. D, The status of pulpless teeth as interpreted by tissue tolerance and repair following root canal therapy. **J Am Dent Assoc**, Londres, v. 20, p. 2216 - 2228, 1933.

DELONG, C.; HE, J.; WOODMANSEY, K. F. The Effect of Obturation Technique on the Push-out Bond Strength of Calcium Silicate Sealers. **J Endod**, Baltimore, v. 41, n. 3, p.385-388, mar. 2015.

DENTSPLY BRASIL [homepage]. Konstanz – Alemanha. Disponível em:<http://www.dentsply.com.br/isogesac/hisows_portal.aspx?1,5,3,Produto,63,33>. Acesso em: 24 ago. 2017.

DUARTE, M. A. H.; DEMARCHI, A. C. C. de O.; MORAES, I. G. de. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AHPlus. **Int Endod J**, Oxford, v. 37, n. 1, p.42-45, jan. 2004.

- DUARTE, M. A. H. et al., Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical Properties of AH Plus. **J Endod** Baltimore, v. 36, n. 6, p.1048-1051, jun. 2010.
- ERSAHAN, S.; AYDIN, C. Dislocation Resistance of iRoot SP, a Calcium Silicate–based Sealer, from Radicular Dentine. **J Endod** Baltimore, v. 36, n. 12, p.2000-2002, dez. 2010.
- FARAONI, G. et al. Avaliação comparativa do escoamento e tempo de presa do cimento MTA Fillapex®. **RFO UPF**, Passo Fundo, v. 18, n. 2, p.180-184, mai-ago. 2013.
- FRANCKE, O. C. Capping of the living pulp: from Philip Pfaff to John Wessler. **Bull His Dent**, Batavia, v.19, n. 2, p. 17-23, 1971.
- FRIDLAND, M; ROSADO, R. Mineral Trioxide Aggregate (MTA) Solubility and Porosity with Different Water-to-Powder Ratios. **J Endod** Baltimore, v. 29, n. 12, p.814-817, dez. 2003.
- GAVA, E. et al. Potencial do MTA e Sealapex Agregado ao MTA no selamento apical. **ROBRAC**, Goiás v. 20, n. 53, p.155-159, jul. 2011.
- GROSSMAN L. I. An improved root canal cement. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 56, n. 3, p.381-385, 1958.
- HADDAD FILHO, M. S. **Endodontia de Vanguarda**. 1ºed. São Paulo: Napoleão Ltda, 2015. 242 p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6876**: Dental Root Canal Sealing Materials. Geneva: International Organization for Standardization; 2001
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. International Standard **ISO 6876**: Dental root canal sealing materials. Geneva: International Organization for Standardization; 2012.
- JEONG, J. W. et al. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate–based Root Canal Sealer with Different Obturation Methods. **J Endod** Baltimore, v. 43, n. 4, p.633-637, abr. 2017.
- JITARU, S. et al. THE USE OF BIOCERAMICS IN ENDODONTICS - LITERATURE REVIEW. **Clujul Med**, Cluj-Napoca, v. 89, n. 4, p.470-473, out. 2016.
- KAUR, A. et al. Biotoxicity of commonly used root canal sealers: A meta – analysis. **J Conserv Dent**, Mumbai, v. 18, n. 2, p.83-88, abr. 2015.
- KAUR, M. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. **J Clin Diagn Res**, Delhi, v. 11, n 8, p.ZG01-ZG05, ago. 2017.

