

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA

CLAUDIA DANIELA SCHUSTER

CIMENTO ENDODÔNTICO À BASE DE RESINA EPÓXI SEALER PLUS:
AVALIAÇÃO DO pH E ESCOAMENTO

Porto Alegre

2017

CLAUDIA DANIELA SCHUSTER

CIMENTO ENDODÔNTICO À BASE DE RESINA EPÓXI SEALER PLUS:
AVALIAÇÃO DO pH E ESCOAMENTO

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como Requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Soares Grecca.

Porto Alegre

2017

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar fé, força e saúde para seguir meu caminho.

Aos meus pais, Celso e Ilani, pelo exemplo de bom caráter e perseverança sempre presentes, por me darem a vida e educação. Obrigada por me apoiarem sempre e por não medirem esforços para me ajudar em toda minha trajetória.

À minha irmã Bruna, por ser minha melhor amiga, companheira de todas as horas. Obrigada pelos conselhos, pelo incentivo e por me fazer seguir em frente nas dificuldades.

Ao meu namorado, Anderson, obrigada pelos conselhos, pelo incentivo e por compreender meus nervosismos e ansiedades. Obrigada por estar sempre presente e por me fazer mais feliz.

À minha professora orientadora, Fabiana Soares Grecca, por me acolher e aceitar o desafio junto comigo. Obrigada por seus ensinamentos, paciência, confiança ao longo da realização deste trabalho e principalmente, por acreditar que tudo daria certo.

Ao meu colega e amigo Lucas, parceiro de pesquisa, de aprendizados e desafios. Obrigada pela parceria e ajuda durante a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, pessoas especiais que conheci e estive junto comigo nesta trajetória. Compartilhando conhecimentos, risadas, medos e idas à rodoviária. Pessoas especiais que irão ficar sempre no coração.

Agradeço a todos os professores do curso de especialização de Endodontia, pessoas especiais e atenciosas, que sempre estiveram disponíveis para repassar todo o conhecimento adquirido e por fazer meu amor pela Endodontia crescer ainda mais.

Obrigada aos professores da minha banca avaliadora, que reservaram um tempo para ler meu trabalho.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram para que eu pudesse subir mais este degrau na minha profissão. A partir de agora se inicia uma nova jornada.

RESUMO

Os cimentos endodônticos, juntamente com a guta-percha, são utilizados na obturação do sistema de canais radiculares com a finalidade de atingir um selamento mais completo possível, incluindo a região do forame apical e as irregularidades presentes no canal. A capacidade de selamento está diretamente relacionada com as propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos. O objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades de pH e escoamento do cimento Sealer Plus, recentemente lançado no mercado, e comparar com os cimentos AH Plus e MTA Fillapex. Os pH dos cimentos foram avaliados através da utilização de um pHmetro nos tempos 1, 3 e 24 horas, assim como 7, 14, 21 e 28 dias. O teste de escoamento foi realizado de acordo com as especificações da ISO 6876/2012, onde um total de $0,05 \pm 0,005$ mL de cada cimento foi dispensado sobre uma placa de vidro, e, em seguida, outra placa foi colocada sobre ela, além de um peso de 100 g. Dez minutos após a espatulação, a carga foi removida e os diâmetros maior e menor do cimento comprimido foram medidos utilizando um paquímetro digital. Para a análise estatística do teste de pH entre os cimentos no mesmo período experimental, foi utilizado o teste de ANOVA, seguido do post hoc de Tukey. O mesmo cimento, nos diferentes períodos experimentais, foi avaliado através do teste de Friedman, seguido de post hoc de Dunn. Para o teste de escoamento foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os cimentos estudados quanto ao escoamento e todos apresentaram pH neutro nas primeiras 24 horas. Após este período, o pH tornou-se alcalino, mantendo-se nessa faixa de pH até o final do experimento (28 dias) para os cimentos Sealer Plus e MTA Fillapex, e neutro para AH Plus. Baseado nos resultados deste estudo, o cimento Sealer Plus apresenta propriedades físico-químicas de escoamento e pH adequadas. No entanto, estudos adicionais para avaliar as propriedades biológicas devem ser conduzidos para confirmar seu uso na terapia endodôntica.

Palavras-chave: Endodontia. Cimento. pH. Escoamento. Propriedades Físico-químicas.

ABSTRACT

Endodontic sealers with gutta-percha, are used to obturate root canal systems in order to achieve the most complete sealing possible, including the apical foramen region and the irregularities present in the canal. The sealing ability is directly related to various physical-chemical properties of the endodontic sealers. The objective of this study was to evaluate the pH and flow properties of Sealer Plus, sealer recently launched in the market, and compare it to AH Plus and MTA Fillapex sealers. A pHmeter was used to determine the cements pH at 1, 3, and 24 hours, as well as after 7, 14, 21, and 28 days. The flow test was carried out according to the specifications of ISO 6876/2012, where a total of 0.05 ± 0.005 mL of each sealer was dispensed on a glass plate, and another plate was placed on, in addition to a weight of 100 g. Ten minutes after the manipulation, the load was removed, and the larger and smaller diameters of the compressed sealer were measured using a digital caliper. For the statistical analysis of the pH test between the sealers in the same experimental times, one-way ANOVA test was used, followed by Tukey's post hoc test. The same sealer, in the different experimental periods, was evaluated through Friedman test, followed by Dunn's post hoc. For the flow test, Kruskal-Wallis test was used. There was no statistical difference ($p > 0.05$) between the sealers studied when evaluating flow. All evaluated sealers presented a neutral pH in the first 24 hours. After this period, the pH became alkaline, remaining at this pH range until the end of the experiment (28 days) for Sealer Plus and MTA Fillapex and neutral for AH Plus. Based on the results of this study, the Sealer Plus cement presents adequate physicochemical properties of flow and pH. However, further studies to evaluate the biological properties should be conducted to confirm their use in endodontic therapy.

