

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

Josiane de Almeida

**INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE BIOMINERALIZAÇÃO E DA  
ADIÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO AO MTA BRANCO NO  
SELAMENTO APICAL. AVALIAÇÃO *EX VIVO* EM MODELO  
DE RIZOGÊNESE INCOMPLETA.**

Florianópolis  
2012



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

Josiane de Almeida

**INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE BIOMINERALIZAÇÃO E DA  
ADIÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO AO MTA BRANCO NO  
SELAMENTO APICAL. AVALIAÇÃO *EX VIVO* EM MODELO  
DE RIZOGÊNESE INCOMPLETA.**

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  
2012

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da  
Universidade Federal de Santa Catarina

A447i Almeida, Josiane de

Influência do processo de biomineralização e da adição de cloreto de cálcio ao MTA branco no selamento apical [dissertação] : avaliação ex vivo em modelo de rizogênese incompleta / Josiane de Almeida ; orientador Wilson Tadeu Felipe. - Florianópolis, 2012.

68 p.: il., tabs.

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

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Glicose. 3. Dentina. 4. Calcio. I. Felipe, Wilson Tadeu. II. Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314

Josiane de Almeida

**INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE BIOMINERALIZAÇÃO E DA  
ADIÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO AO MTA BRANCO NO  
SELAMENTO APICAL. AVALIAÇÃO *EX VIVO* EM MODELO  
DE RIZOGÊNESE INCOMPLETA.**

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, 15 de fevereiro de 2012.

---

Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe,  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Profa. Dra. Ezilmara Leonor Rolim de Sousa,  
Universidade Federal de Pelotas

---

Prof. Dr. Roberto Ferreira de Melo,  
Universidade Federal de Santa Catarina



*Aos meus pais, Sandra e Jorge, pelo amor sem limites. À minha mãezinha amada, por não medir esforços na realização dos meus objetivos e na busca da minha felicidade, sempre me ajudando e apoiando incansavelmente. Ao meu paizinho, que sempre me incentivou e acreditou em meu potencial e em minha capacidade, que sempre sonhou com minhas vitórias e me encorajou em todos os momentos.*





## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por iluminar meu caminho, me abençoar e estar sempre ao meu lado.

Aos meus queridos pais, **Sandra e Jorge**. À minha mãe, minha melhor amiga, para quem jamais conseguirei retribuir todo o amor que recebo. Agradeço pelo seu empenho incansável em todos os minutos, pela imensa dedicação em proporcionar as melhores condições para que eu seja feliz e realizada. Ao meu pai, meu “vêio”, que sempre vibrou com minhas vitórias e me incentivou nos momentos ruins. Por toda sua dedicação nos “bastidores”, por todo o seu trabalho, a fim de permitir a realização de sonhos, tão sonhados por mim e por ele. Obrigada por todo o amor que sempre recebi!

Ao meu mano, **Márcio**. Agradeço por todos os conselhos, pelas risadas e até pelas poucas brigas. Tudo serviu para o meu crescimento. Obrigada por sempre torcer pelo meu sucesso! Te amo muito meu maninho!

Ao meu namorado e sempre companheiro, **Guga**. Obrigada por fazer parte de todos os minutinhos da minha vida. Por me incentivar, por ouvir minhas lamentações, meus choros, minhas fraquezas. Por compartilhar todas as alegrias e conquistas. Obrigada pelo amor puro, pelo carinho e doação! Te amo!

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Wilson Tadeu Felipe**, pelos ensinamentos, pela dedicação e pela paciência. Pela atenção, pelo seu entusiasmo contagiante, pelo amor ao trabalho e competência. Obrigada professor, pelo carinho, pelas palavras motivadoras e pelo crescimento que o Sr me proporcionou durante este convívio.

À Profa. Dra. **Ana Maria H. Alves**, por todo seu esforço, pela disponibilidade e pela ajuda na realização deste trabalho. Pela simplicidade e pelo exemplo de honestidade. Pelas palavras amigas, pelos conselhos e pelo estímulo. Obrigada por entender minhas angústias e pelas lições de vida durante este período!

Ao Prof. Dr. **Roberto Ferreira Melo**, pelo carinho e dedicação. Pela disponibilidade e ensinamentos que fizeram possível a conclusão deste trabalho.

Às minhas colegas de mestrado, **Cláudia, Lí, Maybell e Gabriela**, obrigada por todos os momentos, pelas longas conversas, pelas boas risadas! Por compartilharem as angústias, as dúvidas, as vitórias e por estarem sempre ali, prontas, caso fosse necessário. Obrigada por serem ótimas colegas, mas, principalmente, pela amizade que soubemos construir juntas!

À Profa. Dra. **Mara Cristina Santos Felippe**, pelos ensinamentos, determinação e pela demonstração de força. Obrigada pelas palavras, pelas críticas, sempre construtivas, e pela cobrança para que o melhor fosse feito. Tudo serviu para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. **Eduardo Antunes Bortoluzzi**, pela sua amizade, companheirismo e competência. Por todos os seus ensinamentos, pelas palavras queridas e sinceras. Por estar sempre incentivando, mostrando o caminho do conhecimento, e pelo seu amor à Endodontia.