- KHALIL, I.; NAAMAN, A.; CAMILLERI, J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. **J Endod**, Baltimore, v.42, n. 10, p.1529-1535, out. 2016.
- KLEE, J. E.; GRÜTZNER, R.; HÖRHOLD, H. Uncrosslinked epoxide-amine addition polymers, 44. Linear arylamine/2,2-bis[4-(2,3-epoxypropoxy)phenyl]-propane addition polymers — synthesis and properties. **Macromol Chem Phys**, Oxford, v. 197, n. 7, p.2305-2323, jul. 1996.
- KOHLI, M. R. et al. Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. **J Endod**, Baltimore, v. 41, n. 11, p.1862-1866, nov. 2015.
- KUGA, M. C. et al. Evaluation of the pH, calcium release and antibacterial activity of MTA Fillapex. **Rev Odontol UNESP**, São Paulo, v. 42, n. 5, p.330-335, out. 2013.
- LEE S.J, MONSEF, M., TORABINEJAD, M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **J Endod**, Baltimore, v.19, n. 11, p.541-544, nov. 1993.
- LEE, B. et al. A Novel Urethane Acrylate–based Root Canal Sealer with Improved Degree of Conversion, Cytotoxicity, Bond Strengths, Solubility, and Dimensional Stability. **J Endod**, Baltimore, v. 37, n. 2, p.246-249, fev. 2011.
- LEE, J. K. et al. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. **Bioinorg Chem Appl**, Cairo, v. 2017, p.1-8, 2017.
- LEONARDO, M. R. **Endodontia, tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos**. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2005. v. 2. 1125 p.
- LEONARDO, M. R. et al. Root Canal Adhesive Filling in Dogs' Teeth with or without Coronal Restoration: A Histopathological Evaluation. **J Endod**, Baltimore, v. 33, n. 11, p.1299-1303, nov. 2007.
- LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M.; SIMÕES FILHO, A. P. Pulpectomy: Immediate root canal filling with calcium hydroxide. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** Saint Louis, v. 49, n. 5, p.441-450, mai. 1980.
- LEONARDO, M. R.; LEONARDO, R. T. **Endodontia: Conceitos Biológicos e Recursos Tecnológicos**. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2009. 356 p. 602 p.
- LEONARDO, M.R. et al. Calcium hydroxide root canal Sealers—Histopathologic evaluation of apical and peripaical repair after endodontic treatment. **J Endod**, Baltimore, v. 23, n. 7, p.428-432, jul. 1997.
- LEONARDO, M.R.; LEONARDO, R. T. **Tratamento de Canais Radiculares**. 2ªed. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2017. 420-421 p.

LIU, S.; WANG, S.; DONG, Y. Evaluation of a Bioceramic as a Pulp Capping Agent In Vitro and In Vivo. **J Endod**, Baltimore, v. 41, n. 5, p.652-657, mai. 2015.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR, J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. 3° ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

LOUSHINE, B. A. et al., Setting Properties and Cytotoxicity Evaluation of a Premixed Bioceramic Root Canal Sealer. **J Endod**, Baltimore, v. 37, n. 5, p. 673-677, maio. 2011.

MACHADO, M. E. L. et al. **Aspectos de Interesse da Endodontia Contemporânea**. São Paulo: Napoleão LTDA, 2016. 175-165 p.

MARÍN-BAUZA, G. A. et al. Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. **J Appl Oral Sci**, Bauru, v. 20, n. 4, p.455-461, ago. 2012.

OLTRA, E. et al. Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison. **Restor Dent Endod**, Seoul, v. 42, n. 1, p.19-26, fev. 2017.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review – Part I. **J Endod**, Baltimore, v.36, n. 1, p.16-27, jan. 2010.

PELLICCIONI, G et al. Proroot Mineral Trioxide Aggregate Cement Used as a Retrograde Filling without Addition of Water: An In Vitro Evaluation of Its Microleakage. **J Endod**, Baltimore, v. 33, n. 9, p.1082-1085, set. 2007.

PHILLIPS, R. W. **Materiais dentários de Skinner**. 8 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984. 01 p.

PRINZ H. Filling root-canals with an improved paraffin compound. **Dental Cosmos**, Philadelphia, v. 54, n. 10, p.1081-1094, 1912.

PRÜLLAGE, R. et al. Material Properties of a Tricalcium Silicate–containing, a Mineral Trioxide Aggregate–containing, and an Epoxy Resin–based Root Canal Sealer. **J Endod**, Baltimore, v. 42, n. 12, p.1784-1788, dez. 2016.

RAZMI, H. et al. The Effect of Canal Dryness on Bond Strength of Bioceramic and Epoxy-resin Sealers after Irrigation with Sodium Hypochlorite or Chlorhexidine. **Iran Endod J**, Teerão, v. 11, n. 2, p.129-133, mar. 2016.

