

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO ENDODONTIA**

Bruna Casagrande Cechella

**INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO DO BIODENTINE AO TAMPÃO
FOSFATO-SALINO SOBRE O SELAMENTO APICAL E A
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA (*PUSH-OUT*)**

Florianópolis
2014

Bruna Casagrande Cechella

**INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO DO BIODENTINE AO TAMPÃO
FOSFATO-SALINO SOBRE O SELAMENTO APICAL E A
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA (*PUSH-OUT*)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Odontologia. Área de concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cechella, Bruna Casagrande

Influência da exposição do Biodentine ao tampão fosfato-salino sobre o selamento apical e a resistência de união à dentina (push-out) / Bruna Casagrande Cechella ; orientador, Wilson Tadeu Felipe - Florianópolis, SC, 2014. 81 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

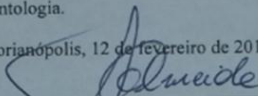
1. Odontologia. 3. Biodentine. 4. Glicose. 5. Push-out. I. Felipe, Wilson Tadeu. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

Bruna Casagrande Cechella

**INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO DO BIODENTINE AO TAMPÃO
FOSFATO-SALINO SOBRE O SELAMENTO APICAL E A
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA (PUSH-OUT)**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de "Mestre", e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

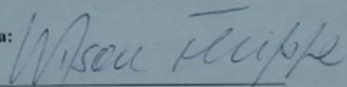
Florianópolis, 12 de fevereiro de 2014.



Prof. Dra. Izabel Cristina Santos Almeida

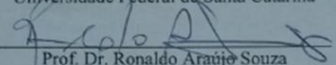
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Banca Examinadora:



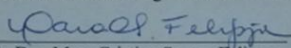
Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina




Prof. Dr. Ronaldo Araújo Souza

Escola Bahiana de Odontologia e Saúde Pública



Prof. Dra. Mara Cristina Santos Felipe

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi

Universidade Federal de Santa Catarina

*Dedico,
principalmente aos meus pais, Antonio e Célia e à
minha irmã Beatriz.*

AGRADECIMENTOS

*Agradeço a **Deus** por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.*

*Aos meus pais, **Antônio e Célia**, por me ensinar a viver com dignidade, acreditar e confiar em minha capacidade. Por todo o apoio, calma, conforto e amor para que eu superasse os momentos de fragilidade. Agradeço a vocês que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudesse realizar os meus. Obrigada por dividir comigo tempos de alegrias, tristezas, ganhos, perdas, choros e risadas.*

*À minha irmã **Beatriz** pela sua bondade, preocupação, carinho, amor e dedicação.*

*Ao meu namorado **João Paulo**, por toda sua paciência, compreensão e por compartilhar comigo esta conquista. Também pela colaboração e ajuda na análise estatística deste trabalho.*

*Ao sábio orientador e professor **Wilson Tadeu Felipe**, por toda compreensão, competência, paciência, ajuda e rigor científico que me fizeram crescer durante este convívio.*

*À grande amiga e também orientadora **Josiane de Almeida**, pelo carinho, disposição, auxílio e amizade. Obrigada pela exigência e ensinamentos na minha formação profissional, e por não medir esforços para me ajudar, sempre com uma solução simples para os meus problemas que pareciam ser gigantes.*

*Aos meus colegas de mestrado, **Daniela, Anarela, Larissa, Tamer e Débora** pelos ensinamentos clínicos e disposição. Por compartilharem comigo as dúvidas, as angústias e as conquistas.*

Ao professor **Roberto Ferreira Mello**, pelos ensinamentos e disponibilidade para a realização da pesquisa.

Ao professor **Eduardo Antunes Bortoluzzi**, pela amizade, dedicação, paciência e auxílio na concretização de mais uma etapa.

À professora **Mara Cristina Santos Felipe**, pela sua atenção, seu profissionalismo e suas contribuições realizadas neste trabalho.

À professora **Cleonice da Silveira Teixeira** pelo auxílio e apoio concedido. Obrigada por estar sempre atenta às minhas dúvidas.

À professora **Ana Maria Hecke Alves**, pelas palavras afetuosas e pelo reconhecimento do meu esforço.

À professora **Maria Helena Pozzobon**, pela sua doçura, afeto e carinho.

Às minhas colegas, **Maybell, Lu e Gabi**, pelo companheirismo, ajuda e convívio.

Ao professor **Ronaldo Araújo Souza**, por sua disponibilidade e contribuição neste trabalho com sua experiência e conhecimento.

Aos funcionários **Jackeline, Sérgio e Marly**, pela acolhida e ajuda.

Obrigada a todos aqueles que participaram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho.

*“Foi o tempo que dedicaste à tua rosa que a fez tão importante”
(Saint-Exupéry – O pequeno príncipe)*

RESUMO

Um novo material a base de silicato tricálcico (Ca_3SiO_5) – Biodentine foi lançado no mercado como alternativa ao MTA. Segundo o fabricante, é considerado um material reparador para diferentes situações clínicas. No entanto, não se tem conhecimento se, à semelhança do MTA, a capacidade de selamento e a resistência de união do Biodentine à dentina podem ser melhoradas após a interação com o tampão fosfato-salino (PBS). Assim, os objetivos deste estudo foram: i) avaliar e comparar, pelo método de infiltração de glicose, a capacidade de selamento proporcionada por *plugs* apicais de Biodentine e de MTA em um modelo *ex vivo* de apicificação, e ii) avaliar a influência da exposição e do tempo de contato ao tampão fosfato-salino (PBS) na resistência de união (RU) sob cisalhamento (*push-out*) do Biodentine à dentina. Para avaliação do selamento, o espaço do canal de 100 segmentos radiculares com 12 mm de comprimento foi alargado com brocas Gates-Glidden. Depois de realizada uma cavidade apical retrógrada e irrigação final com EDTA 17% seguido por NaOCl 1%, os segmentos radiculares foram aleatoriamente divididos em 4 grupos ($n = 25$) de acordo com o material utilizado na confecção do *plug* apical e o contato do *plug* com PBS: G1 - Biodentine; G2 - Biodentine + PBS intracanal; G3 - MTA e G4 - MTA + PBS intracanal. As aberturas cervicais foram seladas com Cimpat Rosa e os segmentos inseridos em uma esponja floral umedecida com PBS. Após 2 meses, os segmentos radiculares foram submetidos ao teste de infiltração de glicose sob pressão (103 KPa), durante 60 min. A concentração de glicose infiltrada foi determinada por um espectrofotômetro, e os dados analisados pelo teste qui-quadrado ($p < 0,05$). Para a avaliação da RU, 80 discos de dentina com 2 mm de espessura foram obtidos do seccionamento transversal de raízes de dentes humanos. O espaço do canal radicular foi alargado com brocas Gates-Glidden n^{os} 2 a 5 para obter cavidades padronizadas de 1,3 mm. As seções radiculares foram imersas em EDTA 17% seguido por NaOCl 1%, e secas. Após, o espaço do canal foi preenchido com Biodentine e os discos divididos em 2 grupos de acordo com o meio de armazenamento: G1 ($n = 40$): ambiente com algodão úmido; G2 ($n = 40$): PBS. Após 30 min, 1, 3 e 28 dias, 10 amostras de cada grupo foram submetidas ao teste *push-out*. Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Tukey ($p < 0,05$). Com relação ao teste de infiltração, traços de glicose foram observados em maior número de amostras que receberam o *plug* apical de Biodentine ($p < 0,05$). A exposição dos cimentos ao PBS intracanal

não exerceu influência sobre o selamento. Em relação ao teste *push-out*, o contato com PBS proporcionou menores valores de RU ($p < 0,05$), exceto no período de 1 dia ($p = 0,6017$). Nas amostras do G1, a RU aumentou até 3 dias ($p < 0,05$). Nas amostras do G2, a RU aumentou no período de 30 min para 1 dia ($p < 0,0001$), e permaneceu estável até 3 dias ($p = 0,9876$). Aos 28 dias, foi observada uma queda significativa no valor de RU em ambos os grupos ($p < 0,05$). Foi possível concluir que o Biodentine apresentou uma capacidade de selamento inferior à do MTA; e, de maneira geral, sua RU aumentou gradativamente até 3 dias e diminuiu aos 28 dias. A exposição dos dois cimentos ao PBS não exerceu influência na sua capacidade de selamento e reduziu a RU do Biodentine à dentina.

Palavras-chave: Apicificação. Biodentine. Cimentos Dentários. Infiltração Dentária. *Push-out*. Resistência de União. Tampão Fosfato-Salino.

ABSTRACT

A new material based on tricalcium silicate (Ca_3SiO_5) - Biodentine was launched in the market as an alternative to the MTA. According to the manufacturer, is considered a repair material for different clinical situations. However, it is not known if, like the MTA, the sealing ability and bond strength to dentin of Biodentine can be improved after interaction with phosphate-buffered saline (PBS). Then, the aim of this study were: i) to evaluate and compare, using a glucose leakage system, the sealing ability provided by apical plugs of MTA and Biodentine an ex vivo apexification model, and ii) to analyse the influence of exposure and time of contact of phosphate buffered saline (PBS) to Biodentine on the push-out bond strength (BS). To evaluate the sealing, the space of the canal of 100 root segments with about 12 mm long was shaped using Gates-Glidden. After created an apical retrograde cavity and final canal rinse with 17% EDTA followed by 1% NaOCl, the root segments were randomly divided into 4 groups ($n = 25$) according to the materials used to form the apical plug and the contact of the plug with PBS: G1 – Biodentine; G2 - Biodentine + PBS intracanal dressing; G3 - MTA e G4 - MTA + PBS intracanal dressing. All access openings were filled with Cimpat Rosa and all root segments were introduced in floral foams moistened with PBS. After 2 months, all root segments were prepared to evaluate the glucose leakage under pressure (103 KPa) for 60 min. The amount of glucose leakage was quantified by a spectrophotometer and the data were analyzed using chi-square test ($p < 0.05$). To evaluate the BS, 80 dentine sections with 2-mm-thick were obtained from section transversal of human teeth roots. The space of the canal was enlarged using Gates-Glidden burs numbers 2–5 to obtain 1.3-mm-diameter standardized cavities. The sections were immersed in 17% EDTA followed by NaOCl 1%, and were dried. After, the space of the canal were filled with Biodentine and the discs were divided into two groups according to the storage: G1 ($n = 40$): storage with moistened cotton; G2 ($n = 40$): PBS. After 30 min, 1, 3 and 28 days, 10 samples of each group were submitted to the push-out test. Data were analyzed using the ANOVA and Tukey test ($P < 0.05$). With respect to the leakage test, traces of the glucose were observed in a higher number of samples that received Biodentine apical plug ($p < 0.05$). The exposure of both sealers to PBS intracanal dressing did not influence the sealing ability. With respect to the push-out test, the samples exposed to PBS had lower BS ($P < 0.05$), except at 1 day ($p = 0.6017$). The G1, the BS increased each time until 3 days ($p < 0.05$). The G2 samples, the BS increased within

30 min to 1 day ($p < 0.0001$), and maintained stable until 3 days ($p = 0.9876$). At 28 days, were observed a significant decrease of the BS in both groups ($p < 0.05$). It was concluded that the Biodentine had lower sealing ability than MTA, and generally, the BS increased progressively until 3 days and decreased at 28 days. The exposure of both sealers to PBS did not influence the sealing ability and promoted lower values of BS to Biodentine to dentine.