Keywords: Endodontics. Sealer. pH. Flow. Physico-chemical Properties.

SUMÁRIO

1	ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA	6
2	OBJETIVO	10
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	11
3.2	ANÁLISE DO pH	11
3.3	ANÁLISE DO ESCOAMENTO	11
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	12
4	RESULTADOS	13
5	DISCUSSÃO	15
6	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS	20
	ANEXO 1	24

1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

O tratamento endodôntico tem como objetivo neutralizar, eliminar e impedir o acesso de microrganismos e seus produtos ao sistema de canais radiculares, desde que houve a comprovação das bactérias serem os agentes iniciadores e perpetuadores das doenças pulpares e periapicais (KAKEHASHI; STANLEY; FITZGERALD, 1965).

A obturação, realizada após uma adequada limpeza e modelagem dos canais radiculares, tem o objetivo de evitar a colonização destes patógenos, que podem causar uma reinfecção do canal radicular e dos tecidos periapicais. Os cimentos endodônticos, juntamente com a guta-percha, são utilizados na obturação do sistema de canais radiculares com a finalidade de atingir um selamento mais completo possível, incluindo a região do forame apical e as irregularidades presentes no canal (ORSTAVIK, 2005; VERSIANI et al., 2006; RESENDE et al., 2009).

A capacidade de selamento está diretamente relacionada com várias propriedades físicas e químicas dos cimentos endodônticos, portanto, a seleção adequada do material obturador pode influenciar no sucesso do tratamento e facilitar a realização da técnica de trabalho (HOLLAND; SOUZA, 1985; RAY; TROPE, 1995; SANTOS et al., 2010).

Os cimentos comercialmente disponíveis são classificados de acordo com os seus componentes químicos: cimentos a base de óxido de zinco e eugenol; cimento contendo hidróxido de cálcio; cimentos à base de resina; cimentos contendo ionômero de vidro; cimentos à base de silicone e cimentos biocerâmicos (LOPES; SIQUEIRA JR, 2015). Apesar desta variedade de cimentos obturadores, nenhum material cumpre todos os requisitos físico-químicos da ANSI/ADA (CARVALHO-JUNIOR et al., 2003; VERSIANI et al., 2006).

Um cimento obturador ideal deve apresentar boas propriedades biológicas e físico-químicas. Primeiramente, ele não deve irritar os tecidos perirradiculares, apresentar biocompatibilidade e ter atividade antimicrobiana. Seria desejável que estimulasse a reparação e deposição de tecido mineralizado na região do forame apical. Com relação às propriedades físico-químicas, o cimento endodôntico deve ser de fácil inserção e remoção do canal radicular, possuir adesividade com a estrutura dentária e estabilidade dimensional para evitar a circulação de fluídos entre

o canal radicular e o periápice. Além disso, deve ter bom escoamento, ser radiopaco, não manchar a estrutura dentária e ser insolúvel aos fluidos teciduais (GROSSMAN, 1976; LOPES; SIQUEIRA JR, 2015).

Deve possuir escoamento suficiente para atingir todas as superfícies do canal radicular, incluindo áreas de istmos e ramificações, assim como preencher vazios entre a guta percha e as paredes do canal e aderir firmemente tanto à dentina quanto a guta percha, favorecendo a obtenção de uma obturação tridimensional (CAICEDO; VON FRAUHOFFER, 1988; LOPES; SIQUEIRA JR, 2015). Porém, este escoamento não deve ser tão alto que permita a extrusão de material pela região apical, criando uma injúria aos tecidos periapicais, devido à citotoxicidade dos cimentos (DUARTE et al., 2010).

O pH dos cimentos pode afetar o processo de cicatrização, pois ele está diretamente relacionado com os efeitos microbianos e a deposição de tecido mineralizado (MCHUGH et al., 2004; STUART et al., 2006; OKABE et al., 2006; DESAI; CHANDLER, 2009). Cimentos endodônticos com pH alcalino são capazes de contribuir para a deposição de tecido duro através da ativação da fosfatase alcalina, uma enzima estritamente envolvida no processo de mineralização (STOCK, 1985). Ainda, são capazes de neutralizar o ácido láctico a partir dos osteoclastos e prevenir a dissolução dos componentes mineralizados dos dentes (STOCK, 1985). Por outro lado, um pH elevado pode causar danos aos tecidos periapicais, perda da viabilidade celular e danos à integridade da membrana, com respostas celulares semelhantes às observadas em queimaduras químicas (LEE et al., 2017).

O pH alcalino pode ter um efeito destrutivo sobre as membranas celulares das bactérias e sua estrutura protéica, parecendo favorável, já que muitas bactérias podem permanecer nas ramificações do sistema de canais radiculares após o preparo químico mecânico e medicação intracanal (GOMES et al., 2004). Faria-Júnior et al. (2013) observaram que os cimentos Sealer 26, Sealapex, MTA Fillapex e MTA-S (experimental) foram capazes de reduzir significativamente o número dos microrganismos com o aumento significativo do pH, mas nenhum foi capaz de eliminar completamente as bactérias. O AH Plus não foi capaz de reduzir o número de bactérias nos períodos testados, este fato pode estar atribuído à baixa solubilidade e ao pH neutro deste material. Somente o Sealapex e o MTA Fillapex foram capazes de causar uma redução significativa na formação de colônias de bactérias entre 5h e 15h (FARIA-JÚNIOR et al., 2013).

Os cimentos à base de resina epóxi surgiram no mercado em 1957 por apresentarem características diferenciadas, como adesão à estrutura dentária, longo tempo de trabalho, facilidade de manipulação e bom escoamento (LEAL, 1988). O cimento AH-26 (Dentsply, Maillefer, Suíça) surgiu como uma alternativa, apresentando uma combinação macromolecular sintética do grupo das resinas epóxicas. Posteriormente surgiu o Sealer 26 (Dentsply, Maillefer, Suíça), cimento a base de resina epóxica, com composição similar ao AH 26, com a diferença básica de possuir o hidróxido de cálcio em sua composição (LOPES; SIQUEIRA JR, 2015).