À Profa. Dra. **Cleonice da Silveira Teixeira**, pelos ensinamentos, pelas conversas e pelas risadas. Pela ajuda e disposição. Obrigada por estar sempre presente.

À Profa. Dra. **Maria Helena Pozzobon**, pela acolhida afetuosa, pelas conversas e pelo carinho.

À minha eterna orientadora e amiga Profa. Dra. **Ezilmara Leonor Rolim de Sousa**, pelas oportunidades concedidas, por acreditar em meu potencial e por mostrar o caminho da Endodontia. Pela amizade, pelos conselhos, pelo apoio e pelo estímulo. O meu eterno agradecimento!

Aos funcionários **Jackeline, Sérgio e Marfy**, pelo carinho, pela presteza e pela ajuda. Obrigada por todo o carinho e pela acolhida.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

*A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas  
faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não  
podem dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.*  
(Paulo Freire, 1999)



## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar, num modelo de apicificação *ex vivo*, se a interação do sistema MTA/dentina com PBS intracanal e se a adição de 10% de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) ao MTA Branco exercem influência sobre o selamento apical. Sessenta segmentos radiculares (12mm) foram divididos em 2 grupos (n=30) de acordo com o cimento empregado na confecção do tampão apical: G1, MTA Branco e G2, MTA Branco + 10%  $\text{CaCl}_2$ . Em seguida foram inseridos em uma esponja floral umedecida com PBS e subdivididos (n=15): nos segmentos dos grupos G1A e G2A, uma bolinha de algodão umedecida com água destilada foi colocada na região cervical durante 24h e, depois, substituída por uma seca; nos segmentos dos grupos G1B e G2B, o espaço do canal foi preenchido com PBS. Todas as cavidades foram seladas e, decorridos 2 meses, foi realizado o teste de infiltração de glicose. Uma pressão de 103KPa (15psi) foi gerada, e a solução de glicose forçada no sentido apical durante 60min. A concentração de glicose (g/L) infiltrada foi quantificada por meio de espectrofotômetro. O conjunto de dados foi tratado estatisticamente pelo teste Kruskal-Wallis e Mann-Whitney a um nível de significância de 5%. Não foram observadas diferenças significativas entre os resultados dos grupos 1A e 1B (p=0,258), e 2A e 2B (p=0,287), no entanto os segmentos radiculares que receberam PBS intracanal apresentaram menor número de amostras com traços da solução e menor valor médio de concentração de glicose. Foram observadas diferenças significativas entre os resultados dos grupos 1A e 2A (p=0,0037) e 1B e 2B (p=0,019). Os segmentos radiculares que receberam o tampão com MTA Branco + 10%  $\text{CaCl}_2$  apresentaram maior número de amostras com traços da solução e maior valor médio de concentração de glicose. Foi possível concluir que, embora sem diferença significativa, a interação do sistema MTA/dentina com PBS intracanal influenciou positivamente o selamento apical. A adição de  $\text{CaCl}_2$  ao MTA influenciou negativamente o selamento apical.

**Palavras-chave:** MTA. Apicificação. Glicose. Infiltração.



## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate, in an ex vivo apexification model, if the interaction of the MTA-dentin system with phosphate-buffered saline (PBS) and if the addition of calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) 10% to MTA influence the apical seal. Sixty root segments (12mm) were divided into two groups (n=30) according to the cement used to form the apical plug: G1, MTA and G2, MTA + 10%  $\text{CaCl}_2$ . After that, the root segments were introduced in floral foams moistened with PBS and subdivided (n=15): in the segments of the groups G1A and G2A, a cotton pellet moistened with distilled water was placed in the cervical region for 24h and, after, replaced by a dry one; in the segments of the groups G1B and G2B, the remaining canal space was filling with PBS as an intracanal dressing. All access openings were filled and, after 2 months, prepared in a double chamber apparatus to evaluate the glucose leakage, along the apical plugs. A pressure of 103KPa (15psi) was created, and the glucose solution was forced apically for 60min. The amount of glucose leakage was quantified by a spectrophotometer. Data were analyzed by using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney test. Significance was set at  $\alpha=5\%$ . There were no significant differences between the results of the groups 1A and 1B ( $p=0,258$ ), and 2A and 2B ( $p=0,287$ ). However, the root segments that were filling with PBS as an intracanal dressing had the smaller number of samples with traces of the solution and the lower mean of glucose concentration. Significant differences were observed between the results of the groups 1A and 2A ( $p=0,0037$ ) and 1B and 2B ( $p=0,019$ ). The root segments that received MTA + 10%  $\text{CaCl}_2$  had a higher number of samples with traces of the solution and the higher mean of glucose concentration. Although no significant difference, the interaction of the MTA-dentin system with PBS positively influenced the apical seal. The addition of  $\text{CaCl}_2$  to the MTA negatively influenced the apical seal.