Key words: Apexification. Biodentine. Bond Strength. Dental Cements. Dental Leakage. Push-out. Phosphate-buffered saline.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Fotografia de parte do dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose..... | 36 |
| Figura 2. Box plot dos valores de concentração de glicose de cada grupo, ilustrando a média, os traços de glicose mínimo e máximo e a mediana..... | 38 |
| Figura 3. Fotografia do dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose..... | 73 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Grupos e materiais..... | 34 |
| Tabela 2. Número e percentual de amostras com traços da solução de glicose e valor médio da concentração observado em cada grupo experimental..... | 38 |
| Tabela 3. Valores médios da RU (MPa) e desvio-padrão (DP) registrados em cada período..... | 50 |
| Tabela 4. Grupos e valores da concentração de glicose infiltrada (g/L) de cada amostra..... | 71 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IRM “Intermediate Restorative Material” = Material Restaurador
Intermediário
mm milímetro
KPa quilopascal
min minuto
h hora
mL mililitro
°C grau Celsius
mol L⁻¹ mol por litro
g/L grama por litro
Pa.s⁻¹ pascal por segundo
psi “pound force per square inch” = libra força por polegada quadrada
μL microlitro
nm nanometro
MPa megapascal
g grama
rpm rotação por minuto
mm/min milímetro por minuto
N newton
mm² milímetro quadrado
N/mm² newton por milímetro quadrado
arsen arco seno

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| PREFÁCIO | 25 |
| 1 INTRODUÇÃO | 27 |
| 2 ARTIGO 1 | 31 |
| 2.1 RESUMO..... | 32 |
| 2.2 ABSTRACT..... | 32 |
| 2.3 INTRODUÇÃO..... | 33 |
| 2.4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 34 |
| 2.4.1 Procedimento para confecção do plug apical | 34 |
| 2.4.2 Teste de infiltração de glicose sob pressão | 35 |
| 2.4.3 Análise estatística | 37 |
| 2.5 RESULTADOS..... | 37 |
| 2.6 DISCUSSÃO..... | 39 |
| 2.7 AGRADECIMENTOS..... | 40 |
| 2.8 REFERÊNCIAS..... | 40 |
| 3 ARTIGO 2 | 45 |
| 3.1 RESUMO..... | 46 |
| 3.2 ABSTRACT..... | 46 |
| 3.3 INTRODUÇÃO..... | 47 |
| 3.4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 48 |
| 3.4.1 Preparo das amostras | 48 |
| 3.4.2 Formação dos grupos | 49 |
| 3.4.3 Teste push-out | 49 |
| 3.4.4 Análise estatística | 49 |
| 3.5 RESULTADOS..... | 49 |
| 3.5.1 Influência do contato com PBS | 50 |
| 3.5.2 Influência do período de tempo | 50 |
| 3.6 DISCUSSÃO..... | 51 |
| 3.7 CONCLUSÕES..... | 52 |
| 3.8 AGRADECIMENTOS..... | 52 |
| 3.9 REFERÊNCIAS..... | 52 |
| REFERÊNCIAS | 55 |
| APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Experimento 1 | 67 |

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Experimento 2..... | 69 |
| APÊNDICE C – Tabela dos valores da concentração de glicose de cada amostra..... | 71 |
| APÊNDICE D – Fotografia do dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose..... | 73 |
| APÊNDICE E – Determinação dos valores da concentração de glicose infiltrada..... | 75 |
| ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina Experimento 1..... | 77 |
| ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina Experimento 2..... | 79 |
| ANEXO C – Princípio da reação do método enzimático da glicose oxidase..... | 81 |

PREFÁCIO

Esta dissertação é constituída por uma introdução geral que apresenta os materiais avaliados, e na sequência, dois artigos científicos resultantes de pesquisas desenvolvidas durante o Curso de Mestrado em Endodontia, do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Artigo 1: Análise do selamento apical promovido por tampões apicais de Biodentine e MTA Branco.

Artigo 2: Influência da exposição e do tempo de contato ao tampão fosfato-salino na resistência de união do Biodentine à dentina.

1 INTRODUÇÃO

Os cimentos utilizados para selar comunicações entre a cavidade pulpar e o periodonto devem ser capazes de evitar a infiltração e permanecer no local quando submetido às forças de deslocamento, decorrentes de pressões funcionais ou da aplicação de outros materiais sobre ele (GANCEDO-CARAVIA; GARCIA-BARBERO, 2006).

Historicamente, a lista dos materiais mais empregados nessas situações inclui o amálgama (BENENATI et al., 1986; RAJABLOU; AZIMI, 2001), a guta-percha (BENENATI et al., 1986), o Super-EBA (BOGAERTS, 1997) e o IRM (RAJABLOU; AZIMI, 2001; LINDEBOOM et al., 2005). Atualmente, o cimento reparador mais utilizado é o agregado de trióxido mineral (MTA) (HSIEN et al., 2003; MAIN et al., 2004; HAYASHI; SHIMIZU; EBISU, 2004; D'ARCANGELO; D'AMARIO, 2007; PACE et al., 2007; ZHU et al., 2008; PACE; GIULIANI; PAGAVINO, 2008; MENTE et al., 2010).

O MTA é composto por um pó hidrofílico à base de silicato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato, aluminato tricálcico e óxido de bismuto (LEE; MONSEF; TORABINEJAD, 1993). Apresenta excelente biocompatibilidade (SHAHI et al., 2009; REYES-CARMONA; FELIPPE; FELIPPE, 2009; CHEN et al., 2009); bom selamento marginal (WU; KONTAKIOTIS; WESSELINK, 1998; GONDIM et al., 2003; SHIPPER et al., 2004; XAVIER et al., 2005; ALMEIDA et al., 2013) e boa longevidade, atribuída à sua resistência à dissolução ou decomposição (FRIDLAND; ROSADO, 2003; DANESH et al., 2006).

O MTA é frequentemente utilizado em pulpotomia (HOLLAND et al., 2001; MENEZES et al., 2004), retro-obturação (TORABINEJAD et al., 1994), preenchimento de áreas de reabsorção externa e interna (SCHWARTZ et al., 1999), obturação do canal (TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999) e perfuração (LEE; MONSEF; TORABINEJAD, 1993). No tratamento de dentes despolpados com rizogênese incompleta, tem sido recomendado como tampão apical (HACHMEISTER et al., 2002; GIULIANI et al., 2002; LINSUWANONT, 2003; LAWLEY et al., 2004; De LEIMBURG et al., 2004; MATT et al., 2004; AL-KAHTANI et al., 2005; FELIPPE; FELIPPE; ROCHA, 2006; D'ARCANGELO; D'AMARIO, 2007; MARTIN et al., 2007; STEFOPOULOS et al., 2008; KIM et al., 2009; LEAL et al., 2011) devido à sua capacidade de criar um ambiente favorável à deposição de uma barreira calcificada, em continuidade com o cimento apical pré-existente (FELIPPE; FELIPPE; ROCHA, 2006).

Além disso, serve de anteparo para a compactação do material obturador.

A capacidade seladora do MTA tem sido avaliada por metodologias que empregam penetração de corantes (MATT et al., 2004; STEFOPOULOS et al., 2008), transporte de fluidos (MARTIN et al., 2007), infiltração bacteriana (AL-KAHTANI et al., 2005; KIM et al., 2009) e infiltração de glicose (LEAL et al., 2011; ALMEIDA et al., 2013). A partir dos resultados dessas avaliações é possível perceber que a qualidade do selamento proporcionado pelo MTA é superior à obtida com outros materiais (FISCHER; ARENS; MILLER, 1998; AQRABAWI, 2000; TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002; AL-HEZAIMI et al., 2005; De BRUYNE; De BRUYNE; De MOOR, 2006; LUKETIĆ et al., 2008). Tal observação também é validada quando o MTA é empregado para a confecção do tampão apical (FISCHER; ARENS; MILLER, 1998; TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002). No entanto, em alguns estudos é possível observar a ocorrência de infiltração, em diferentes níveis, em até 100% das amostras (HACHMEISTER et al., 2002; AL-KAHTANI et al., 2005; MARTIN et al., 2007; STEFOPOULOS et al., 2008; LEAL et al., 2011).

Quando avaliada a resistência de união do MTA à dentina, estudos têm demonstrado valores próximos a 3,80 MPa (REYES-CARMONA; FELIPPE; FELIPPE, 2010; de ALMEIDA et al., 2013; GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013). Esses valores são inferiores aos do amálgama (9,72 MPa), do compômero (14,90 MPa) e do IRM (8,61 MPa) (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013).

Uma forma de melhorar (*in vitro*) algumas propriedades do MTA é promover a sua interação com o tampão fosfato-salino (PBS) (MARTIN et al., 2007; PARIROKH et al., 2009; REYES-CARMONA; FELIPPE; FELIPPE, 2010; de ALMEIDA et al., 2013). Tal interação permite ao cimento expressar sua bioatividade por meio da precipitação de cristais de hidroxiapatita (SARKAR et al., 2005) ou de apatita carbonatada (MARTIN et al., 2007, TAY et al., 2007; REYES-CARMONA; FELIPPE; FELIPPE, 2009) na superfície ou na interface MTA/dentina. A formação da intercamada (na interface) (REYES-CARMONA; FELIPPE; FELIPPE, 2009), com aparente adesão química à estrutura dentinária (SARKAR et al., 2005) parece influenciar positivamente a capacidade seladora (MARTIN et al., 2007) e a resistência de união (REYES-CARMONA; FELIPPE; FELIPPE, 2010; de ALMEIDA et al., 2013) do cimento à dentina.

Recentemente, um novo material a base de silicato tricálcico (Ca_3SiO_5) - Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosse's, Paris, Île-

de-France, França) foi lançado no mercado como substituto do MTA. Apresentado pela empresa como “dentina em cápsula”, esse material é considerado um “substituto bioativo de dentina” e está indicado “... sempre que a dentina estiver danificada” (SEPTODONT, 2012).

O pó do Biodentine contém silicato tricálcico (71,7%), carbonato de cálcio (22,2%), óxido de zircônia como radiopacificador (6,1%) e alguns vestígios de silicato dicálcico (ZAIDI et al., 2012). O líquido, à base de água, contém cloreto de cálcio como acelerador de presa (LAURENT; CAMPS; ABOUT, 2011) e um poliacarboxilato modificado como agente redutor de água (LAURENT et al., 2008; GOLDBERG et al., 2009; LAURENT; CAMPS; ABOUT, 2011).

De forma semelhante ao que ocorre na hidratação do MTA (STEPKOWSKA et al., 2005), na reação de presa ocorre a formação de um gel de silicato de cálcio hidratado e hidróxido de cálcio (GRECH; MALLIA; CAMILLERI, 2013a), devido à hidratação do silicato tricálcico.

O Biodentine é um material bioativo (LAURENT; CAMPS; ABOUT, 2012; TRAN et al., 2012; ZANINI et al., 2012; CAMILLERI; SORRENTINO; DAMIDOT, 2013; NOWICKA et al., 2013; HAN; OKIJI, 2011, 2013), apresenta boa radiopacidade (GRECH; MALLIA; CAMILLERI, 2013b), tempos de presa rápidos: inicial (10-15 min) (SEPTODONT, 2012) e final (45 min) (GRECH; MALLIA; CAMILLERI, 2013b), resistência ao deslocamento superior a do MTA (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013; EL-MA'AITA; QUALTROUGH; WATTS, 2013), citotoxicidade semelhante a do MTA (ZHOU et al., 2013), estabilidade de cor (VALLÉS et al., 2013), alta estabilidade dimensional e excelente selamento (SEPTODONT, 2012).