Diversas modificações e alternativas foram surgindo, dando origem a uma variada gama de cimentos endodônticos a base de resina epóxi, entre eles o AH Plus (Dentsply, Maillefer, Suíça) (TRONSTAD et al., 1991).

O AH Plus é um material selador de canais radiculares composto de duas pastas, baseado em resinas epoxiaminas, e, segundo o fabricante, possui propriedade de selamento de longa duração, excelente estabilidade dimensional, propriedades auto-adesivas e radiopacidade elevada. Devido a sua capacidade de selamento e às suas propriedades físicas e biológicas, o AH Plus tem sido considerado “padrão ouro” entre os cimentos disponíveis (ZHOU et al., 2013).

O MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil) é um cimento obturador resinoso que apresenta na sua composição MTA, resina salicilato, resina diluente, resina natural, óxido de bismuto e sílica nanoparticulada. Segundo o fabricante, possui alta radiopacidade, baixa expansão de presa, fácil manuseio, baixa solubilidade em contato com os fluídos tissulares, excelente viscosidade para obturação de canais radiculares e não mancha a estrutura dental.

Com relação ao escoamento, Shakya e colaboradores (2016), avaliaram os cimentos AH Plus, MTA Fillapex, CRCS e Gutta Flow 2 e todos apresentaram valores aceitáveis de acordo com as normas da ISO 6786/2001. Amoroso-Silva e colaboradores (2014) relataram que o cimento endodôntico MTA Fillapex apresentou valores mais elevados de escoamento em comparação ao AH Plus.

Zhou e colaboradores (2013) avaliaram o escoamento e pH dos cimentos MTA Fillapex, Endosequence, AH Plus, ThermaSeal e GuttaFlow. Todos os cimentos apresentaram bom escoamento, superior ao mínimo exigido pela norma internacional. O cimento MTA Fillapex teve maior escoamento do que o cimento Endosequence e o cimento GuttaFlow apresentou escoamento significativamente menor que os outros. Não houve diferença entre os cimentos AH Plus e

ThermaSeal. As amostras frescas dos cimentos apresentaram pH alcalino, porém somente os cimentos MTA Fillapex e Endosequence mantiveram o pH alcalino após a presa. O EndoSequence apresentou o maior pH em todos os experimentos.

Silva e colaboradores (2013) avaliaram a citotoxicidade, radiopacidade, pH e escoamento dos cimentos endodônticos MTA Fillapex e AH Plus. Em todos os períodos testados, MTA Fillapex foi mais citotóxico ($P < 0,05$) do que AH Plus. Com relação à radiopacidade, ambos os cimentos apresentaram valores que obedecem aos requisitos da ISO 6876/2001 (mínimo equivalente a 3 mm de Alumínio). Na análise do pH, o MTA Fillapex apresentou pH alcalino em todos os períodos testados, com o valor máximo de pH no período de 3h. Já o cimento AH Plus, mostrou um pH ligeiramente neutro. No teste de escoamento, o MTA Fillapex mostrou-se mais elevado que o AH Plus.

Kuga e colaboradores (2014), avaliaram o pH e a liberação de cálcio em amostras de AH Plus, MTA Fillapex e MTA Fillapex com a adição de 5% e 10% de hidróxido de cálcio, e observou que o AH Plus apresentou o menor valor de pH e liberação de cálcio quando comparado ao MTA Fillapex. A liberação de cálcio do AH Plus está relacionada com a presença de tungstato de cálcio em sua composição.

Recentemente, surgiu o Sealer Plus (MK Life, Brasil), um cimento endodôntico a base de resina epóxi. Segundo o fabricante, o cimento possui uma ótima viscosidade, que penetra e sela os canais laterais e baixa contração de polimerização, evitando o espaço entre o cimento e a parede do canal. É composto a partir da mistura de duas pastas, a pasta base contém: Bisfenol A-co-epiclorohidrina, Bisfenol F resina epóxi, óxido de zircônia, silicone e siloxanos, óxido de ferro e hidróxido de cálcio. A pasta catalisadora contém: hexametilenotetramina, óxido de zircônio, silicone e siloxanos, hidróxido de cálcio e tungstato de cálcio.

Ainda não existem estudos na literatura que avaliem as propriedades físico-químicas do cimento à base de resina epóxi Sealer Plus. Diante disso, o objetivo do estudo será avaliar as características de pH e escoamento desse cimento.

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar duas propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos à base de resina epóxi Sealer Plus e AH Plus, e do cimento à base de resina salicilato MTA Fillapex, utilizados para a obturação de canais radiculares.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o pH dos cimentos Sealer Plus, AH Plus e MTA Fillapex, nos períodos de 1, 3 e 24 horas e 7, 14, 21 e 28 dias.
- Avaliar o escoamento dos cimentos Sealer Plus, AH Plus e MTA Fillapex.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia (COMPESQ) da UFRGS sob n. 32.780 (Anexo 1).

Todo o material químico utilizado no estudo foi descartado em galões específicos presentes no Laboratório de Bioquímica e Microbiologia (LABIM) da FO-UFRGS. Após, foram recolhidos pela Faculdade de Química da UFRGS.

O instrumental utilizado para os procedimentos foi primeiramente imerso, por vinte minutos, em desinfetante hospitalar, lavado, seco e esterilizado em autoclave do LABIM.