**Keywords:** MTA. Apexification. Glucose. Leakage.





## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Dispositivo para o teste de infiltração de glicose (A e B)....	35
Figura 2 - Sistema de distribuição de pressão (A e B).....	36



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Grupos e valores da concentração de glicose infiltrada (g/L) em cada amostra.....	39
Tabela 2 - Grupos, número e percentual de amostras com traços da solução de glicose e valor médio da concentração.....	40



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mm - milímetros

min – minutos

g - grama

mL - mililitro

h – hora

L – litro

Pa.s – pascal segundo

KPa - quilopascal

psi - “pound force per square inch” = libra força por polegada quadrada

$\mu$ L - microlitro

nm - nanômetro

g/L - grama por litro



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>25</b>
1.1	OBJETIVOS .....	31
1.1.1	Objetivo Geral .....	31
1.1.2	Objetivos Específicos .....	31
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
2.1	TESTE DE INFILTRAÇÃO DE GLICOSE SOB PRESSÃO.....	34
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
3.1	INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO DO SISTEMA MTA/DENTINA COM PBS INTRACANAL .....	40
3.1.1	No tampão apical com MTA Branco .....	40
3.1.2	No tampão apical com MTA Branco + 10% CaCl <sub>2</sub> .....	40
3.2	INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CaCl <sub>2</sub> AO MTA BRANCO ....	41
3.2.1	Com algodão umedecido (Convencional) .....	41
3.2.2	Com PBS intracanal .....	41
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>
	<b>APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b> .	<b>61</b>
	<b>APÊNDICE B – Tabelas da análise estatística</b> .....	<b>63</b>
	<b>ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina</b> .....	<b>65</b>
	<b>ANEXO B – Princípio da reação do método enzimático da glicose oxidase</b> .....	<b>67</b>





## 1 INTRODUÇÃO

Quando um dente permanente com rizogênese incompleta sofre uma injúria e a polpa necrosa, a formação de dentina cessa e o desenvolvimento radicular é interrompido. Nessas condições, os dentes permanecem com ápices abertos, canais amplos, e paredes finas e frágeis, que dificultam ou impedem os procedimentos de limpeza e de obturação do canal com técnicas e materiais tradicionais. Conseqüentemente, esses dentes desafiam a capacidade de fornecer um resultado previsível do tratamento em longo prazo. Uma das opções terapêuticas está voltada para a execução de um procedimento que promova o fechamento do forame por meio de uma barreira de tecido mineralizado (apicificação), permitindo que o material obturador seja compactado e o selamento apical obtido (FELIPPE, W.T.; FELIPPE, M.C.S.; ROCHA, 2006).

Durante muitos anos o processo de apicificação consistiu na aplicação, em longo prazo, de hidróxido de cálcio associado a diferentes veículos, a fim de criar um ambiente favorável ao reparo e induzir a formação apical da barreira de tecido calcificado. Ultimamente, um procedimento que tem apresentado grande taxa de sucesso é a confecção de uma barreira artificial com o agregado de trióxido mineral (MTA) (SHABAHANG et al., 1999; GIULIANI et al., 2002; LINSUWANONT, 2003; STEINING; REGAN; GUTMANN, 2003; MAROTO et al., 2003; HAYASHI; SHIMIZU; EBISU, 2004; LAWLEY et al., 2004; MATT et al., 2004; RAFTER, 2005; FELIPPE, W.T.; FELIPPE, M.C.S; ROCHA, 2006; EL MELIGY; AVERY, 2006; SIMON et al., 2007; PACE et al., 2007; D'ARCANGELO; D'AMARIO, 2007; GHAZIANI; AGHASIZADEH; SHEIKH-NEZAMI, 2007; SARRIS et al., 2008; HOLDEN et al., 2008; ZHU et al., 2008; PARK; LEE, 2008; ERDEM; SEPET, 2008; OLIVEIRA et al., 2008; WITHERSPOON et al., 2008; MENTE et al., 2009) que, além de servir como um tampão apical, induz a deposição de tecido calcificado em continuidade com o cimento pré-existente (FELIPPE, W.T.; FELIPPE, M.C.S; ROCHA, 2006).

As barreiras (de tecido calcificado e/ou artificial) são necessárias para permitir a compactação do material obturador sem o risco de extravasamento, e impedir a passagem de microrganismos e toxinas do canal radicular para os tecidos periapicais.

A importância do selamento marginal para o sucesso dos procedimentos endodônticos já está bem estabelecida. É sabido que a maioria dos insucessos resulta da passagem de substâncias irritantes,

provenientes de canais radiculares infectados, em direção aos tecidos perirradiculares (SIQUEIRA, 2001; TORABINEJAD; PARIROKH, 2010). Portanto, um material que tenha a finalidade de selar as comunicações existentes entre o canal e o periodonto, particularmente nos casos de rizogênese incompleta, deve, obrigatoriamente, oferecer um bom selamento marginal.