Segundo o fabricante, o Biodentine está indicado como obturação retrógrada, base para inlay/onlay, restaurações de esmalte e dentina, lesões profundas de cárie, lesões radiculares cervicais, capeamento pulpar, pulpotomia, perfurações radiculares, reabsorções externa e interna, obturação retrógrada e apicificação (SEPTODONT, 2012).

A capacidade de selamento do Biodentine já foi avaliada em casos de retro-obturação (ASTRUP; KNUTSS N; OSEN, 2012) e restauração coronal (TRAN; COLON; PRADELLE-PLASSE, 2008; RASKIN et al., 2010; KOUBI et al., 2012; CAMILLERI, 2013) por meio dos métodos de infiltração de corantes (TRAN; COLON; PRADELLE-PLASSE, 2008; RASKIN et al., 2010; ASTRUP; KNUTSS N; OSEN, 2012; BENTLEY et al., 2012) e de glicose

(KOUBI et al., 2012). Todavia, ainda não há estudos que demonstram a capacidade de selamento deste material na forma de tampão apical.

Os testes de infiltração com difusão de glicose (KOUBI et al., 2012) e com os corantes fucsina (ASTRUP; KNUTSSON; OSEN, 2012), azul de metileno (BENTLEY et al., 2012) e solução de nitrato de prata (TRAN; COLON; PRADELLE-PLASSE, 2008; RASKIN et al., 2010) demonstraram que o selamento promovido pelo Biodentine é semelhante ao de outros materiais, como o cimento de ionômero de vidro resinoso (RASKIN et al., 2010; KOUBI et al., 2012).

Como cimento reparador, o Biodentine deve resistir às forças de deslocamento (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013). A resistência de união do Biodentine à dentina varia de 7,18 a 8,79 MPa, (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013; EL-MA'AITA; QUALTROUGH; WATTS, 2013), valores superiores aos apresentados pelo MTA (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013; EL-MA'AITA; QUALTROUGH; WATTS, 2013), semelhantes aos do IRM (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013) e inferiores aos do compômero e do amálgama (GUNESER; AKBULUT; ELDENIZ, 2013).

Assim como o MTA, já foi demonstrado que o Biodentine é bioativo na presença de Solução Salina Balanceada de Hank (HBSS) (CAMILLERI; SORRENTINO; DAMIDOT, 2013) e de PBS (COLON et al., 2010). A interação com PBS resulta na formação de um precipitado na superfície do material e na formação de uma camada com prolongamentos que se estendem para o interior dos túbulos dentinários (HAN; OKIJI, 2011, 2013).

No entanto, não se tem conhecimento se, à semelhança do MTA, a capacidade de selamento e a resistência de união do Biodentine à dentina podem ser melhoradas após a interação com PBS.

Com base no exposto, foram propostas as seguintes avaliações:

1 – Análise do selamento apical promovido pelos cimentos Biodentine e MTA Branco, expostos ou não ao PBS, em modelo *ex vivo* de rizogênese incompleta.

2 – Análise da influência da exposição e do tempo de exposição ao PBS sobre a resistência de união do Biodentine à dentina.

2 ARTIGO 1

Análise do selamento apical promovido por tampões apicais de Biodentine e MTA Branco.

Bruna Casagrande Cechella, DDS.

Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Artigo formatado conforme normas do **Journal of Applied Oral Science**.

2.1 RESUMO

Objetivo: Avaliar e comparar, pelo método de infiltração de glicose, a capacidade de selamento proporcionada por *plugs* apicais de Biodentine e de MTA em um modelo *ex vivo* de apicificação. Material e métodos: O espaço do canal de 100 segmentos radiculares com 12 mm de comprimento foi alargado com brocas Gates-Glidden. Depois de realizada uma cavidade apical retrógrada e irrigação final com EDTA 17% seguido por NaOCl 1%, os segmentos radiculares foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n = 25) de acordo com o material utilizado na confecção do *plug* apical e o contato do *plug* com o tampão fosfato-salino (PBS): G1 - Biodentine; G2 - Biodentine + PBS intracanal; G3 - MTA e G4 - MTA + PBS intracanal. As aberturas cervicais foram seladas com Cimpat Rosa e os segmentos inseridos em uma esponja floral umedecida com PBS. Após 2 meses, os segmentos radiculares foram submetidos ao teste de infiltração de glicose sob pressão (103 KPa), durante 60 min. A concentração de glicose infiltrada foi determinada por um espectrofotômetro, e os dados analisados pelo teste qui-quadrado ($p < 0,05$). Resultados: Traços de glicose foram observados em maior número de amostras que receberam o *plug* apical de Biodentine ($p < 0,05$). A exposição dos cimentos ao PBS intracanal não exerceu influência sobre o selamento. Conclusões: O Biodentine apresentou uma capacidade de selamento inferior à do MTA. A utilização do PBS intracanal não influenciou a qualidade de selamento proporcionada pelos cimentos.

Palavras-chave: Apicificação. Cimentos Dentários. Infiltração Dentária.

2.2 ABSTRACT

Objective: Evaluate and compare, using a glucose leakage system, the sealing ability provided by apical plugs of MTA and Biodentine an *ex vivo* apexification model. Material and Methods: The space of the canal of 100 root segments with about 12 mm long was shaped using Gates-Glidden. After created an apical retrograde cavity and final canal rinse with 17% EDTA followed by 1% NaOCl, the root segments were randomly divided into 4 groups (n = 25) according to the materials used to form the apical plug and the contact of the plug with phosphate-buffered saline (PBS): G1 – Biodentine; G2 - Biodentine + PBS intracanal dressing; G3 - MTA e G4 - MTA + PBS intracanal dressing.

All access openings were filled with Cimpat Rosa and all root segments were introduced in floral foams moistened with PBS. After 2 months, all root segments were prepared to evaluate the glucose leakage under pressure (103 KPa) for 60 min. The amount of glucose leakage was quantified by a spectrophotometer and the data were analyzed using chi-square test ($p < 0.05$). Results: traces of the glucose were observed in a higher number of samples that received Biodentine apical plug ($p < 0.05$). The exposure of both sealers to PBS intracanal dressing did not influence the sealing ability. Conclusion: the Biodentine had lower sealing ability than MTA. The interaction with PBS intracanal dressing did not influence the sealing ability provided by sealers.

Key words: Apexification. Dental Cements. Dental Leakage.

2.3 INTRODUÇÃO

O agregado de trióxido mineral (MTA) tem sido empregado como tampão apical em dentes despolpados com rizogênese incompleta^{9,12}. Nesta situação, o selamento marginal oferecido pelo MTA é superior ao de outros materiais^{10,27} e estudos *ex vivo* tem mostrado que melhora quando o cimento permanece em contato com o tampão fosfato-salino (PBS)^{20,22}.

O Biodentine surgiu no mercado como alternativa ao MTA. À base de silicato tricálcico (Ca_3SiO_5), esse cimento também tem sido sugerido como *plug* apical. Sua capacidade de selamento já foi avaliada por meio de infiltração de glicose¹⁷. Tal estudo demonstrou que o Biodentine apresenta comportamento semelhante ao do cimento de ionômero de vidro resinoso¹⁷. Todavia, ainda não foi demonstrado a capacidade de selamento desse material na forma de tampão apical.

À semelhança do MTA, sua bioatividade foi evidenciada pela precipitação de hidroxiapatita⁶ e pela formação de *tags* que penetram nos túbulos dentinários^{15,16}. No entanto, não se tem conhecimento se a capacidade de selamento do Biodentine pode ser melhorada após a interação com PBS. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar, pelo método de infiltração de glicose, a capacidade de selamento proporcionada por *plugs* apicais de Biodentine e de MTA em um modelo *ex vivo* de apicificação, após contato com PBS.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (protocolo número 167.645) (ANEXO A).

Foram utilizados 104 dentes humanos, com canais únicos e retos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa e doados pelos pacientes através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). A coroa e o terço apical da raiz de 102 dentes foram removidos com um disco diamantado dupla-face, de forma a se obter segmentos radiculares de aproximadamente 12 mm de comprimento. Os canais foram alargados por meio de brocas Gates-Glidden n^{os} 1 a 5, empregadas sequencialmente em toda a extensão do canal, sob irrigação com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 1%. Uma cavidade retrógrada apical com 1,5 mm de diâmetro foi realizada com broca Gates-Glidden n^o 6. A irrigação final foi realizada com 3 mL de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) 17% por 3 min, seguido por 3 mL de NaOCl 1% pelo mesmo período de tempo.

2.4.1 Procedimento para confecção do plug apical

Cem segmentos radiculares foram divididos aleatoriamente em 4 grupos experimentais (n = 25), de acordo com o cimento utilizado na confecção do *plug* apical e o contato do *plug* com PBS (Tabela 1).

Tabela 1. Grupos e materiais.

| Grupos | <i>Plug</i> Apical e condição intracanal |
|--------|---|
| 1 | Biodentine* + bolinha de algodão seca |
| 2 | Biodentine* + PBS ** |
| 3 | MTA *** + bolinha de algodão úmida e seca |
| 4 | MTA *** + PBS** |

* Septodont, Saint Maur des Fossés, Paris, Île-de-France, França

** Dermus, Florianópolis, SC, Brasil; pH=7,2

*** MTA Branco - Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil

Os cimentos MTA e Biodentine foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes.

Para a confecção dos *plugs* apicais, um cone de guta-percha foi adaptado no interior do canal a fim de limitar a penetração retrógrada do

cimento a uma profundidade de 4 mm. O cimento foi inserido na cavidade apical, condensado com ponta de papel e compactado com calcadores (Duflex, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Radiografias nos sentidos vestibulo-palatino/lingual e mésio-distal foram realizadas para confirmar a homogeneidade do material e a correta espessura do *plug*.

No Grupo 1, uma bolinha de algodão seca foi inserida na região cervical de cada segmento radicular. No grupo 3, foi utilizada uma bolinha de algodão umedecida com água destilada que, após 24 h, foi substituída por uma seca. Nos grupos 2 e 4, o espaço remanescente do canal foi preenchido com PBS.

Todas as aberturas cervicais foram seladas com Cimpat Rosa (Septodont Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil). A seguir, os segmentos radiculares foram inseridos em recipientes plásticos contendo uma esponja floral umedecida com 20 mL de PBS onde permaneceram por 2 meses a 37°C. O PBS foi trocado a cada 5 dias.

2.4.2 Teste de infiltração de glicose sob pressão

Os segmentos foram fixados em um dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose (Figura 1), adaptado de Leal et al.¹⁹ (2011) e de Almeida et al.² (2013). A porção mais cervical de cada segmento radicular foi fixada a um tubo Eppendorf de 1,5 mL, aberto em sua porção inferior de forma que os 7 mm apicais ficaram exteriorizados (a). Na porção superior deste Eppendorf foi adaptado o corpo de uma seringa (b) unida a um dispositivo com rosca (c) através do qual 1,4 mL de 1 mol L⁻¹ de solução de glicose (pH 7,0 / densidade 1,09 x 10³ g/L / viscosidade 1.18 x 10⁻³ Pa.s⁻¹ a 37°C) foi injetada. A porção inferior do Eppendorf, contendo o segmento radicular, foi adaptada no interior de um segundo Eppendorf de 2,0 mL (d) contendo 1,4 mL de água deionizada, na qual os 3 mm apicais do segmento radicular ficaram imersos. Cianocrilato (Loctite Super Bonder, Henkel Ltda, São Paulo, SP, Brasil) foi usado para selar todas as interfaces e conexões.