3.2 ANÁLISE DO pH

Para determinar o pH dos cimentos endodônticos Sealer Plus, AH Plus e MTA Fillapex, as pastas base e catalisadora de cada cimento foram pesadas em balança analítica. Depois de espatulados conforme as instruções do fabricante, os cimentos foram colocados com o auxílio de espátula e calcador de Paiva em tubos de polietileno medindo 10,0 mm de comprimento e 1,6 mm de diâmetro (n=10). Cada uma das amostras foi colocada em tubos Falcon contendo 10 ml de água deionizada. O pH das amostras foi mensurado nos períodos experimentais de 1, 3 e 24 horas, 7, 14, 21 e 28 dias, utilizando um pHmetro (DM-23, Digimed, São Paulo, Brasil) previamente calibrado. Para isso, os tubos Falcon contendo as amostras foram mantidos em estufa a 37°C e com a mesma água deionizada durante todo o período experimental.

O pH da água deionizada foi verificado antes da inserção da amostra (valor de 5,72).

Uma tabela foi elaborada para cada cimento testado em cada período experimental.

3.3 ANÁLISE DO ESCOAMENTO

O teste de escoamento foi realizado de acordo com as especificações da ISO 6876/2012. Foram realizadas três amostras para cada tipo de cimento obturador. Duas placas de vidro com dimensões de 40 mm (altura) x 40 mm (largura) x 5 mm (espessura) foram utilizadas. As pastas base e catalisadora de cada cimento foram pesadas em balança analítica e o cimento espatulado conforme as instruções do fabricante. Com o auxílio de uma seringa graduada, foi colocado $0,05 \pm 0,005$ ml de cada cimento sobre uma das placas de vidro. Após 180 segundos do início da mistura do cimento, a outra placa de vidro, e um peso de 100g, foram colocados sobre o material. Dez minutos após o início da mistura do cimento, o peso foi removido, e o maior e o menor diâmetros do disco formado pelo cimento endodôntico foram mensurados com um paquímetro digital (Mitutoyo, Kawasaki, Japan). Caso a diferença entre os dois resultados fosse maior que 1 mm, o teste era repetido.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística do teste de pH entre os cimentos no mesmo período experimental foi utilizado o teste de ANOVA de um fator seguido do post hoc de Tukey. O mesmo cimento, nos diferentes períodos experimentais, foi avaliado através do teste de Friedman, seguido do post hoc de Dunn.

Para o teste de escoamento foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis.

A análise dos dados foi realizada pelo programa GraphPad Prism 5 e o nível de significância estabelecido foi de 5%.

4 RESULTADOS

Os resultados para o teste de pH estão expressos nos gráficos 1 e 2. Os valores de pH ficaram entre 6,0 e 8,3.

No período experimental de 1 hora, não houve diferença estatística entre os cimentos Sealer Plus e MTA Fillapex. O cimento AH Plus apresentou o maior valor de pH. Após 3 horas, o Sealer Plus foi diferente dos outros cimentos, apresentando o menor valor de pH. Após 24 horas e 7 dias, o MTA Fillapex apresentou o maior pH, não houve diferença estatística entre os cimentos Sealer Plus e AH Plus. Aos 14 dias, os três cimentos foram diferentes estatisticamente, sendo o MTA Fillapex o mais alcalino e o AH Plus o menos. Após 21 dias, o MTA Fillapex apresentou o maior pH e não houve diferença estatística entre os cimentos Sealer Plus e AH Plus. Aos 28 dias, os três cimentos foram diferentes estatisticamente, sendo o MTA Fillapex o mais alcalino e o AH Plus o menos (Gráfico 1).

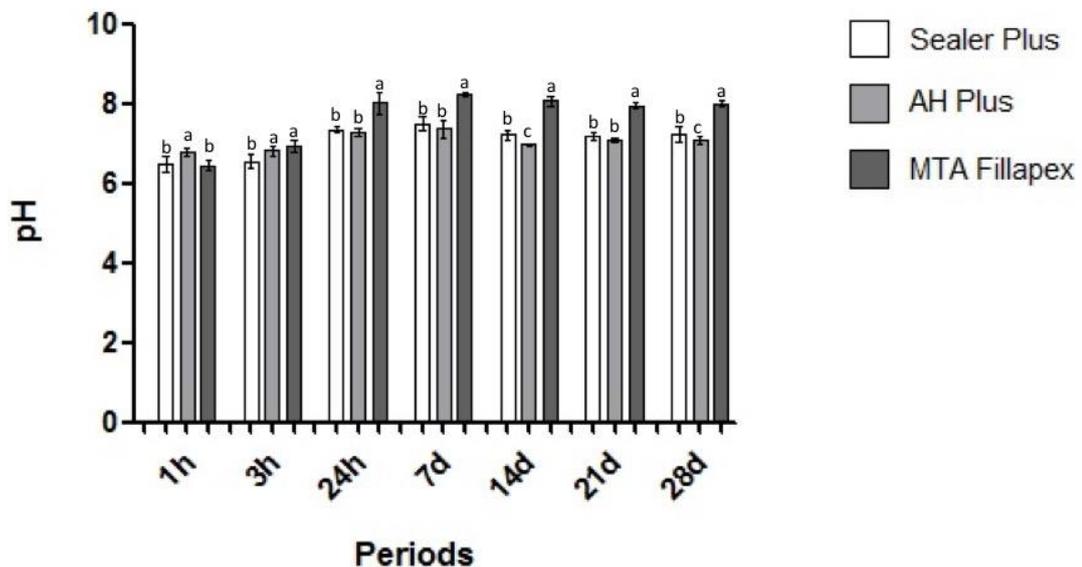


Gráfico 1 - Resultados de pH para os diferentes cimentos nos períodos experimentais de 1, 3 e 24 horas, 7, 14, 21 e 28 dias. Letra diferente significa diferença estatística entre os cimentos no mesmo período experimental.