A capacidade seladora do MTA tem sido avaliada por diferentes metodologias, como penetração de corantes (AQRABAWI, 2000; VIZGIRDA et al., 2004; MATT et al., 2004; GONDIM JR.; KIM; SOUZA-FILHO, 2005; CAMILLERI; PITT FORD, 2008; OROSCO et al., 2010), transporte de fluído (WU; KONTAKIOTIS; WESSELINK, 1998; YATSUSHIRO; BAUMGARTNER; TINKLE, 1998; MARTIN et al., 2007; JONH et al., 2008), infiltração de bactérias (TORABINEJAD et al., 1995a; SCHEERER; STEIMAN; COHEN, 2001; ALKAHTAMI et al., 2005; LUKETIĆ et al., 2008), endotoxinas (TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002), saliva (TSELNIK; BAUMGARTNER; MARSHALL, 2004; AL-HEZAIMI et al., 2005; DE-DEUS et al., 2006; ZAKIZADEH et al., 2008), proteínas (VALOIS; COSTA JR, 2004; SAGHIRI et al., 2008; SHAHI et al., 2009) e glicose (LEAL et al., 2011). Na maioria desses estudos, os resultados demonstram que o selamento promovido pelo MTA é superior ao de outros materiais (TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002; PEREIRA; CENCI; DEMARCO, 2004; AL-HEZAIMI et al., 2005; GONDIM JR.; KIM; SOUZA-FILHO, 2005; XAVIER et al., 2005; De BRUYNE, M.A.A.; De BRUYNE, R.J.E.; De MOOR, 2006; LUKETIĆ et al., 2008), o que pode ser resultado da ligeira expansão após a presa, a qual proporciona uma melhor adaptação às paredes dentinárias (TORABINEJAD et al., 1995b; SLUYK; MOON; HARTWELL, 1998; PETERS C.I.; PETERS O.A., 2002; CHNG et al., 2005; STORM et al., 2008).

Ainda assim, poucos estudos demonstram um selamento totalmente eficaz quando o MTA é utilizado como material retro-obturador ou como tampão apical (AQRABAWI, 2000; SCHERER; STEIMAN; COHEN, 2001). É interessante salientar que alguns estudos acusaram infiltração em 100% das amostras (BATES; CARNES; del RIO, 1996; FOGEL; PEIKOFF, 2001; HACHMEISTER et al., 2002; MANGIN et al., 2003; ALKAHTANI et al., 2005; GONDIM JR.; KIM; SOUZA-FILHO, 2005; PICHARDO et al., 2006; MARTIN et al., 2007; TOBÓN-ARROYAVE et al., 2007; PELLICIONI et al., 2007; LUKETIĆ et al., 2008; STEFOPOULOS et al., 2008; SAGHIRI et al.,

2008; DE-DEUS et al., 2008; PARIROKH et al., 2009; LEAL et al., 2011).

Testes realizados através do sistema de transporte de fluido, porometria de fluxo e infiltração de glicose têm mostrado, inclusive, a presença de falhas graves quando o agregado é empregado (BATES; CARNES; del RIO, 1996; WU; KONTAKIOTIS; WESSELINK, 1998; YATSUSHIRO; BAUMGARTNER; TINKLE, 1998; FOGEL; PEIKOFF, 2001; LAMB et al., 2003; De BRUYNE, M.A.A.; De BRUYNE, R.J.E.; De MOOR, 2005; MARTIN et al., 2007; PELLICIONI et al., 2007; JONH et al., 2008; LEAL et al., 2011). É sabido que o selamento proporcionado pelo MTA depende de vários fatores, dentre os quais se destacam a espessura do material (VALOIS; COSTA JR, 2004), a técnica de inserção (AMINOSHARIAE; HARTWELL; MOON, 2003) e o meio de armazenamento em que as amostras são mantidas durante o período experimental (PARIROKH et al., 2009). Em muitos estudos, as amostras com o cimento são mantidas em ambiente úmido (WU; KANTAKIOTIS; WESSELINK, 1998; MATT et al., 2004; HONG et al., 2008), imersas em solução salina (BATES; CARNES; del RIO, 1996) ou em contato com cone de papel umedecido (HACHMEISTER et al., 2002; LAWLEY et al., 2004; de LEIMBURG et al., 2004; STEFOPOULOS et al., 2008; DE-DEUS et al., 2008). No entanto, as condições encontradas *in vivo*, nas quais o MTA faz contato direto com o fluido tissular, só podem ser reproduzidas *in vitro* quando é empregado um fluido tissular sintético, como por exemplo, o tampão fosfato-salino (PBS) (TAY et al., 2007).

Com a intenção de simular o ambiente *in vivo* e avaliar a microinfiltração em cavidades retroobturadas com MTA, Yatsushiro, Baumgartner e Tinkle (1998) armazenaram as amostras em PBS pelo período de uma a 24 semanas. Mesmo não sendo o objetivo da pesquisa, os autores observaram que, quase imediatamente após a imersão das amostras, houve a formação de uma camada branca e friável na superfície do MTA que, ao longo do tempo, formou uma saliência de aproximadamente 0,5mm. Interessantemente, essa formação não foi observada em estudos-piloto, nos quais foi utilizada água destilada ou solução salina como meio de armazenamento. Os resultados mostraram que o nível de infiltração pelo MTA se aproximou, e em alguns casos foi inferior, aos apresentados pelas amostras do grupo-controle negativo (retroobturadas com MTA e cobertas com adesivo dentinário e cera pegajosa). Os autores não relacionaram a formação do precipitado com a qualidade do selamento apical.

É sabido que um material que estimula a deposição de cristais de apatita ou de hidroxiapatita (HA) é definido como bioativo. Bioatividade é um termo empregado para definir a capacidade que um material tem de interagir com o tecido vivo, permitindo a sua integração ao ambiente receptor e trazendo efeitos benéficos ao tecido onde é implantado. Na interface biomaterial-tecido ocorre uma série de reações bioquímicas e biofísicas que resultam na formação de uma camada de apatita carbonatada (HENCH, 1991).