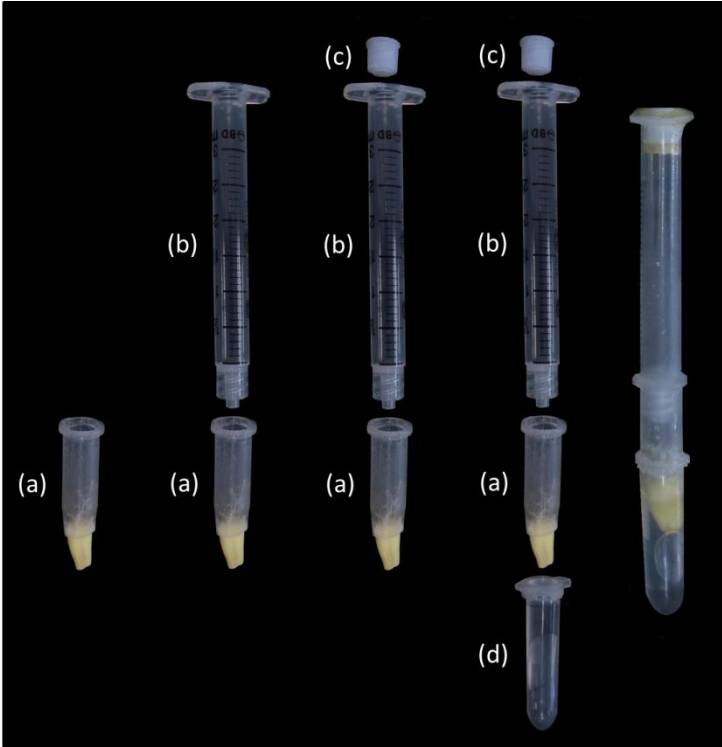


Figura 1. Fotografia de parte do dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose. (a) tubo Eppendorf de 1,5 mL com segmento radicular; (b) corpo de uma seringa; (c) rosca; (d) tubo Eppendorf de 2,0 mL com água deionizada.

Para o grupo controle positivo ($n = 2$), segmentos radiculares sem o *plug* apical foram usados. Para o grupo controle negativo ($n = 2$) foram utilizados dentes hígidos, com coroa e raiz, os quais receberam duas camadas de esmalte de unha na superfície externa.

Uma pressão de 103 KPa (15 psi) foi gerada através de uma bomba de ar comprimido (Inalar Compact, NS Indústria de Aparelhos Médicos Ltda., São Paulo, SP, Brasil) conectada a um sistema constituído por um manômetro (tipo coluna de mercúrio), uma válvula controladora da intensidade de pressão e uma cânula, na qual a rosca, conectada a seringa, foi fixada (APÊNDICE D). A solução de glicose foi pressionada no sentido cérvico-apical durante 60 min. Um sistema

foi desenvolvido para a realização do teste simultaneamente em 8 segmentos radiculares.

Após agitação, uma alíquota de 10 μ L da solução contida no Eppendorf inferior foi removida com uma micropipeta e traços de glicose foram identificados por meio de um conjunto reagente (Glicose Pap Liquiform – Labtest Diagnóstica, Lagoa Santa, MG, Brasil).

Cada amostra foi avaliada em espectrofotômetro de luz visível (505 nm) (BIO-2000, Bioplus 2004R, Barueri, SP, Brasil) obtendo um valor de absorbância específico que foi utilizado para determinar a concentração de glicose (APÊNDICE E).

Todas as leituras foram realizadas em duplicata e a média calculada para análise estatística.

2.4.3 Análise estatística

O conjunto de dados, representados pela frequência de *plugs* apicais que sofreram infiltração em cada grupo, foi tratado estatisticamente pelo teste qui-quadrado num nível de significância de 5%.

2.5 RESULTADOS

A Figura 2 mostra média, mediana, e distribuição dos valores da concentração de glicose detectados nas amostras de cada grupo experimental.

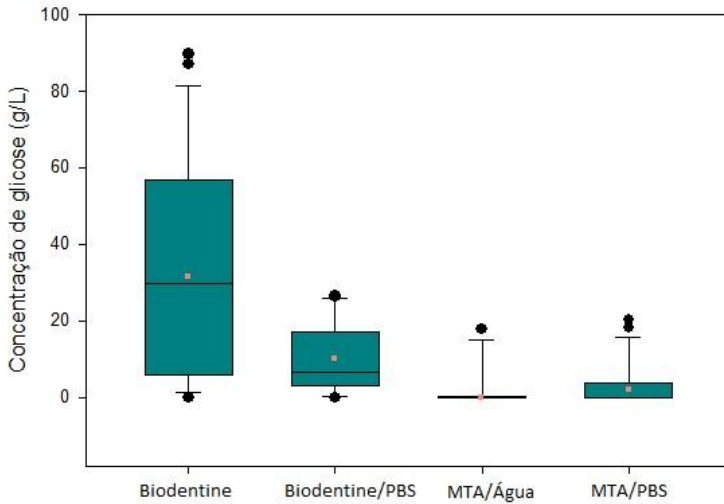


Figura 2. Box plot dos valores de concentração de glicose de cada grupo, ilustrando a média, os traços de glicose mínimo e máximo e a mediana.

Nas amostras do grupo controle-negativo não foram detectados traços da solução de glicose. No grupo controle-positivo, o valor médio de infiltração foi de 92,15 g/L.

O número absoluto, o percentual de amostras que apresentaram traços da solução, e o valor médio da concentração de glicose infiltrada nas amostras de cada grupo são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Número e percentual de amostras com traços da solução de glicose e valor médio da concentração observado em cada grupo experimental.

| Grupos | n (%) | Glicose (g/L) |
|---------------------------|--------------|----------------------|
| 1 (Biodentine) | 23 (92) | 33,86 |
| 2 (Biodentine/PBS) | 25 (100) | 10,08 |
| 3 (MTA/Água) | 09 (36) | 2,54 |
| 4 (MTA/PBS) | 10 (40) | 3,35 |

O menor número de amostras com traços de glicose ($p < 0,05$) e os menores valores médios de concentração de glicose foram observados nos segmentos radiculares que receberam o *plug* apical de MTA (grupos 3 e 4).

A exposição ao PBS intracanal não exerceu influência sobre o selamento proporcionado pelo Biodentine (grupos 1 e 2) ($p > 0,05$) e MTA (grupos 3 e 4) ($p > 0,05$).

2.6 DISCUSSÃO

Vários métodos têm sido utilizados para avaliar a capacidade de selamento de materiais endodônticos^{2,4,19}. No entanto, nenhum deles é capaz de reproduzir as situações encontradas *in vivo*⁷.

O método de infiltração de glicose proposto por Xu et al.²⁸ (2005) demonstra alto grau de especificidade e alta sensibilidade^{25,28}. Este método tem sido utilizado para avaliar a capacidade seladora de diferentes materiais^{19,24,28}, incluindo o MTA^{2,19,30}.

Nesta pesquisa, a maioria dos segmentos radiculares que receberam *plug* apical de MTA não permitiu infiltração ($n = 16/64\%$), o que demonstra uma capacidade de selamento satisfatória e confirma os achados de outros estudos^{10,27}. Por outro lado, traços de glicose foram detectados em mais de 1/3 das amostras, corroborando os achados de que o MTA não promove um selamento totalmente eficiente^{1,14,19,20,26}.

Estudos prévios mostraram que o PBS influencia positivamente o selamento proporcionado pelo MTA^{20,22} devido a formação de apatita carbonatada na interface cimento-dentina²³ que oblitera parcialmente os espaços entre o material e a dentina²⁰. Contrariando nossa expectativa e os resultados desses estudos prévios^{20,22}, e confirmando os achados de Almeida et al.² (2013), esta investigação mostrou que o PBS intracanal não melhorou de forma significativa o selamento promovido pelo *plug* apical de MTA. A ocorrência de infiltração tem sido explicada pela presença de falhas na massa do cimento, na interface cimento/dentina²⁹ e/ou pela presença de poros interconectados no MTA⁵.

A maioria dos segmentos radiculares que receberam o *plug* apical de Biodentine permitiu a infiltração de glicose ($n = 23/92\%$). Este resultado insatisfatório pode estar relacionado à porosidade do material⁸.

À semelhança do que ocorreu com o MTA, a interação Biodentine/dentina com o PBS intracanal não melhorou a capacidade de selamento do cimento. É possível que o cloreto de cálcio (CaCl_2) contido no líquido do Biodentine tenha influenciado os resultados. A incorporação do CaCl_2 a um cimento à base de silicato tricálcico resulta

em uma menor quantidade de água para a mistura do material⁴. Entretanto, devido à ação higroscópica do CaCl_2 ³, o contato do Biodentine com o PBS intracanal pode ter permitido maior absorção de água pelo cimento. Tal fato acarretaria alteração da proporção pó/líquido favorecendo a formação de muitos poros¹¹ no Biodentine, com implicações diretas sobre a infiltração. É presumível que por este motivo um maior número de segmentos radiculares com Biodentine/PBS sofreu infiltração, quando comparado ao MTA/PBS.

O policarboxilato modificado, utilizado como agente redutor de água no líquido do Biodentine, também pode ser responsável por esta ocorrência¹³. Este polímero é um dispersante amplamente utilizado na engenharia civil, sendo classificado como um aditivo superplastificante. Quando misturados à água, os grãos de cimento tendem a aprisionar parte do líquido. O policarboxilato, atuando como dispersante, impede esse aprisionamento, e garante maior fluidez ao cimento²¹. Ao entrar em contato com PBS, é possível que o Biodentine tenha à disposição maior quantidade de água, e como consequência, apresente maior dispersão das partículas¹³, possibilitando a incorporação de ar e facilitando a formação de poros.

A partir dos resultados deste estudo, foi possível concluir que, quando usado como plug apical, o Biodentine apresentou capacidade de selamento inferior a do MTA, e que a utilização do PBS intracanal não influenciou a qualidade de selamento dos cimentos.

2.7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Angelus Soluções Odontológicas e à Septodont por fornecerem, respectivamente, o MTA e o Biodentine para a execução deste estudo, e negam qualquer conflito de interesses.

2.8 REFERÊNCIAS

- 1 - Al-Kahtani A, Shostad S, Schifferle R, Bhambhani S. In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. J Endod. 2005;31(2):117-9.
- 2 - Almeida Jd, Alves AM, Melo RF, Felipe MCS, Bortoluzzi EA, Teixeira CS, et al. The sealing ability of MTA apical plugs exposed to a phosphate-buffered saline. J Appl Oral Sci. 2013;21(4):341-5.

- 3 - Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Felipe WT, Tanomaru Filho M, Esberard RM. The influence of calcium chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with a radiopacifier. *J Endod.* 2009;35(4):550-4.
- 4 - Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, Moraes IG, Bernardineli N. Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. *J Endod.* 2006;32(9):897-900.
- 5 - Camilleri J, Mallia B. Evaluation of the dimensional changes of mineral trioxide aggregate sealer. *Int Endod J.* 2011;44(5):416-24.
- 6 - Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater.* 2013;29(5):580-93.
- 7 - De-Deus G. Research that matters - root canal filling and leakage studies. *Int Endod J.* 2012;45(12):1063-4.
- 8 - De Souza ET, Nunes Tameirão MD, Roter JM, De Assis JT, De Almeida Neves A, De-Deus GA. Tridimensional quantitative porosity characterization of three set calcium silicate-based repair cements for endodontic use. *Microsc Res Tech.* 2013;76(10):1093-8.
- 9 - Felipe WT, Felipe MCS, Rocha MJ. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J.* 2006;39(1):2-9.
- 10 - Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and super-EBA as a root-end filling material. *J Endod.* 1998;24(3):176-9.
- 11 - Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod.* 2003;29(12):814-7.
- 12 - Gawthaman M, Vinodh S, Mathian VM, Vijayaraghavan R, Karunakaran R. Apexification with calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate: Report of two cases. *J Pharm Bioallied Sci.* 2013;5(Suppl 2):S131-4

13 - Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater.* 2013;29(2):e20-8.