O cimento Sealer Plus apresentou pH menor no período de 1 hora quando comparado aos períodos de 24 horas e 7 dias. No período de 3 horas, o pH foi menor quando comparado aos períodos de 24 horas e 7 dias. O cimento AH Plus apresentou pH menor no período de 1 hora quando comparado aos períodos de 24

horas, 7 e 21 dias. No período de 3 horas o pH foi menor quando comparado aos períodos de 24 horas e 7 dias. O pH no período de 24 horas e 7 dias foi maior que o período de 14 dias. O MTA Fillapex apresentou pH menor em 1 hora e 3 horas quando comparado a 24 horas, 7 e 14 dias. Aos 7 dias o pH foi maior que aos 21 dias (Gráfico 2).

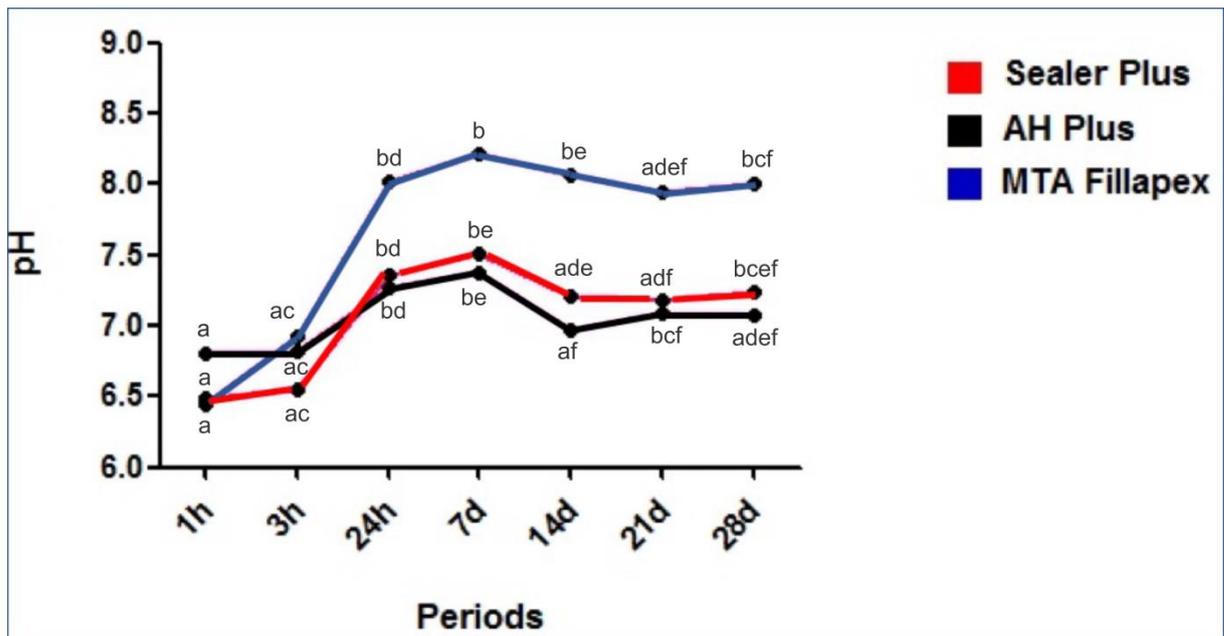


Gráfico 2 – Resultados de pH de cada cimento ao longo dos períodos experimentais. Letra diferente significa diferença estatística do cimento em função dos períodos experimentais.

Os resultados para o teste de escoamento estão expressos no gráfico 3. Não houve diferença entre os cimentos estudados ($p=0.4$).

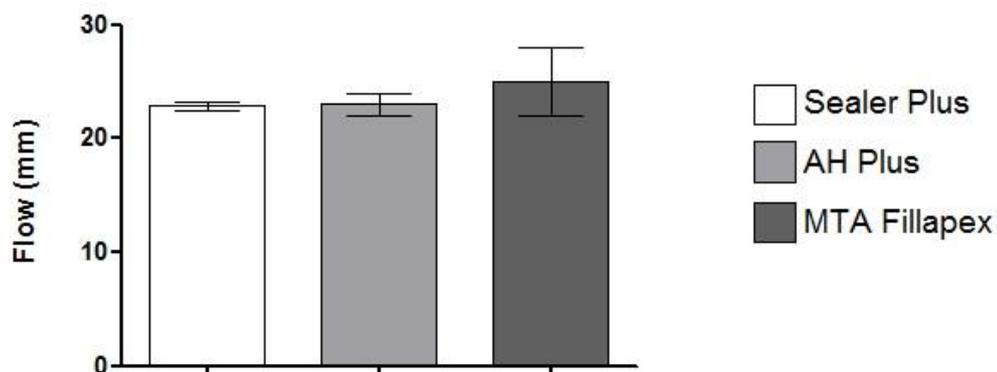


Gráfico 3 - Média e desvio-padrão do teste de escoamento.

5 DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento e a comercialização de novos cimentos endodônticos, tornou-se importante para o cirurgião-dentista compreender as propriedades físico-químicas dos mesmos. Essas propriedades são determinadas pelo tipo e pela proporção dos principais componentes dos cimentos endodônticos. Estudos laboratoriais podem contribuir para uma melhor compreensão do comportamento clínico do cimento endodôntico, podendo indicar seu uso de acordo com a condição clínica, com adequadas propriedades físico-químicas, mecânicas e biológicas (MASSI et al., 2011; MASSI et al., 2008; SANTOS et al., 2005).

No entanto, esses testes devem atender aos padrões internacionais. A ISO é a maior desenvolvedora de padrões internacionais do mundo. De acordo com a especificação da ISO 6876/2012, nos testes de escoamento, cada disco deve ter um diâmetro mínimo de 17 mm, considerando as mesmas condições experimentais. Por outro lado, alguns autores seguem as especificações da ISO 6876/2001, onde o escoamento mínimo requerido é de 20 mm.

A ISO e a American Dental Association (ADA) não exigem uma medida de viscosidade para os cimentos endodônticos. O diâmetro de uma película de cimento entre duas placas de vidro é medido para avaliar o escoamento, uma maneira mais fácil de medir a viscosidade. A viscosidade é um parâmetro quantitativo para avaliação de propriedades reológicas dos cimentos endodônticos e pode ajudar a alcançar um padrão de escoamento ideal (LACEY et al., 2005).