RESZKA, P. et al. A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers. **Biomed Res Int**, Nova York, v. 2016, p.1-8, 2016.

RICKERT, U. G. The Management of Pulpless Teeth from Both the Clinical and the Laboratory Standpoint. **Dental Cosmos**, Philadelphia, v. 67, n. 7, p. 635-642, jul. 1925.

SCHROEDER, A. The impermeability of root canal filling material and first demonstrations of new root filling materials. **SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd**, Berna, v. 64, n. 9, p. 921-31, 1954.

SEVIMAY, S.; DALAT, D. Evaluation of penetration and adaptation of three different sealers: a SEM study. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 30, n. 9, p.951-955, set. 2003.

SHAKYA, V. K. An Invitro Evaluation of Antimicrobial Efficacy and Flow Characteristics for AH Plus, MTA Fillapex, CRCS and Gutta Flow 2 Root Canal Sealer. **J Clin Diagn Res**, Delhi, v. 10, n. 8, p.104-108, ago. 2016.

SHIPPER, G et al. Periapical Inflammation After Coronal Microbial Inoculation Of Dog Roots Filled With Gutta-percha Or Resilon. **Aust Endod J**, Richmond, v. 31, n. 2, p.91-96, fev. 2005.

SILVA, E. J. et al. Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties of Calcium Silicate-based Endodontic Sealer MTA Fillapex. **J Endod**, Baltimore, v. 39, n. 2, p.274-277, fev. 2013.

SILVA-HERZOG, D. et al. Preliminary study of the inflammatory response to subcutaneous implantation of three root canal sealers. **Int Endod J**, Oxford, v. 44, n. 5, p.440-446, jan. 2011.

SINGH, G. et al. In vitro comparison of antibacterial properties of bioceramic-based sealer, resin-based sealer and zinc oxide eugenol based sealer and two mineral trioxide aggregates. **Eur J Dent**, Mumbai, v. 10, n. 3, p.366-369, jul-set. 2016.

SIQUEIRA JUNIOR, J. F. et al., Antimicrobial Activity and Flow Rate of Newer and Established Root Canal Sealers. **J Endod**, Baltimore, v. 26, n. 5, p.274-277, maio. 2000.

SOARES, I. J; GOLDBERG, F. **Endodoncia Técnica y Fundamentos**. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 2003. 153 p.

SONNTAG, D. et al., Experimental amine-epoxide sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal. **Int Endod J**, Oxford, v. 48, n. 8, p.747-756, set. 2014.

SRIVASTAVA, S. et al. Evaluation of pH and calcium ion diffusion from MTA Fillapex and Sealapex through simulated external root resorption -An In Vitro Study. **Endodontology**, Nova Delhi, v. 26, n. 2, p.305-308, dez. 2014.

TANOMARU-FILHO, M. et al. Radiopacity and Flow of Different Endodontic Sealers. **Acta Odontol Latinoam**, Buenos Aires, v. 26, n. 2, p.121-125, dez. 2013.

TAVARES, C. O. et al. Tissue Reactions to a New Mineral Trioxide Aggregate-containing Endodontic Sealer. **J Endod**, Baltimore, v. 39, n. 5, p.653-657, mai. 2013.

TAY, F. R. et al. Effectiveness of Resin-Coated Gutta-Percha Cones and a Dual-Cured, Hydrophilic Methacrylate Resin-Based Sealer in Obturating Root Canals. **J Endod**, Baltimore, v. 31, n. 9, p.659-664, set. 2005.

TORABINEJAD, M. et al. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n. 6, p.295-299, jun. 1995.

TROPE, M.; BUNES, A.; DEBELIAN, G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? **Endod Topics**, Oxford, v. 32, n. 1, p.86-96, mai 2015.

ULTRADENT [homepage] – Indaiatuba – SP. Disponível em: <<https://www.ultradent.com/pt-br/Dental-Products/Endodontia/Obtura%C3%A7%C3%A3o/EndoREZ-sellante-de-conductos-radiculares/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 30 out. 2017.