14 - Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod.* 2002;28(5):386-90.

15 - Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate based endodontic materials. *Int Endod J.* 2013;46(9):808-14.

16 - Han L, Okiji T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J.* 2011;44(12):1081-7.

17 - Koubi S, Elmerini H, Koubi G, Tassery H, Camps J. Quantitative evaluation by glucose diffusion of microleakage in aged calcium silicate-based open-sandwich restorations. *Int J Dent.* 2012;2012:1-6.

18 - Kumar R, Patil S, Hoshing U, Medha A, Mahaparale R. MTA apical plug and clinical application of anatomic post and core for coronal restoration: A case report. *Iran Endod J.* 2011;6(2):90-4.

19 - Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna AS, Fidel SR, Souza EM. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *Int Endod J.* 2011;44(7):662-8.

20 - Martin RL, Monticelli F, Brackett WW, Loushine RJ, Rockman RA, Ferrari M, et al. Sealing properties of mineral trioxide aggregate orthograde apical plugs and root fillings in an in vitro apexification model. *J Endod.* 2007;33(3):272-5.

21 - Paillere AM. Application of admixtures in concrete. Rilem Report no. 10. UK: E & FN Spon, Chapman & Hall; 1995.

22 - Parirokh M, Askarifard S, Mansouri S, Haghdoost AA, Raof M, Torabinejad M. Effect of phosphate buffer saline on coronal leakage of mineral trioxide aggregate. *J Oral Sci.* 2009;51(2):187-91.

- 23 - Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. A phosphate-buffered saline intracanal dressing improves the biomineralization ability of mineral trioxide aggregate apical plugs. *J Endod.* 2010;36(10):1648-52.
- 24 - Shemesh H, Souza EM, Wu MK, Wesselink PR. Glucose reactivity with filling materials as a limitation for using the glucose leakage model. *Int Endod J.* 2008;41(10):869-72.
- 25 - Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. *Int Endod J.* 2006;39(12):968-76.
- 26 - Stefopoulos S, Tsatsas DV, Kerezoudis NP, Eliades G. Comparative in vitro study of the sealing efficiency of white vs grey ProRoot mineral trioxide aggregate formulas as apical barriers. *Dent Traumatol.* 2008;24(2):207-13.
- 27 - Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod.* 2002;28(1):5-7.
- 28 - Xu Q, Fan MW, Fan B, Cheung GS, Hu HL. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(1):107-11.
- 29 - Yatsushiro JD, Baumgartner JC, Tinkle JS. Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. *J Endod.* 1998;24(11):716-9.
- 30 - Zou L, Liu J, Yin S, Li W, Xie J. In vitro evaluation of the sealing ability of MTA used for the repair of furcation perforations with and without the use of an internal matrix. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(6):e61-5.

3 ARTIGO 2

Influência da exposição e do tempo de contato ao tampão fosfato-salino na resistência de união do Biodentine à dentina.

Bruna Casagrande Cechella, DDS.

Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Artigo formatado conforme normas do **International Endodontic Journal**.

3.1 RESUMO

Objetivo Avaliar a influência da exposição e do tempo de contato ao tampão fosfato-salino (PBS) na resistência de união (RU) sob cisalhamento (*push-out*) do Biodentine à dentina.

Metodologia Oitenta discos de dentina com 2 mm de espessura foram obtidos do seccionamento transversal de raízes de dentes humanos. O espaço do canal radicular foi alargado com brocas Gates-Glidden n^{os} 2 a 5 para obter cavidades estandardizadas de 1,3 mm. As secções foram imersas em EDTA 17% seguido por NaOCl 1% e secas. O espaço do canal foi preenchido com Biodentine e os discos divididos em 2 grupos de acordo com o meio de armazenamento: G1 (n = 40): ambiente com algodão úmido; G2 (n = 40): PBS. Após 30 min, 1, 3 e 28 dias, 10 amostras de cada grupo foram submetidas ao teste de RU sob cisalhamento (*push-out*). Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Tukey ($p < 0,05$).

Resultados O contato com PBS proporcionou menores valores de RU ($p < 0,05$), exceto no período de 1 dia ($p = 0,6017$). Nas amostras do G1 a RU aumentou até 3 dias ($p < 0,05$). Nas amostras do G2 a RU aumentou no período de 30 min para 1 dia ($p < 0,0001$), e permaneceu estável até 3 dias ($p = 0,9876$). Aos 28 dias, foi observada uma queda significativa no valor de RU em ambos os grupos ($p < 0,05$).

Conclusões A exposição do Biodentine ao PBS resultou em menores valores de RU. De maneira geral, a RU aumentou gradativamente até 3 dias e diminuiu aos 28 dias.

Palavras-chave: Biodentine, resistência de união, tampão fosfato-salino.

3.2 ABSTRACT

Objective To analyse the influence of exposure and time of contact of phosphate-buffered saline (PBS) to Biodentine on the push-out bond strength (BS).

Methodology Eighty dentine sections with 2-mm-thick were obtained from section transversal of human teeth roots. The space of the canal was enlarged using numbers 2–5 Gates-Glidden burs to obtain 1.3-mm-diameter standardized cavities. The sections were immersed in 17% EDTA followed by 1% NaOCl and dried. The space of the canal were filled with Biodentine and the samples were divided into two groups according to the storage: G1 (n = 40): storage with moistened cotton; G2

(n = 40): PBS. After 30 min, 1, 3 and 28 days, 10 samples of each group were submitted to the push-out test. Data were analyzed using the ANOVA and Tukey test ($P < 0.05$).

Results The samples exposed to PBS had lower BS ($P < 0.05$), except at 1 day ($p = 0.6017$). The G1, the BS increased each time until 3 days ($p < 0.05$). The G2 samples, the BS increased within 30 min to 1 day ($p < 0.0001$), and maintained stable until 3 days ($p = 0.9876$). At 28 days, were observed a significant decrease of the BS in both groups ($p < 0.05$).

Conclusions The exposure of Biodentine to PBS promoted lower BS values. Generally, the BS increased progressively until 3 days and decreased at 28 days.

Key words: Biodentine, bond strength, phosphate-buffered saline.

3.3 INTRODUÇÃO

Ao selarem comunicações entre a cavidade pulpar e o periodonto, os cimentos reparadores devem permanecer em posição quando submetidos à pressões funcionais ou à compactação de materiais restauradores e obturadores (Torabinejad *et al.* 1994).

Atualmente, um dos cimentos reparadores mais utilizados é o agregado de trióxido mineral (MTA). Esse cimento apresenta uma resistência de união (RU) à dentina inferior a outros materiais como o amálgama, o compômero e o cimento de óxido de zinco e eugenol (Guneser *et al.* 2013). Entretanto, a RU do MTA aumenta com o passar do tempo (Gancedo-Caravia & Garcia-Barbero 2006, de Almeida *et al.* 2013), e é maior quando mantido em contato com tampão fosfato-salino (PBS) (de Almeida *et al.* 2013).

Recentemente, um novo cimento reparador foi lançado no mercado como uma alternativa ao MTA. O Biodentine é apresentado pelo fabricante como “substituto bioativo da dentina” e tem indicações semelhantes às do agregado.

A RU do Biodentine à dentina varia de 7,18 a 8,79 MPa, (Guneser *et al.* 2013, El-ma’aita *et al.* 2013), valores superiores aos do MTA, mesmo quando exposto a diferentes soluções como o hipoclorito de sódio, clorexidina e solução salina (Guneser *et al.* 2013).

De forma semelhante ao que ocorre com o MTA, a exposição do Biodentine ao PBS (Colon *et al.* 2010) e à Solução Salina Balanceada de Hank (HBSS) (Camilleri *et al.* 2013) resulta na precipitação de hidroxiapatita e, ao interagir com a dentina em PBS, esse material

propicia a formação de prolongamentos que penetram nos túbulos dentinários (Han & Okiji, 2011, 2013). Entretanto, ainda não se conhece a RU do Biodentine à dentina após o contato com PBS. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a influência da exposição e do tempo de contato ao PBS na resistência de união sob cisalhamento (*push-out*) do Biodentine à dentina.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (protocolo número 232.508) (ANEXO B).

Foram selecionados, por meio de radiografias, 40 dentes humanos, unirradiculados, com canais únicos e retos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa e doados pelos pacientes através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B). Todos os dentes foram armazenados em solução salina a 37°C até o início do experimento.

3.4.1 Preparo das amostras

Os dentes foram fixados a uma placa metálica com auxílio de godiva de baixa fusão e acoplados individualmente à máquina de cortes ISOMET (Buehler, Lake, Bluff, NY, EUA). Cortes transversais perpendiculares ao longo eixo do dente foram realizados com um disco diamantado com peso de 75 g e velocidade de 325 rpm, sob refrigeração constante. Após a remoção da coroa, foram obtidas 2 secções de aproximadamente 2 mm de espessura do terço médio de cada raiz, totalizando 80 secções. Em seguida, o espaço do canal foi alargado com brocas Gates-Glidden n^{os} 2 a 5, com o objetivo de obter cavidades standardizadas de 1,3 mm. As secções radiculares foram imersas em solução de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) 17% por 3 min e em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 1% por 3 min. Em seguida, foram lavadas em água destilada e secas. Todas as amostras foram examinadas com auxílio de uma lupa estereoscópica (X4) com o objetivo de verificar a ausência de trincas e imperfeições. O *espaço do canal foi preenchido* com Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosse's, Paris, Île-de-France, França) manipulado de acordo com as instruções do fabricante. O cimento foi inserido nas cavidades com um porta-MTA e acomodado com calcadores. O excesso de material da

superfície da amostra foi removido com auxílio de uma lâmina de bisturi.

3.4.2 Formação dos grupos

As secções radiculares foram divididas aleatoriamente em 2 grupos de acordo com o meio de armazenamento: Grupo 1 (n = 40): as amostras foram colocadas individualmente em recipientes de vidro com algodão umedecido; Grupo 2 (n=40): as amostras foram colocadas individualmente em recipientes de vidro contendo 15 mL de PBS, pH 7,2 (Farmácia de Manipulação Dermus, Florianópolis, SC, Brasil). Todas as amostras foram armazenadas a 37°C.

3.4.3 Teste push-out

Decorridos os períodos experimentais de 30 min, 1, 3 e 28 dias, 10 amostras de cada grupo foram aleatoriamente selecionadas e submetidas ao teste de *push-out*.

Cada amostra foi fixada a uma base metálica de aço inoxidável contendo um orifício de 2,5 mm de diâmetro na região central, acoplada na porção inferior da máquina de ensaio universal Instron, modelo 4444 (Instron, Canton, MA, EUA). A secção radicular contendo o cimento foi posicionada sobre o orifício da base metálica com sua face cervical voltada para baixo. Uma haste metálica, com ponta ativa de 1 mm, fixada na porção superior da máquina de ensaio foi acionada com uma velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min. A força máxima necessária para o deslocamento do cimento foi aferida em Newtons (N) e convertida em MPa pela divisão da força (N) pela área em mm² (1MPa = 1N/mm²).

3.4.4 Análise estatística

O teste Shapiro Wilk demonstrou uma distribuição não paramétrica dos resultados. Assim, os dados foram transformados pela fórmula [arsen = ((x)/100)(1/2)] e analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Tukey (p < 0,05).