Nos últimos anos, diversos autores empregaram o PBS como meio de armazenamento de suas amostras e proporcionaram um melhor entendimento acerca da bioatividade do MTA e outros agregados. Sarkar et al. (2005) demonstraram que reações físico-químicas ocorrem entre os íons cálcio, liberados pelo MTA, e os íons fosfato, provenientes do PBS, levando à formação de cristais de HA. Esses cristais preenchem os espaços microscópicos na interface MTA/dentina e contribuem para a formação de uma camada mineral (intercamada), com aparente adesão química à estrutura dentinária. Bozeman, Lemon e Eleazer (2006) analisaram a quantidade e o tipo de cristais formados nas superfícies dos MTAs branco e cinza, quando imersos em PBS, e confirmaram os resultados de Sarkar et al. (2005), salientando que os cristais provenientes dos MTAs são química e estruturalmente similares à HA. Tay et al. (2007) avaliaram o cimento Portland branco após a imersão das amostras em PBS e concluíram que a bioatividade desse cimento deve ser atribuída à sua capacidade de induzir a formação de apatita carbonatada, estrutura quimicamente semelhante à HA. Reyes-Carmona, Felipe, M.S. e Felipe, W.T. (2009) analisaram o comportamento dos cimentos ProRoot MTA, MTA Branco, MTA BIO e Portland branco, em contato com a dentina após imersão em PBS. Os autores demonstraram que esses cimentos têm a capacidade de promover o processo de biomineralização, ou seja, de dissolver alguns de seus componentes e de propiciar a precipitação de apatita carbonatada. A biomineralização foi caracterizada pela formação tanto da intercamada, como de prolongamentos que se estenderam para o interior dos túbulos dentinários.

A bioatividade de vários cimentos à base de silicato de cálcio, como MTA e cimento Portland, também foi avaliada em outros estudos *ex vivo* com resultados similares aos anteriormente citados (ZHAO et al., 2005; ZHAO et al., 2007; COLEMAN; NICHOLSON; AWOSANYA, 2007; TINGEY; BUSH; LEVINE, 2008; WELLER et al., 2008; COLEMAN; AWOSANYA; NICHOLSON, 2009;

GANDOLFI et al., 2009; ASGARY et al., 2009; TADDEI et al., 2009; GANDOLFI et al., 2010b).

Existem relatos de que o MTA, quando colocado em contato com PBS, tem sua capacidade de selamento melhorada (MARTIN et al., 2007; PARIROKH et al., 2009). Através do método de transporte de fluido, e utilizando um modelo de apicificação *in vitro*, Martin et al. (2007) avaliaram o selamento proporcionado pelo ProRoot MTA branco, antes e após a imersão das amostras em PBS por um mês. Os autores observaram que o contato com o PBS propiciou uma melhora significativa na capacidade seladora do material, e creditaram os bons resultados à deposição de apatita carbonatada na interface MTA/dentina. Parirokh et al. (2009) avaliaram a infiltração bacteriana em segmentos radiculares retroobturados com MTA e armazenados em PBS ou em solução salina por um mês. As amostras imersas em PBS apresentaram a formação de uma camada cristalina branca sobre o MTA e uma redução significativa na penetração coronal de bactérias.

Pesquisando alternativas para o emprego do conceito de biomineralização no tratamento de dentes com rizogênese incompleta, Reyes-Carmona, Felipe, M.S. e Felipe, W.T. (2010) desenvolveram um estudo *ex vivo* no qual o PBS, utilizado como curativo intracanal, manteve contato com o plug apical de MTA Branco por 2 meses. Os autores comprovaram a formação de uma camada de apatita carbonatada na interface MTA/dentina e sugeriram que esta pode exercer influência no selamento apical.

Paralelamente, já foi demonstrado que a adição de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) aos cimentos Portland e MTAs pode melhorar as propriedades físico-químicas (BORTOLUZZI et al., 2009) e a capacidade seladora desses cimentos, quando utilizados como materiais retro-obturadores (BORTOLUZZI et al., 2006). Pode também influenciar positivamente o processo de biomineralização, uma vez que promove uma maior liberação de íons cálcio e contribui para a formação de uma maior quantidade de apatita carbonatada (REYES-CARMONA; FELIPPE, M.S.; FELIPPE, W.T., 2009).

Hipoteticamente, tanto a formação da intercamada resultante da interação MTA/dentina com PBS quanto a adição de  $\text{CaCl}_2$  ao cimento podem ser determinantes para a qualidade do selamento e consequente redução da infiltração apical.



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar, pelo método de infiltração de glicose, a ocorrência de infiltração apical em um modelo de apicificação *ex vivo*.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- 1) Se interação do sistema MTA/dentina com PBS intracanal exerce influência no selamento apical.
- 2) Se a adição de  $\text{CaCl}_2$  ao MTA Branco exerce influência no selamento apical.





## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, sob o número 1861 (ANEXO A).

Foram selecionados 64 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 A). Todos os dentes foram armazenados em solução salina à temperatura de 37°C em ambiente com 100% de umidade até o início do experimento.