UTNEJA, S. et al. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. **Restor Dent Endod**, Seoul, v. 40, n. 1, p.1-13, fev. 2015.

UZUNOGLU E, Y. Z., SUNGUR, D. D., ALTUNDASAR, E. Retreatability of Root Canals Obturated Using Gutta-Percha with Bioceramic, MTA and Resin-Based Sealers. **Iran Endod J**, Teerão, v.10, n.2, p.93-98, mar. 2015.

VITTI, R. P. et al. Physical Properties of MTA Fillapex Sealer. **J Endod**, Baltimore, v. 39, n. 7, p.915-918, jul. 2013.

VIVAN, R. R. et al. Evaluation of the physical and chemical properties of two commercial and three experimental root-end filling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 110, n. 2, p.250-256, ago. 2010.

VIVAN, R. R. et al., Avaliação da radioterapia de diferentes cimentos obturadores endodônticos, acrescidos de hidróxido de cálcio. **SALUSVITA**, Bauru, v. 32, n. 1, p.25-36, abr, 2013.

VOGEL, G.L.; CHOW, L.C.; BROWN, W.E. A Microanalytical Procedure for the Determination of Calcium, Phosphate and Fluoride in Enamel Biopsy Samples. **Caries Res**, Basel, v. 17, n. 1, p.23-31, 1983.

WANG, Z.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M. Dentin Extends the Antibacterial Effect of Endodontic Sealers against *Enterococcus faecalis* Biofilms. **J Endod**, Baltimore, v. 40, n. 4, p.505-508, abr.2014.

ZHANG, H. et al. Assessment of a New Root Canal Sealer's Apical Sealing Ability. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 107, n. 6, p.e79-82, jun. 2009.

ZHANG, H. et al. Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. **J Endod**, Baltimore, v. 35, n. 7, p.1051-1055, jul. 2009.

ZHOU, H. et al. Physical Properties of 5 Root Canal Sealers. **J Endod**, Baltimore, v. 39, n. 10, p.1281-1286, out. 2013.

ZMENER, O. et al. Significance of Moist Root Canal Dentin with the Use of Methacrylate-based Endodontic Sealers: An In Vitro Coronal Dye Leakage Study. **J Endod**, Baltimore, v. 34, n. 1, p.76-79, jan. 2008.

ANEXOS

ANEXO A

Assunto	Projeto de Pesquisa na Comissão de Pesquisa de Odontologia
Remetente	fabricio.collares@ufrgs.br
Para	marcus.so@ufrgs.br
Data	2017-01-02 15:02

Prezado Pesquisador MARCUS VINICIUS REIS SO,

Informamos que o projeto de pesquisa PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UMA NOVA FORMULAÇÃO DE CIMENTO BIOCERÂMICO encaminhado para análise em 08/12/2016 foi aprovado quanto ao mérito pela Comissão de Pesquisa de Odontologia com o seguinte parecer:

O objetivo geral do presente estudo é avaliar as propriedades físico-químicas de uma nova formulação de cimento biocerâmico (Biosealer MK Life), na busca de um cimento que apresente as características desejáveis para um cimento obturador, sendo comparado com o padrão ouro AH Plus. De acordo com o fabricante este novo cimento é uma mistura pronta para ser injetada, insolúvel, radiopaco, que contém em sua formulação silicato de cálcio, o que exige a presença de umidade para a tomada de presa. Os testes a serem realizados são: escoamento, radiopacidade, sorção e solubilidade, liberação de íons cálcio, PH e tempo de presa, os ensaios seguirão padrões da ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION) e ADA (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE/AMERICAN DENTAL ASSOCIATION). Os dados serão analisados através de estatísticas descritivas calculados com base na média e desvio padrão do pH, liberação de íons cálcio, escoamento, radiopacidade, tempo de presa, sorção e solubilidade. Serão analisados através do teste T de Student relacionando valores iniciais, mínimo e máximo. Todas as análises serão realizadas com um nível de significância de 5%. O projeto apresenta mérito científico. Portanto, somos pela aprovação.

Devido as suas características este projeto foi encaminhado nesta data para avaliação por .

Atenciosamente, Comissão de Pesquisa de Odontologia