3.5 RESULTADOS

Os valores médios da RU obtidos em cada grupo, nos diferentes períodos experimentais, estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios da RU (MPa) e desvio-padrão (DP) registrados em cada período.

| Período | Grupo 1 (Biodentine) | | Grupo 2 (Biodentine + PBS) | |
|---------|-------------------------|------|-------------------------------|------|
| | Média | DP | Média | DP |
| 30 min | 1,37 aC | 0,41 | 0,32 bB | 0,16 |
| 1 dia | 8,06 aB | 3,14 | 9,85 aA | 7,36 |
| 3 dias | 16,8 aA | 7,60 | 9,97 bA | 4,49 |
| 28 dias | 7,77 aB | 3,80 | 2,84 bB | 1,38 |
| Média | 8,50 a | 2,96 | 5,75 b | 3,23 |

Letras minúsculas na mesma linha e letras maiúsculas na mesma coluna indicam equivalência estatística entre as médias.

3.5.1 Influência do contato com PBS

De maneira geral, o contato com o PBS proporcionou menores valores de RU. Os valores médios exibidos pelas amostras do Grupo 2 foram inferiores aos do Grupo 1 ($p < 0,05$), exceto no período de 1 dia ($p = 0,6017$).

3.5.2 Influência do período de tempo

É possível observar nos dois grupos um padrão crescente de valores de RU no período de 30 min a 3 dias. Nas amostras do Grupo 1 a RU aumentou, a cada período, até 3 dias ($p < 0,05$). Porém, houve uma redução significativa aos 28 dias ($p = 0,0005$), assemelhando-se ao período de 1 dia ($p = 0,9941$). Nas amostras que ficaram em contato com PBS (Grupo 2) a RU aumentou no período de 30 min a 1 dia ($p < 0,0001$), e permaneceu estável até os 3 dias ($p = 0,9876$). Aos 28 dias, foi observada uma queda significativa no valor de RU ($p = 0,0003$), assemelhando-se ao período de 30 min ($p = 0,0564$).

3.6 DISCUSSÃO

Quando um material é utilizado para selar comunicações entre o periodonto e o canal radicular, deve resistir à forças que possam provocar seu deslocamento (Guneser *et al.* 2013).

O Biodentine é um cimento reparador, à base de silicato tricálcico, sugerido como alternativa ao MTA. Em ambiente úmido (G1), a média de RU do Biodentine à dentina observada neste estudo (8,5 MPa) foi semelhante à verificada em outros estudos (7,18-8,79 MPa) (Guneser *et al.* 2013, El-ma'aita *et al.* 2013) e mais elevada do que a do MTA (Reyes-Carmona *et al.* 2010; de Almeida *et al.* 2013, Guneser *et al.* 2013).

É sabido que o MTA em contato com o PBS apresenta maiores valores de RU (Reyes-Carmona *et al.* 2010, de Almeida *et al.* 2013), possivelmente devido à formação da camada de apatita carbonatada na interface com a dentina (Reyes-Carmona *et al.* 2009). O Biodentine também é capaz de interagir com PBS e promover o processo de biomineralização (Han & Okiji 2011). Assim, de forma semelhante ao que ocorre com o MTA, a interação do Biodentine com PBS deveria resultar no aumento dos valores de RU. Porém, os dados obtidos mostraram que tal interação não promoveu o aumento esperado. A presença do polímero policarboxilato modificado no líquido do Biodentine, utilizado como agente redutor de água pode ser responsável por este resultado (Grech *et al.* 2013). Este polímero é um dispersante amplamente utilizado na engenharia civil, sendo classificado como um aditivo superplastificante. Quando misturados à água, os grãos de cimento tendem a aprisionar parte do líquido. O policarboxilato, atuando como dispersante, impede esse aprisionamento e garante maior fluidez ao cimento (Paillere 1995). Já em contato com PBS, é possível que o Biodentine tenha à disposição maior quantidade de água e, como consequência, apresente maior dispersão das partículas (Grech *et al.* 2013), possibilitando a incorporação de ar e facilitando a formação de poros, resultando no deslocamento do cimento.

O cloreto de cálcio (CaCl_2) contido no líquido do Biodentine também pode ter afetado sua RU após exposição ao PBS. Quando um cimento à base de silicato tricálcico é associado ao CaCl_2 , uma menor quantidade de água é necessária para a mistura (Bortoluzzi *et al.* 2006), devido à hidratação dos silicatos (Ramachandran 1984) e a ação higroscópica do CaCl_2 (Bortoluzzi *et al.* 2009). O contato do Biodentine com PBS pode ter permitido maior absorção de água pelo cimento, alterando a proporção pó-líquido. Quando um cimento à base de silicato

tricálcico é manipulado com uma proporção pó/líquido acima da ideal, praticamente toda a água em excesso favorece a formação de poros e aumenta a solubilidade do material (Fridland & Rosado 2003).

Surpreendentemente, os resultados revelaram uma queda significativa na RU aos 28 dias. Explicações para essa ocorrência devem ser investigadas com outras pesquisas.

3.7 CONCLUSÕES

A exposição do Biodentine ao PBS resultou em menores valores de RU. De maneira geral, a RU aumentou gradativamente até 3 dias e diminuiu aos 28 dias.

3.8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Septodont por fornecer o Biodentine para este estudo, e negam qualquer conflito de interesses.

3.9 REFERÊNCIAS

Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, Moraes IG, Bernardineli N (2006) Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. *Journal of Endodontics* **32**, 897-900.

Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Felipe WT, Tanomaru Filho M, Esberard RM (2009) The influence of calcium chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with a radiopacifier. *Journal of Endodontics* **35**, 550-4.

Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D (2013) Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dental Materials* **29**, 580-93.

Colon P, Bronnec F, Grosogeat B, Pradelle-Plasse N (2010) Interactions Between a Calcium Silicate Cement (Biodentine) and Its Environment. In: 88th General Session and Exhibition of the IADR. Barcelona, Espanha.
[http://iadr.confex.com/iadr/2010barce/preliminaryprogram/abstract_136289.htm]. [acesso em 12 maio 2012].

de Almeida J, Felipe MCS, Bortoluzzi EA, Teixeira CS, Felipe WT (2013) Influence of the exposure of MTA with and without calcium chloride to phosphate-buffered saline on the push-out bond strength to dentine (Early View). *International Endodontic Journal*. [<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12168/abstract>]. [acesso em 01 set. 2013].

El-Ma'aita AM, Qualtrough AJE, Watts DC (2013) The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. *Dental Materials* **29**, 797-803

Fridland M, Rosado R (2003) Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *Journal of Endodontics* **29**, 814-7.

Gancedo-Caravia L, Garcia-Barbero E (2006) Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *Journal of Endodontics* **32**, 894-6.

Grech L, Mallia B, Camilleri J (2013) Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dental Materials* **29**, e20-8.

Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU (2013) Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of Biodentine and conventional root perforation repair materials. *Journal of Endodontics* **39**, 380-4.

Han L, Okiji T (2011) Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *International Endodontic Journal* **44**, 1081-7.

Han L, Okiji T (2013) Bioactivity evaluation of three calcium silicate based endodontic materials. *International Endodontic Journal* **46**, 808-14.

Paillere AM (1995) *Application of admixtures in concrete*. Rilem Report no. 10, UK: E & FN Spon.

Ramachandran VS (1984) *Concrete admixtures handbook*. Park Ridge, NJ: Noyes Publications.

Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT (2009) Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with dentine in a phosphate-containing fluid. *Journal of Endodontics* **35**, 731–6.

Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT (2010b) The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentine enhances the push-out strength. *Journal of Endodontics* **36**, 286–91.

Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR (1994) Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *Journal of Endodontics* **20**, 159–63.

REFERÊNCIAS

- AQRABAWI, J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. **British Dental Journal**, London, v. 188, n. 5, p. 266–268, Mar. 2000.
- AL-HEZAIMI, K. et al. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 6, p. 453–456, June 2005.
- AL-KAHTANI, A. et al. In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 117-119, Feb. 2005.
- ALMEIDA, J. et al. The sealing ability of MTA apical plugs exposed to a phosphate-buffered saline. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 341-345, Jul-Aug. 2013.
- ASTRUP, I. I.; KNUTSSØN, C. H.; OSEN T. B. **Biodentine™ as a root-end filling**. 2012. 29 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Departamento de Odontologia Clínica, Universidade de Tromsø, Tromsø - Noruega, 2012.
- BENENATI, F. W. et al. Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 12, n. 4, p. 161-166, Apr. 1986.
- BENTLEY, K. et al. Mechanical and physical properties of vital pulp therapy materials. In: AADR, 2012, Tampla, Flórida, EUA. Resumo. Disponível em:<<http://iadr.confex.com/iadr/2012tampa/webprogram/Paper158356.html>>. Acesso em: 30 jul. 2012.
- BOGAERTS, P. Treatment of root perforations with calcium hydroxide and SuperEBA cement: a clinical report. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 30, n. 3, p. 210-219, May 1997.
- BORTOLUZZI, E.A. et al. Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 32, n. 9, p. 897-900, Sep. 2006.

BORTOLUZZI, E.A. et al. The influence of calcium chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with a radiopacifier. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 35, n. 4, p. 550-554, Apr. 2009.

CAMILLERI, J.; MALLIA, B. Evaluation of the dimensional changes of mineral trioxide aggregate sealer. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 44, n. 5, p. 416-424, May 2011.

CAMILLERI, J.; SORRENTINO, F.; DAMIDOT, D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. **Dental Materials**, Washington, v. 29, n. 5, p. 580–593, May 2013.

CAMILLERI, J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. **Journal of Dentistry**, Guildford, v. 41, n. 7, p. 600-610, July 2013.

CHEN, C-L. et al. Comparison of calcium and silicate cement and mineral trioxide aggregate biologic effects and bone markers expression in MG63 cells. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 35, n. 5, p. 682-685, May 2009.

COLON, P. et al. Interactions between a calcium silicate cement (Biodentine) and its environment. In: 88th General Session and Exhibition of the IADR, 2010, Barcelona, Espanha. **Resumo**. Disponível em: http://iadr.confex.com/iadr/2010barce/preliminaryprogram/abstract_136289.htm. Acesso em: 12 maio 2012

D'ARCANGELO, C.; D'AMARIO, M. Use of MTA for orthograde obturation of nonvital teeth with open apices: report of two cases. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 104, n. 4, p. e98-e101, Oct. 2007.

DANESH, G. et al. A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 213–219, Mar. 2006.

de ALMEIDA, J. et al. Influence of the exposure of MTA with and without calcium chloride to phosphate-buffered saline on the push-out bond strength to dentine. **International Endodontic Journal**, Oxford, 2013. Disponível em: <
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12168/full>>. Acesso em: 01 set. 2013.

DE BRUYNE, M. A.; DE BRUYNE, R. J.; DE MOOR, R. J. Capillary flow porometry to assess the seal provided by root-end filling materials in a standardized and reproducible way. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 32, n. 3, p. 206-209, Mar. 2006.

DE-DEUS, G. Research that matters - root canal filling and leakage studies. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 45, n. 12, p. 1063-1064, Dec. 2012.

de LEIMBURG, M. L. et al. MTA obturation of pulpless teeth with open apices: bacterial leakage as detected by polymerase chain reaction assay. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 12, p. 883-886, Dec. 2004.

DE SOUZA, E. T. et al. Tridimensional quantitative porosity characterization of three set calcium silicate-based repair cements for endodontic use. **Microscopy research and technique**, United States, v. 76, n. 10, p. 1093-1098, Oct. 2013

EL-MA'AITA, A. M.; QUALTROUGH, A. J. E.; WATTS, D. C. The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. **Dental Materials**, Washington, v. 29, n. 7, p. 797-803, July 2013.