Estes fatores são importantes para que o cimento penetre nas irregularidades do canal radicular, nos túbulos dentinários e para que aumente o travamento mecânico entre o cimento, a guta percha e a dentina (HARAGUSHIKU et al., 2010).

O Sealer Plus é um cimento endodôntico a base de resina epóxi que foi recentemente lançado no mercado, e, segundo o fabricante, as propriedades do cimento estão de acordo com a ISO 6876/2012, apresentando escoamento maior ou igual a 17 mm. Neste estudo o escoamento para o Sealer Plus foi de 22,87 mm sendo semelhante ao AH Plus e MTA Fillapex, com valores de 22,99 e 24,96 mm respectivamente, portanto, os cimentos apresentaram taxas maiores de escoamento do que as mínimas exigidas pela norma internacional.

Alguns fatores estão associados ao escoamento dos cimentos endodônticos, como a composição, o tamanho da partícula, a taxa de cisalhamento, a temperatura e o tempo de mistura dos cimentos. O tamanho da partícula de um cimento obturador influencia na capacidade de escoamento do mesmo. Quanto menor a partícula, maior a capacidade de escoamento deste cimento. Se o escoamento for baixo, irregularidades e canais acessórios não serão devidamente preenchidos pelo cimento obturador. Se as taxas de escoamento forem elevadas, podem levar a extrusão do cimento obturador pelo forame apical. Por este motivo, estes materiais devem ter boa biocompatibilidade, principalmente na fase inicial da presa. A taxa de escoamento ideal é a moderada, evitando as situações anteriores, que são indesejáveis para o sucesso do tratamento endodôntico (WU; FAN; WESSELINK, 2000; BERNARDES et al., 2010; ZHOU et al., 2013).

De acordo com Silva e colaboradores (2013) e Amoroso-Silva e colaboradores (2014), o AH Plus e o MTA Fillapex apresentaram escoamento de acordo com as especificações da ISO 6876/2001. O cimento obturador MTA Fillapex mostrou um escoamento de $31,09 \pm 0,67$ mm (Silva e colaboradores) e $41,33 \pm 0,76$ mm (Amoroso-Silva e colaboradores), e o AH Plus apresentou um escoamento menor ($25,80 \pm 0,83$ mm e $34,4 \pm 4,3$ mm, respectivamente) do que o MTA Fillapex.

Porém, segundo Shakya e colaboradores (2016), o AH Plus mostrou escoamento com diâmetro médio do disco de 40,44 mm, seguido pelo MTA Fillapex, com 35,30 mm, sem diferença estatística entre eles. Assim como Vitti e colaboradores (2013) apresentaram resultados maiores de escoamento para o AH Plus ($37,9 \pm 0,55$ mm) em comparação ao MTA Fillapex ($29,04 \pm 0,39$ mm), com diferença estatística significativa.

Esta diferença nos resultados de escoamento para o cimento AH Plus pode ser explicada pelas variações das suas propriedades físico-químicas de acordo com a porção da pasta base e catalisadora em que o cimento foi coletado (BALDI et al., 2012). Quando as pastas são misturadas entre si, os grupos amina reagem com os monômeros epóxicos, rompendo a ligação do grupo epóxi e, como consequência, formam-se moléculas de cadeia larga, chamadas de polímeros. As propriedades físicas e mecânicas do material resultante são influenciadas pelo nível de conversão de monômero-polímero alcançado durante o processo de polimerização (FERRACANE; GREENER, 1984; STANSBURY; DICKENS, 2001; SOSTENA et al., 2009). As mudanças na relação base/catalisador durante a preparação de cimentos

endodônticos causam alterações nas propriedades físico-químicas e biológicas (ORSTAVIK, 1983; CAMPS et al., 2004). Em nosso estudo, para minimizar este problema, as pastas foram pesadas e proporções iguais foram espatuladas.

Por outro lado, as pastas do AH Plus não são uniformes e sua consistência nos tubos é alterada, Baldi e colaboradores (2012) verificaram que no início do tubo a pasta é mais fluída, e mais grossa no final. Deste modo, supõe-se que a miscibilidade completa é insuficiente entre os componentes orgânicos e inorgânicos, contribuindo para a segregação entre as fases orgânica e inorgânica. Esta suposição foi suportada pelos valores de escoamento e radiopacidade avaliados pelos autores, que foram estatisticamente diferentes dependendo da parcela dos tubos estudados. Para minimizar este problema, em nosso estudo, os tubos foram manipulados antes do uso.

Segundo Sagsen e colaboradores (2011), o MTA Fillapex, apesar da capacidade aumentada de escoamento, não parece mostrar maior resistência de ligação à dentina radicular. Porém, estudos recentes mostraram que o MTA Fillapex apresenta valores aceitáveis no teste de push-out, mostrando-se semelhantes às respostas observadas no AH Plus, que é considerado o padrão-ouro para testes de resistência em endodontia (ASSMANN et al., 2012; NAGAS et al, 2012).

Todos os cimentos avaliados neste estudo tiveram um pH neutro nas primeiras 24 horas. Após este período o pH foi ligeiramente alcalino para o Sealer Plus e AH Plus até o final do experimento. A partir das 24 horas e até o final do experimento, o MTA Fillapex apresentou valores de alcalinidade.

A presença do hidróxido de cálcio na composição do cimento obturador fornece um pH alcalino e faz a liberação de íons cálcio, criando efeitos bioquímicos que resultam na aceleração do processo de reparo (SEUX et al., 1991). Neste estudo, o cimento MTA Fillapex apresentou o maior pH a partir do período de 24 horas até o final do experimento, variando entre 6,92 após 3 horas e 8,62 aos 14 dias. Este resultado indica que o MTA Fillapex possui uma forte capacidade de liberação de íons hidroxílicos. Este cimento apresenta em sua composição o trióxido mineral agregado, que, em contato com água, forma hidróxido de cálcio e dissocia-se em íons cálcio e hidroxila. A difusão dos íons hidroxila aumentam o pH, promovendo uma alcalinização dos tecidos adjacentes, favorecendo o reparo (TRONSTAD et al., 1981).