De cada dente foram removidos a coroa e o terço apical da raiz com um disco diamantado dupla-face, de forma a se obter segmentos radiculares de aproximadamente 12mm de comprimento. Os canais foram alargados por meio de brocas Gates-Glidden #1-5, empregadas sequencialmente em a toda extensão do canal, sob irrigação com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 1%. Com o objetivo de estabelecer um modelo de rizogênese incompleta foi realizada uma cavidade retrógrada de 4mm com broca Gates-Glidden #6 ( $\pm 1,5$ mm de diâmetro). Os segmentos radiculares foram imersos sequencialmente em solução de EDTA 17% por 3min e em solução de NaOCl 1% por 3min. Em seguida, foram lavados em água destilada e secos.

Os segmentos foram então divididos aleatoriamente em 2 grupos de acordo com o tipo de cimento empregado na confecção do tampão apical:

**Grupo 1** (n=30): as cavidades apicais foram preenchidas com MTA Branco (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil). O pó colocado numa placa de vidro foi gradualmente incorporado à água destilada. O cimento foi manipulado na proporção de 1g/0,26mL por aproximadamente um minuto.

**Grupo 2** (n=30): as cavidades apicais foram preenchidas com MTA Branco (Angelus) acrescido de 10% de cloreto de cálcio (Vetec Química Fina, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). O pó colocado numa placa de vidro foi gradualmente incorporado à água destilada. O cimento foi manipulado na proporção de 1g/0,18mL por aproximadamente um minuto.

As proporções pó-líquido foram selecionadas de acordo com Bortoluzzi et al. (2009).

Um cone de guta-percha, adaptado no interior do canal, limitou a penetração retrógrada do cimento a uma profundidade de 4mm. O cimento foi inserido na cavidade apical com auxílio de um porta-MTA e acomodado através de calcadores 10680 e 10685 (Duflex, SSWhite, Rio

de Janeiro, RJ, Brasil), simulando um plug apical. Radiografias nos sentidos vestibulo-palatino/lingual e mésio-distal foram realizadas para confirmar a homogeneidade do material e a correta espessura do plug.

A seguir, os segmentos radiculares foram inseridos individual e aleatoriamente em uma esponja floral umedecida com 20mL de PBS, pH 7,2 (Farmácia de manipulação Dermus, Florianópolis, SC, Brasil), contida em recipientes plásticos.

Os segmentos radiculares de cada grupo foram subdivididos aleatoriamente de acordo com o que segue:

**Subgrupos A** (n=15): uma bolinha de algodão umedecida com água destilada foi colocada na região cervical de cada segmento radicular e as cavidades foram seladas com Cimpat Rosa (Septodont Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil). Após 24h, o algodão umedecido foi substituído por algodão seco e procedido um novo selamento.

**Subgrupos B** (n=15): o espaço do canal remanescente foi preenchido com PBS. Uma bolinha de algodão umedecida com a mesma solução foi colocada na região cervical de cada segmento radicular e as cavidades foram seladas com Cimpat (Septodont Brasil Ltda).

O grupo-controle positivo (n=2) foi constituído de segmentos radiculares preparados, que não receberam o plug apical de MTA. 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.

Os recipientes plásticos, identificados de acordo com os grupos e subgrupos, permaneceram em estufa a 37°C. Decorridos 2 meses, os segmentos radiculares foram submetidos ao teste de infiltração de glicose sob pressão.

## 2.1 TESTE DE INFILTRAÇÃO DE GLICOSE SOB PRESSÃO

Os segmentos foram fixados em um dispositivo desenvolvido para o teste de infiltração de glicose (adaptado de LEAL et al., 2011). A porção mais cervical de cada segmento radicular foi fixada a um tubo Eppendorf (2mL), aberto em sua porção inferior, de forma que os 7mm apicais ficassem exteriorizados. A porção superior do Eppendorf foi conectada a um dispositivo com rosca, através da qual 0,75mL de 1mol L<sup>-1</sup> de solução de glicose (pH 7,0 / densidade 1,09 x 103g.L<sup>-1</sup> / viscosidade 1.18 x 10<sup>-3</sup> Pa.s<sup>-1</sup> a 37°C) foi injetada. A porção inferior do Eppendorf, contendo o segmento radicular, foi adaptada no interior de uma cubeta contendo 0,75mL de água deionizada, na qual os 3mm apicais do segmento radicular ficaram imersos. Resina epóxi (Araldite,

Brascola, Joinvile, SC, Brasil) foi usada para selar todas as interfaces, garantindo o vedamento do aparato (Fig. 1).

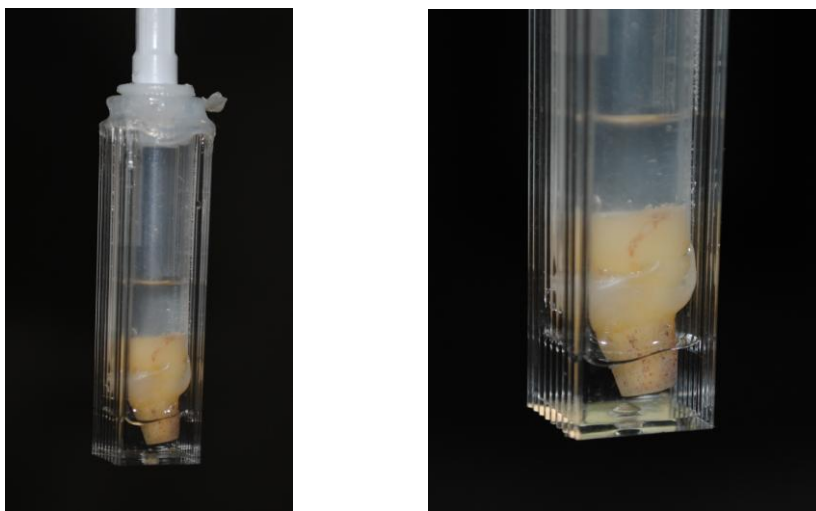


Figura 1 - Dispositivo para o teste de infiltração de glicose (A e B)