FELIPPE, W. T.; FELIPPE, M. C. S.; ROCHA, M. J. C. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 2-9, Jan. 2006.

FISCHER, E. J.; ARENS, D. E.; MILLER, C. H. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling

material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 3, p. 176-179, Mar. 1998.

FRIDLAND, M.; ROSADO, R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 12, p. 814-817, Dec. 2003.

GANCEDO-CARAVIA, L.; GARCIA-BARBERO, E. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 32, n. 9, p. 894-896, Sep. 2006.

GAWTHAMAN, M. et al. Apexification with calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate: Report of two cases. **Journal of Pharmacy & BioAllied Sciences**, India, v. 5, n. 2, p. S131-S134, July 2013

GIULIANE, V. et al. The use of MTA in teeth with necrotic pulps and open apices. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 18, n. 4, p. 217-221, Aug. 2002.

GOLDBERG, M. et al. Emerging trends in (bio)material researches. In: Goldberg M, ed. **Biocompatibility or cytotoxic effects of dental composites**. Oxford, Inglaterra: Coxmoor Publishing, 2009. p. 181–203.

GONDIM, E. et al. An investigation of microleakage from root-end fillings in ultrasonic retrograde cavities with or without finishing: a quantitative analysis. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 99, n. 6, p. 755-760, June 2005.

GRECH, L.; MALLIA, B.; CAMILLERI, J. Characterization of set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 46, n. 7, p. 632–641, July 2013a.

GRECH, L.; MALLIA, B.; CAMILLERI, J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. **Dental Materials**, Washington, v. 29, n. 2, p. e20–e28, Feb. 2013b.

GUNESER, M.B.; AKBULUT, M.B.; ELDENIZ, A.U. Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of Biodentine and conventional root perforation repair materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 39, n. 3, p. 380-384, Mar. 2013.

HACHMEISTER, D. et al. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 5, p. 386-390, May 2002.

HAN, L.; OKIJI, T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 44, n. 12, p. 1081-1087, Dec. 2011.

HAN, L.; OKIJI, T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 46, n. 9, p. 808-814, Sep. 2013.

HAYASHI, M.; SHIMIZU, A.; EBISU, S. MTA for obturation of mandibular central incisors with open apices: case report. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 2, p. 120-122, Feb. 2004.

HOLLAND, R. et al. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. **Brazilian Dental Journal**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 109-113, 2001.

HSIEN, HC. et al. Repair of perforating internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 8, p. 538-539, Aug. 2003.

KIM, U. S. et al. In vitro evaluation of bacterial leakage resistance of an ultrasonically placed mineral trioxide aggregate orthograde apical plug in teeth with wide open apices: a preliminary study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 107, n. 4, p. e52-e56, Apr. 2009.

KOUBI, S. et al. Quantitative evaluation by glucose diffusion of microleakage in aged calcium silicate-based open-sandwich restorations. **International Journal of Dentistry**, Pernambuco, v. 2012, p. 1-6, 2012.

KUMAR, R. et al. MTA apical plug and clinical application of anatomic post and core for coronal restoration: A case report. **Iranian Endodontic Journal**, Tehran, v. 6, n. 2, p. 90-94, May 2011.

LAURENT, P. et al. Induction of specific cell responses to a Ca(3)SiO(5)-based posterior restorative material. **Dental Materials**, Washington, v. 24, n. 11, p. I486-I494, Nov. 2008.

LAURENT, P.; CAMPS, J.; ABOUT, I. Biodentine induces TGF- β 1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 45, n. 5, p. 439-448, May 2012.

LAWLEY, G. et al. Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 3, p. 167-172, Mar. 2004.

LEAL, F. et al. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 44, n. 7, p. 662-668, July 2011.

LEE, S.J.; MONSEF, M.; TORABINEJAD, M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 11, p. 541-544, Nov. 1993.

LINDEBOOM, J. A. H. et al. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 100, n. 4, p. 495-500, Oct. 2005.

LINSUWANONT, P. MTA Apexification combined with conventional root canal retreatment. **Australian Endodontic Journal**, Sidney, v. 29, n. 1, p. 45-49, Apr. 2003.

LUKETIĆ, S.F. et al. Coronal microleakage of two root-end filling materials using a polymicrobial marker. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 2, p. 201-203, Feb. 2008.

MAIN, C. et al. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 2, p. 80-83, Feb. 2004.

MARTIN, R. et al. Sealing properties of mineral trioxide aggregate orthograde apical plugs and root fillings in an in vitro apexification model. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 33, n. 3, p. 272-275, Mar. 2007.

MATT, G. et al. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 12, p. 876-879, Dec. 2004.

MENEZES, R. et al. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wound dressings. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, St. Louis, v. 98, n. 3, p. 376-379, Sep. 2004.

MENTE, J. et al. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 2, p. 208-213, Feb. 2010.

NOWICKA, A. et al. Response of human dental pulp capped with Biodentine and mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 39, n. 6, p. 743-747, June 2013.

PACE, R. et al. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 40, n. 6, p. 478-484, June 2007.

PACE, R.; GIULIANI, V.; PAGAVINO, G. Mineral trioxide aggregate as repair material for furcal perforation: case series. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 9, p. 1130-1133, Sep. 2008.

PAILLERE, A. M. **Application of admixtures in concrete**. Rilem Report no. 10, Reino Unido: E & FN Spon, 1995. 131 p.

PARIROKH, M. et al. Effect of phosphate buffer saline on coronal leakage of mineral trioxide aggregate. **Journal of Oral Science**, Tóquio, v. 51, n. 2, p. 187-191, June 2009.

RAJABLOU, N.; AZIMI, S. An in vitro comparative SEM study of marginal adaptation of IRM, light- and chemically-cured glass ionomer, and amalgam in furcation perforations. **Australian Endodontic Journal**, Sidney, v. 27, n. 3, p. 119-122, Dec. 2001.

RAMACHANDRAN, V. S. **Accelerators**. Concrete admixtures handbook: Properties, science, and technology, ed. V. S. Ramachandran. Park Ridge, N.J.: Noyes Publications, 1984.

RASKIN, A. et al. Biodentine Microleakage in Class II Open-sandwich Restorations. In: 88th General Session and Exhibition of the IADR, 2010, Barcelona, Espanha. **Resumo**. Disponível em: <http://iadr.confex.com/iadr/2010barce/preliminaryprogram/abstract_133299.htm>. Acesso em: 12 maio 2012.

REYES-CARMONA, J. F.; FELIPPE, M. S; FELIPPE, W. T. A phosphate-buffered saline intracanal dressing improves the biomineralization ability of mineral trioxide aggregate apical plugs. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 10, p. 1648-1652, Oct. 2010.

REYES-CARMONA, J. F.; FELIPPE, M. S; FELIPPE, W. T. Biomineralization ability and interaction of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement with dentin in a phosphate-containing fluid. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 35, n. 5, p. 731-736, May 2009.

REYES-CARMONA, J. F.; FELIPPE, M. S; FELIPPE, W. T. The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentin enhances the push-out strength. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 2, p. 286-291, Feb. 2010.

SARKAR, N. et al. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 97-100, Feb. 2005.

SCHWARTZ, R. S. et al. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. **Journal of American Dental Association**, Chicago, v. 130, n. 7, p. 967-975, July 1999.

SEPTODONT. **BIODENTINE™ Bioactive Dentin Substitute**.
Disponível em: <<http://www.septodontusa.com/products/biodentine>>.
Acesso em: 12 mar. 2012.

SHAHI, S. et al. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study. **Journal of Oral Science**, Toquio, v. 51, n. 4, p. 601-606, Dec. 2009.

SHEMESH, H. et al. Glucose reactivity with filling materials as a limitation for using the glucose leakage model. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 41, n. 10, p. 869-872, Oct. 2008.

SHEMESH, H.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 39, n. 12, p. 968-976, Dec. 2006.

SHIPPER, G. et al. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 37, n. 5, p. 325-336, May 2004.

STEFPOPOULOS, S. et al. Comparative in vitro study of the sealing efficiency of white vs grey ProRoot mineral trioxide aggregate formulas as apical barriers. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 24, n. 2, p. 207-213, Apr. 2008.

STEPKOWSKA, E. T. et al. Hydration products in two aged cement pastes. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, Netherlands, v. 82, p. 731-739, Sep. 2005.

TANG, H.; TORABINEJAD, M; KETTERING, J. Leakage Evaluation of Root End Filling Materials Using Endotoxin. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 1, p. 5-7, Jan. 2002.

TAY, F. R. et al. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the Portland cement component of white mineral

trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 33, n. 11, p. 1347-1351, Nov. 2007.

TORABINEJAD, M. et al. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 20, n. 4, p. 159-163, Apr. 1994.

TORABINEJAD, M.; CHIVIAN, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 25, n. 3, p. 197-205, Mar. 1999.

TRAN, X. V. et al. Effect of a Calcium-silicate-based Restorative Cement on Pulp Repair. **Journal of Dental Research**, Washington, v. 91, n. 12, p. 1166-1171, Dec. 2012.

TRAN, V.; COLON, P.; PRADELLE, N. Microleakage of a new restorative calcium based cement (Biodentin®). In: PEF IADR, 2008, Londres, Inglaterra. **Resumo**. Disponível em: <http://iadr.confex.com/iadr/pef08/techprogram/abstract_111278.htm>. Acesso em: 30 jul 2012.

VALLÉS, M. et al. Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 39, n. 4, p. 525-528, Apr. 2013.

WU, M. K.; KONTAKIOTIS, E. G.; WESSELINK, P. R. Long-term seal provided by some root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 8, p. 557-560, Aug. 1998.

XAVIER, C. B. et al. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 7, p. 539-542, Jul. 2005.

XU Q. et al. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, St. Louis, v. 99, n. 1, p. 107-111, Jan. 2005.

YATSUSHIRO, J. D.; BAUMGARTNER, J. C.; TINKLE, J. S. Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials

using a fluid conductive system. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n.11, p. 716-719, Nov. 1998.

ZAIDI, S. J. A. et al. Characterisation Of Biodentine And Its Behaviour In Stimulated Oral Environment. In: British Society for Oral and Dental Research, 2011, Inglaterra. **Resumo**. Disponível em: <<http://iadr.confex.com/iadr/bsodr11/webprogram/Paper152718.html>>. Acesso em: 30 jul 2012.

ZANINI, M. et al. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 38, n. 9, p. 1220-1226, Set. 2012.

ZOU, L. et al. In vitro evaluation of the sealing ability of MTA used for the repair of furcation perforations with and without the use of an internal matrix. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, St. Louis, v. 105, n. 6, p. e61-e65, June 2008.

ZHOU, H. et al. In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 39, n. 4, p. 478-483, Apr. 2013.

ZHU, W. H. et al. Endodontic treatment with MTA of a mandibular first premolar with open apex: case report. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, St. Louis, v. 106, n. 1, p. e73-e75, July 2008.

**APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Experimento 1**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA

**INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO
PARA PESQUISA**

Eu, Bruna Casagrande Cechella, cirurgiã-dentista e aluna do curso de mestrado em Odontologia da UFSC, área de concentração em Endodontia, estou desenvolvendo a pesquisa “**Avaliação da capacidade de selamento de dois materiais (cimentos) odontológicos (Biodentine e MTA Branco)**” com o objetivo de avaliar se um novo material colocado no canal de um dente é capaz de melhorar o selamento e aumentar a chance de sucesso do tratamento de canal. O seu dente será extraído porque não existem formas de tratamento para recuperá-lo, portanto, por um motivo alheio a esta pesquisa. Os riscos e/ou desconforto são aqueles associados aos procedimentos de extração. A pesquisa em si não oferecerá nenhum tipo de riscos e/ou desconforto. Qualquer dúvida em relação a esta pesquisa você poderá entrar em contato comigo pelo telefone: (48) 9994-4030. Se você estiver de acordo em doar seu dente, garantimos que ele será utilizado somente neste trabalho, e que não haverá ligação/identificação entre o dente doado e o paciente. Garantimos também que, se for o caso, a sua desistência na doação do dente não implicará em nenhum tipo de prejuízo. Informamos que seu dente não será utilizado em nenhum outro tipo de pesquisa biológica.

Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe (Orientador) _____

Bruna Casagrande Cechella (Pesquisadora) _____

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____ fui esclarecido(a) sobre a pesquisa “**Avaliação da capacidade de selamento de dois materiais (cimentos) odontológicos (Biodentine e MTA Branco)**”, e concordo em permitir que meu(s) dente(s) seja(m) utilizado(s) para atingir o objetivo proposto pela avaliação.

Florianópolis, _____ de _____ de 2012.

Assinatura: _____ RG: _____

Fone: _____

Dente(s): _____

**APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Experimento 2**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA

**INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO
PARA PESQUISA**

Eu, Bruna Casagrande Cechella, cirurgiã-dentista e aluna do curso de mestrado em Odontologia da UFSC, área de concentração em Endodontia, estou desenvolvendo a pesquisa “**Análise da resistência de união do Biodentine à dentina**” com o objetivo de avaliar se um novo material apresenta uma resistência de união ao dente, quando submetido a uma força semelhante a da mastigação. O seu dente será extraído porque não existem formas de tratamento para recuperá-lo, portanto, por um motivo alheio a esta pesquisa. Os riscos e/ou desconforto são aqueles associados aos procedimentos de extração. A pesquisa em si não oferecerá nenhum tipo de riscos e/ou desconforto. Qualquer dúvida em relação a esta pesquisa você poderá entrar em contato comigo pelo telefone: (48) 9994-4030. Se você estiver de acordo em doar seu dente, garantimos que ele será utilizado somente neste trabalho, e que não haverá ligação/identificação entre o dente doado e o paciente. Garantimos também que, se for o caso, a sua desistência na doação do dente não implicará em nenhum tipo de prejuízo. Informamos que seu dente não será utilizado em nenhum outro tipo de pesquisa biológica.

Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe (Orientador) _____
Bruna Casagrande Cechella (Pesquisadora) _____

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____ fui esclarecido(a) sobre a pesquisa “**Análise da resistência de união do Biodentine à dentina**”, e concordo em permitir que meu(s) dente(s) seja(m) utilizado(s) para atingir o objetivo proposto pela avaliação.

Florianópolis, _____ de _____ de 2013.

Assinatura: _____ RG: _____

Fone: _____

Dente(s): _____

APÊNDICE C – Tabela dos valores da concentração de glicose de cada amostra

Tabela 4 - Grupos e valores da concentração de glicose infiltrada (g/L) de cada amostra.

| AMOSTRA | GRUPOS | | | |
|---------|-----------------|---------------------|---------------|--------------|
| | 1 Biodentine | 2 Biodentine/PBS | 3 MTA/água | 4 MTA/PBS |
| 1 | 42,05 | 4,57 | 17,81 | 0,00 |
| 2 | 72,89 | 11,50 | 0,00 | 20,41 |
| 3 | 18,86 | 0,32 | 0,00 | 9,82 |
| 4 | 1,93 | 17,05 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 3,77 |
| 6 | 87,12 | 4,59 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 3,53 | 8,75 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 77,56 | 3,05 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 44,38 | 5,72 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 29,94 | 25,79 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 89,68 | 26,32 | 13,46 | 0,00 |
| 12 | 27,31 | 14,30 | 0,11 | 3,85 |
| 13 | 70,17 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| 14 | 40,56 | 6,49 | 0,00 | 13,85 |
| 15 | 9,19 | 16,95 | 13,20 | 0,00 |
| 16 | 13,45 | 3,09 | 17,81 | 1,15 |
| 17 | 50,53 | 14,18 | 0,15 | 0,00 |
| 18 | 32,10 | 0,31 | 0,00 | 11,42 |
| 19 | 3,94 | 19,11 | 0,18 | 1,10 |
| 20 | 63,56 | 21,47 | 0,00 | 0,00 |
| 21 | 43,22 | 7,61 | 0,00 | 0,00 |
| 22 | 13,02 | 6,78 | 0,12 | 0,00 |
| 23 | 3,96 | 5,13 | 0,00 | 0,00 |
| 24 | 0,00 | 2,25 | 0,00 | 18,17 |
| 25 | 7,56 | 26,53 | 0,75 | 0,24 |

APÊNDICE D – Fotografia do dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose

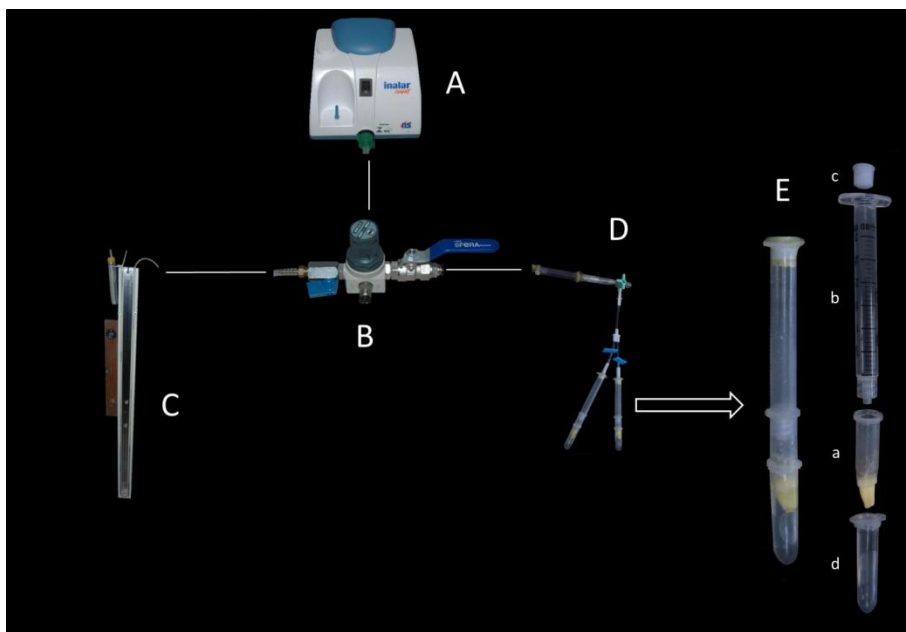


Figura 3. Fotografia do dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose. A – Bomba de ar comprimido; B - Válvula controladora da intensidade de pressão; C - Manômetro (tipo coluna de mercúrio); D – Cânula conectada à parte do dispositivo; E – Parte do dispositivo: (a) tubo Eppendorf de 1,5 mL com segmento radicular; (b) corpo de uma seringa; (c) rosca; (d) tubo Eppendorf de 2,0 mL com água deionizada.

APÊNDICE E – Determinação dos valores da concentração de glicose infiltrada

Como o limite máximo de detecção da concentração de glicose é de 0,7 g/L, as amostras que apresentaram valores superiores a este foram diluídas entre 5 e 50 vezes. Todas as leituras foram realizadas em duplicata e a média, calculada.

A concentração de glicose (g/L) foi determinada a partir da seguinte fórmula (Lei de Lambert-Beer):

$$c = AA/AP \times CP \text{ [g/L]}$$

onde:

c = concentração de glicose

AA = absorvância da amostra

AP = absorvância do padrão

CP = concentração da solução padrão = 0,1 g/L

O valor da concentração de glicose encontrado foi devidamente multiplicado pelo fator de diluição.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina Experimento 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da capacidade de selamento de dois materiais (cimentos odontológicos (Biodentine e MTA Branco).

Pesquisador: WILSON TADEU FELIPPE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 06843312.3.0000.0121

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 167.645

Data da Relatoria: 26/11/2012

Apresentação do Projeto:

Avaliação da capacidade de selamento de dois materiais (cimentos odontológicos (Biodentine e MTA Branco) é um trabalho de mestrado em Odontologia da mestrandia Bruna C. Cecetta sob a orientação de Wilson T. Felipe, além de uma equipe de pesquisa com outros acadêmicos. Serão selecionados 104 dentes humanos, unirradiados, com canais únicos e retos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa e doados pelos pacientes através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar, pelo método de infiltração de glicose, a capacidade de selamento do Biodentine como plug apical em um modelo de apicificação ex vivo. Comparar a habilidade de selamento do MTA Branco e do Biodentine, na forma de tampão apical; avaliar a influência da exposição do Biodentine e MTA Branco ao PBS sobre o selamento apical e analisar por meio de MEV a formação da intercarnada e a deposição mineral intratubular na região da interface cimento-dentina.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não existe.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Adequada e prática.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram corretamente preenchidos.

Recomendações:

Cuidar do nome da pesquisa com precisão nos diferentes formulários enviados.

Conclusões ou Pendências e Lista de inadequações:

Não se aplicam

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

FLORIANÓPOLIS, 10 de Dezembro de 2012

Assinador por:
Washington Portela de Souza
(Coordenador)

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
Bairro: Trindade CEP: 88.045-900
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3721-9206 Fax: (48)3721-9698 E-mail: cep@etitoria.ufsc.br

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina Experimento 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise da resistência de união do Biodentine a dentina.

Pesquisador: WILSON TADEU FELIPPE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 05832312.9.0000.0121

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 232-508

Data da Relatoria: 25/03/2013

Apresentação do Projeto:

Mestrado em Odontologia. Serão selecionados radiograficamente 40 dentes humanos, unirradiados, com canais retos e retos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa e doados pelos pacientes através de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a resistência de união do Biodentine a dentina em diferentes períodos experimentais.

Objetivo Secundário:

Avaliar a resistência de união do Biodentine a dentina.

Avaliar a influência da exposição Biodentine ao PBS sobre a sua resistência de união a dentina.

Comparar a resistência de união do Biodentine a dentina, com e sem exposição ao PBS, através do teste de push out.

Verificar, na Interface Biodentine/dentina, por meio de MEV (microscopia eletrônica de varredura), o tipo de falha de união e a provável formação de intercâmara mineral e prolongamentos intratubulares.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sempre há o risco, ainda que não intencional e inesperado, de quebra de sigilo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem comentários adicionais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCE claro e objetivo. A folha de rosto vem assinada pelo pesquisador principal e pelo chefe do Departamento.

Recomendações:

Sem recomendações adicionais

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

FLORIANÓPOLIS, 28 de Março de 2013

Assinador por:
Washington Portes de Souza
(Coordenador)

| | | | |
|--|--------------------------|-----------------------------|--|
| Endereço: Campus Universitário Rector João David Ferreira Lima | | | |
| Bairro: Trindade | Município: FLORIANÓPOLIS | CEP: 88.040-900 | |
| UF: SC | | | |
| Telefone: (48)3721-9208 | Fax: (48)3721-9696 | E-mail: cep@retoria.ufsc.br | |

ANEXO C – Princípio da reação do método enzimático da glicose oxidase

A glicose oxidase catalisa a oxidação da glicose:



O peróxido de hidrogênio formado reage com 4-aminoantipirina e fenol, sob ação catalisadora da peroxidase, através de uma reação oxidativa de acoplamento, formando uma antipirilquinonimina vermelha cuja intensidade de cor é proporcional à concentração da glicose na amostra.