Quando comparado o cimento Sealer Plus e AH Plus, no período inicial de 3 horas, o cimento Sealer Plus apresentou pH menor que o AH Plus, após, seu pH sempre foi maior, sendo diferente estatisticamente nos períodos de 14 e 28 dias. Este cimento apresenta em sua composição o hidróxido de cálcio, já o AH Plus apresenta o tungstato de cálcio.

Borges e colaboradores (2014) avaliaram o pH dos cimentos AH Plus e MTA Fillapex, e ambos obtiveram pH alcalino quando imersos em água destilada, com média de valores de $9,08 \pm 0,66$ para o AH Plus, e $9,97 \pm 0,90$ para o MTA Fillapex. Não houve diferença estatística entre os cimentos testados. Segundo Lee e colaboradores (2017), o valor do pH de três cimentos biocerâmicos manteve-se significativamente maior do que três cimentos a base de resina-epóxi durante as primeiras 24 horas, com o pH mais alcalino encontrado no cimento BC Sealer durante todo o período de avaliação.

Um ambiente com pH alcalino é capaz de promover a eliminação de bactérias como o *Enterococcus faecalis*, que podem sobreviver ao preparo químico-mecânico dos canais radiculares, e ser capaz de induzir ou manter uma infecção periapical (MCHUGH et al., 2004; STUART et al., 2006).

Segundo Estrela e colaboradores (1995), em um ambiente com pH maior que 9, as enzimas bacterianas podem ser inativadas, resultando na perda de sua atividade biológica. Porém, segundo McHugh e colaboradores (2004) é necessário um pH maior que 11 para matar ou suprimir o crescimento de *E. Faecalis* no canal radicular.

6 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados deste estudo, o cimento Sealer Plus apresenta propriedades físico-químicas (escoamento e pH) adequadas. Estudos adicionais para avaliar as propriedades biológicas devem ser conduzidos para confirmar seu uso na terapia endodôntica.

REFERÊNCIAS

American National Standards/American Dental Association, Endodontic Sealing Material, ANSI/ADA Specification no. 57, American National Standards/American Dental Association, Chicago, Ill, USA, 2000.

AMOROSO-SILVA, P. A. et al. Microscopic Analysis of the Quality of Obturation and Physical Properties of MTA Fillapex. **Microscopy Research and Technique**, v. 77, n. 12, p. 1031-1036, 2014.

ASSMANN, E. et al. 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.

BALDI, J. V. et al. Variability of physicochemical properties of an epoxy resin sealer taken from different parts of the same tube. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 10, p. 915–920, 2012.

BERNARDES, R. A. et al. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 109, n. 1, p. 47-49, 2010.

BORGES, A. H. et al. Physicochemical Properties and Surfaces Morphologies Evaluation of MTA FillApex and AH Plus. **Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-6, 2014.

CAICEDO, R.; VON FRAUHOFFER, J. A. The properties of endodontic sealer cements. **J Endod**, v. 14, n. 11, p. 27–34, 1988.

CAMPS, J. et al. Influence of the powder/liquid ratio on the properties of zinc oxideeugenol-based root canal sealers. **Dental Materials**, v. 20, n. 10, p. 915–923, 2004.

CARVALHO-JUNIOR, J. R. et al. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. **Brazilian Dental Journal**, v. 14, n. 2, p. 114–118, 2003.

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

DUARTE, M. A. et al. Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH Plus. **J Endod**, v. 36, n. 6, p. 1048-1051, 2010.

ESTRELA, C. et al. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. **Brazilian Dental Journal**, v. 6, n. 2, p. 85–90, 1995.

FARIA-JUNIOR, N. B. et al. Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 8, p. 755–762, 2013.

- FERRACANE, J. L.; GREENER, E. H. Fourier transform infrared analysis of degree of polymerization in unfilled resins—methods comparison. **Journal of Dental Research**, v. 63, n. 8, p. 1093–1095, 1984.
- GOMES, B. P. et al. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. **Braz Dent J**, v. 15, n. 1, p. 30-35, 2004.
- GROSSMAN, L. I. Physical Properties of Root Canal Cements. **J Endod**, v. 2, n. 6, p. 166-175, 1976.
- HARAGUSHIKU, G. A. et al. Adhesion of endodontic sealers to human root dentin submitted to different surface treatments. **Photomed Laser Surg**, v. 28, n. 3, p. 405-410, 2010.
- HOLLAND, R.; SOUZA, V. de. Ability of a new calcium hydroxide root canal filling material induce hard tissue formation. **J Endod**, v. 11, n. 12, p. 535-543, 1985.
- KAKEHASHI, S.; STANLEY, H. R.; FITZGERALD, R. J. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 20, p. 340-349, 1965.
- KUGA, M. C. et al. Effects of calcium hydroxide addition on the physical and chemical properties of a calcium silicate-based sealer. **J Appl Oral Sci**, v. 22, n. 3, p. 180-184, 2014.
- LACEY, S. et al. A study of the rheological properties of endodontic sealers. **Int Endod J**, v. 38, n. 8, p. 499-504, 2005.
- LEAL, J. M. Obturação dos canais radiculares: considerações gerais. In: LEONARDO M. R., LEAL J. M., **Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares**. 3. ed. São Paulo: Panamericana, 1988. cap. 25, p. 535-607.
- LEE, J. K. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. **Bioinorganic Chemistry and Applications**, v. 2017, p. 1-8, 2017.
- LOPES JR, H., SIQUEIRA, J. F. **Endodontia: Biologia e Técnica**. 4. ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 848 p.
- MASSI, S. et al. Antimicrobial activity of endodontic sealers based on calcium hydroxide and MTA. **Acta Odontol Latinoam**, v. 21, n. 2, p. 147-151, 2008.
- MASSI, S., et al. 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.
- MCHUGH, C. P. et al. pH required to kill *Enterococcus faecalis* in vitro. **J Endod**, v. 30, n. 4, p. 218-219, 2004.
- NAGAS, E. et al. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. **J Endod**, v. 38, n. 2, p. 240–244, 2012.