Uma pressão de 103KPa (15psi) foi gerada através de uma bomba de ar comprimido (Inalar Compact, NS Indústria de Aparelhos Médicos Ltda., São Paulo, 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 ao tubo Eppendorf, foi fixada. A solução de glicose foi forçada no sentido cérvico-apical durante 60min, findos os quais a cânula foi desconectada da rosca. Um sistema de distribuição de pressão foi especificamente desenvolvido para que fosse possível a realização do teste simultaneamente em seis segmentos radiculares.



Figura 2 – Sistema de distribuição de pressão (A e B)

Uma alíquota de 10 $\mu$ L da solução contida na cubeta (amostra) foi removida com auxílio de uma micropipeta e traços de glicose, eventualmente presentes em cada amostra, foram identificados por meio de um conjunto reagente (Glicose Pap Liquiform – Labtest Diagnóstica) (reação descrita no ANEXO B).

Cada amostra foi submetida à avaliação em espectrofotômetro de luz visível (505nm) (analisador bioquímico semi-automático BIO-2000, Bioplus 2004R) e um valor de absorvância específico foi obtido.

Como o limite máximo de detecção do método é de 0,7g/L, as amostras que apresentaram valores superiores a este foram diluídas entre 4 e 50 vezes. Todas as leituras foram realizadas em duplicata e a média, calculada. Entre as leituras de cada amostra, foi realizada a lavagem da cubeta interna do equipamento com água deionizada por duas vezes.

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 = 0,1g/L

O valor da concentração de glicose encontrado foi devidamente multiplicado pelo fator de diluição. As leituras de absorvância que indicaram valores até 0,01 foram consideradas como ausência de glicose, uma vez que os controles negativos apresentaram a mesma magnitude de variação em relação ao branco de água.

O conjunto de dados, representados pelos valores médios da concentração de glicose infiltrada em cada grupo, foi tratado estatisticamente pelos testes Kolmogorov-Smirnov, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney a um nível de significância de 5%.



### 3 RESULTADOS

Os valores da concentração de glicose (g/L) em cada amostra estão expressos na tabela 1.

Tabela 1 - Grupos e valores da concentração de glicose infiltrada (g/L) em cada amostra

<i>AMOSTRAS</i>	<i>GRUPOS</i>			
	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>
	MTA Água	MTA PBS	MTA+CaCl <sub>2</sub> Água	MTA+CaCl <sub>2</sub> PBS
<b>1</b>	0	0	26,00	49,43
<b>2</b>	37,79	0	39,64	0
<b>3</b>	12,65	0	44,55	42,66
<b>4</b>	0,09	0,79	45,86	40,63
<b>5</b>	0,17	0	0	0
<b>6</b>	0,21	0	0	50,13
<b>7</b>	8,58	5,32	46,86	34,94
<b>8</b>	0	0	19,88	0
<b>9</b>	0	0,36	11,00	0
<b>10</b>	0	0	36,69	23,04
<b>11</b>	0	5,01	45,09	37,22
<b>12</b>	0,27	0	42,72	24,05
<b>13</b>	0,42	5,64	44,62	0
<b>14</b>	0,88	0	33,91	0
<b>15</b>	0	0	8,88	30,63

#### Grupos controle

Não foram evidenciados traços da solução de glicose nas amostras do grupo controle-negativo. Nas amostras do grupo controle-positivo, o valor médio foi de 79g/L, aproximadamente a metade do valor da concentração da solução de glicose 1molar (180g/L).

### Grupos experimentais

O número absoluto e o percentual de amostras que apresentaram traços da solução, assim como o valor médio da concentração de glicose infiltrada, são mostrados na tabela 2.

Tabela 2 - Grupos, número e percentual de amostras com traços da solução de glicose e valor médio da concentração

<i>Grupos</i>	<i>n (%)</i>	<i>Glicose (g/L)</i>
<b>1A</b> (MTA/água)	9 (60)	4,07
<b>1B</b> (MTA/PBS)	5 (33,33)	1,14
<b>2A</b> (MTA+CaCl <sub>2</sub> /água)	13 (86,66)	27,27
<b>2B</b> (MTA+CaCl <sub>2</sub> /PBS)	9 (60)	22,18

Quando comparados por ordem decrescente de infiltração, os grupos se apresentam da seguinte maneira: 2A>2B>1A>1B (Tab. 2).

Como o teste Kolmogorov-Smirnov demonstrou uma distribuição não-paramétrica para os grupos 1A e 1B, o conjunto dos dados foi tratado estatisticamente pelo teste Kruskal-Wallis e, em seguida, para confirmação dos resultados, pelo teste Mann-Whitney (APÊNDICE B).