- OKABE, T. et al. Effects of pH on mineralization ability of human dental pulp cells. **J Endod**, v. 32, n. 3, p. 198-201, 2006.
- ORSTAVIK, D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strength. **International Endodontic Journal**, v. 16, n. 3, p. 99–107, 1983.
- ORSTAVIK, D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. **Endodontic Topics**, v. 12, n. 1, p. 25–38, 2005.
- RAY, H. A.; TROPE, M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. **International Endodontic Journal**, v. 28, n. 1, p. 12-18, 1995.
- RESENDE, L. M. et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 9, p. 785–793, 2009.
- SAGSEN, B. et al. 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.
- SANTOS, A. D. et al. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. **Int Endod J**, v. 38, n. 7, p. 443-447, 2005.
- SANTOS, J. et al. Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 6, p. 455-460, 2010.
- SEUX, D. et al. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing cement. **Arch Oral Biol.**, v. 36, n. 2, p. 117-128, 1991.
- SHAKYA, V. K. et al. Antimicrobial Efficacy and Flow Characteristics of Four Root Canal Sealers an In-vitro Study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 10, n. 8, p. 104-108, 2016.
- SILVA, E. J. et al. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. **J Endod**, v. 39, n. 2, p. 274-277, 2013.
- SOSTENA, M. M. et al. Glass transition and degree of conversion of a light-cured orthodontic composite. **Journal of Applied Oral Science**, v. 17, n. 6, p. 570–573, 2009.
- STANSBURY, J. W.; DICKENS, S. H. Determination of double bond conversion in dental resins by near infrared spectroscopy. **Dental Materials**, v. 17, n. 1, p. 71–79, 2001.
- STOCK, C. J. Calcium hydroxide: root resorption and perio-endo lesions. **Br Dent J**, v. 158, p. 325-334, 1985.

STUART, C. H., et al. Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod*, v. 32, n. 2, p. 93-98, 2006.

TRONSTAD L. Endodontics-a textbook. New York: Thieme Medical Publisher; 1991. p.158-66

TRONSTAD, L. et al. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod*, v. 7, n. 1, p. 17-21, 1981.

VERSIANI, M. A. et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. **International Endodontic Journal**, v. 39, n.6, p. 464–471, 2006.

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

WU, M. K.; FAN, B.; WESSELINK, P. R. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. **J Endod**, v. 26, n. 4, p. 210-216, 2000.

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

ANEXO 1

Dados Gerais:

Projeto Nº:	32780	Título:	AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO CIMENTO OBTURADOR A BASE DE RESINA ÉPOXI SEALER PLUS	
Área de conhecimento:	Endodontia	Início:	01/06/2017	Previsão de conclusão: 31/05/2018
Situação:	Projeto em Andamento			
Origem:	Faculdade de Odontologia Programa de Pós-Graduação em Odontologia	Projeto da linha de pesquisa: BIOMATERIAIS E TÉCNICAS TERAPÊUTICAS EM ODONTOLOGIA		
Local de Realização:	não informado			
Não apresenta relação com Patrimônio Genético ou Conhecimento Tradicional Associado.				
Objetivo:	Os cimentos endodônticos são utilizados na obtenção do sistema de canais radiculares com a finalidade de atingir o selamento evitando a colonização de patógenos. A capacidade de selamento está diretamente relacionada com as propriedades físicas e químicas dos cimentos endodônticos. Por esse motivo, o objetivo deste estudo é avaliar as propriedades de solubilidade, tempo de presa, pH, liberação de íons cálcio, radiopacidade e escoamento do cimento Sealer Plus, recentemente lançado no mercado e comparar com o cimento AH Plus e MTA Fillapex. Para a análise da solubilidade serão avaliadas 11 unidades amostrais de cada um dos cimentos testados, mantidas em estufa a 37°C.			

Palavras Chave:

CIMENTOS ENDODÔNTICOS, PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA

Equipe UFRGS:

Nome: FABIANA SOARES GRECCA VILELLA
Coordenador - Início: 01/06/2017 Previsão de término: 31/05/2018
Nome: PATRICIA MARIA POLI KOPPER MORA
Pesquisador - Início: 01/06/2017 Previsão de término: 31/05/2018

Pessoas registradas mas não confirmadas como membros da equipe UFRGS:

Nome: ALEXANDER POMPERMAYER JARDINE
Outra: Aluno de Doutorado - Início: 01/06/2017 Previsão de término: 31/05/2018
Participação aguardando confirmação do pesquisador
Nome: Cláudia Daniela Schuster
Outra: Aluno de Especialização - Início: 01/06/2017 Previsão de término: 31/05/2018
Participação aguardando confirmação do pesquisador
Nome: Lucas Siqueira Pinheiro
Outra: Aluno de Doutorado - Início: 01/06/2017 Previsão de término: 31/05/2018
Participação aguardando confirmação do pesquisador
Nome: RENATA GRAZZIOTIN SOARES
Pesquisador - Início: 01/06/2017 Previsão de término: 31/05/2018
Participação aguardando confirmação do pesquisador

Avaliações:

Comissão de Pesquisa de Odontologia - Aprovado em 05/05/2017 [Clique aqui para visualizar o parecer](#)

Anexos:

Projeto Completo	Data de Envio: 06/04/2017
Concordância de Instituição	Data de Envio: 07/04/2017
Concordância de Instituição	Data de Envio: 07/04/2017