## 3.1 INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO DO SISTEMA MTA/DENTINA COM PBS INTRACANAL

### 3.1.1 No tampão apical com MTA Branco

Apesar de não haver diferença significativa entre os resultados dos grupos 1A e 1B ( $p=0,2583$ ), os segmentos radiculares que receberam PBS intracanal (1B) apresentaram o menor número de amostras (5) com traços da solução e menor valor médio de concentração de glicose (1,14g/L).

### 3.1.2 No tampão apical com MTA Branco + 10% CaCl<sub>2</sub>

Apesar de não haver diferença significativa entre os resultados dos grupos 2A e 2B ( $p=0,2872$ ), os segmentos radiculares que



receberam PBS intracanal (2B) apresentaram menor número de amostras (9) com traços da solução e menor valor médio de concentração de glicose (22,18g/L).

### 3.2 INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE $\text{CaCl}_2$ AO MTA BRANCO

#### 3.2.1 Com algodão umedecido (Convencional)

Foi observada diferença significativa entre os resultados dos grupos 1A e 2A ( $p=0,0037$ ). Os segmentos radiculares que receberam o tampão com MTA Branco + 10%  $\text{CaCl}_2$  (2A) apresentaram maior número de amostras (13) com traços da solução e maior valor médio de concentração de glicose (27,27g/L).

#### 3.2.2 Com PBS intracanal

Foi observada diferença significativa entre os resultados dos grupos 1B e 2B ( $p=0,0199$ ). Os segmentos radiculares que receberam o tampão com MTA Branco + 10%  $\text{CaCl}_2$  (2B) apresentaram maior número de amostras (9) com traços da solução e maior valor médio de concentração de glicose (22,18g/L).



## 4 DISCUSSÃO

Em Endodontia, a maioria dos insucessos resulta da passagem de substâncias irritantes, provenientes de canais radiculares infectados, para os tecidos perirradiculares (SIQUEIRA, 2001; TORABINEJAD; PARIROKH, 2010). Particularmente nos casos de rizogênese incompleta, um dos principais desafios para o sucesso do tratamento é a obtenção de um selamento apical eficiente (DE-DEUS; COUTINHO-FILHO, 2007). Assim, o material usado para selar comunicações existentes entre o canal e o periodonto deve, obrigatoriamente, oferecer um bom selamento marginal.

Neste estudo, cuidados foram tomados para não interferir na capacidade de selamento e na porosidade do MTA, ou seja, foram respeitadas a proporção pó-líquido (FRIDLAND; ROSADO, 2003; BORTOLUZZI et al., 2009), a técnica de inserção (AMINOSHARIAE; HARTWELL; MOON, 2003) e a espessura mínima do plug apical (LAMB et al., 2003; VALOIS; COSTA JR, 2004).

A infiltração coronária e apical tem sido avaliada por diferentes metodologias. O método baseado na taxa de infiltração de glicose, proposto por Xu et al. (2005), tem sido aplicado para avaliar a capacidade seladora de diversos cimentos obturadores e reparadores (SHEMESH; WU; WESSELINK, 2006; van der SLUIS et al., 2007; XU et al., 2007; SHEMESH et al., 2007; KAYA, KECECI, BELLI, 2007; LIN; JHUGROO; LING, 2007; ÖZOK et al., 2008; ZOU et al., 2008; SOUZA et al., 2008; KARAPINAR-KAZANDAĞ et al., 2010; LEAL et al., 2011). Esse método apresenta alto grau de especificidade e alta sensibilidade (XU et al., 2005; SHEMESH, 2006), supera a maioria das limitações observadas em outros testes de infiltração (XU et al., 2005) e é útil para avaliações quantitativas de infiltração (LEAL et al., 2011).

A inexistência de estudos para analisar a infiltração apical com metodologias semelhantes impede que a discussão dos resultados aqui obtidos seja conduzida de maneira mais aprofundada.

Dentro dos diferentes grupos, alguns segmentos radiculares não exibiram infiltração, o que demonstra a capacidade de selamento do MTA. Por outro lado, algumas amostras de todos os grupos experimentais apresentaram traços de glicose, ou seja, o tampão permitiu a ocorrência de infiltração. É interessante observar que os maiores valores de concentração de glicose encontrados entre as amostras dos grupos experimentais correspondem aproximadamente à metade do valor apresentado pelas amostras do grupo controle-positivo. Outras pesquisas já demonstraram que, mesmo apresentando capacidade

de selamento superior a de outros materiais (TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002; PEREIRA; CENCI; DEMARCO, 2004; LUKETIĆ et al., 2008), o MTA não promove um selamento 100% eficiente (TORABINEJAD et al., 1995a; WU; KONTAKIOTIS; WESSELINK, 1998; TANG; TORABINEJAD, KETTERING, 2002; HACHMEISTER et al., 2002; LAWLEY et al., 2004; MARTIN et al., 2007; DE-DEUS et al., 2008; PARIROKH et al., 2009; YILDIRIM et al., 2010). A ocorrência de infiltração sugere a presença de falhas graves na massa do cimento e/ou na interface cimento/dentina (YATSUSHIRO; BAUMGARTNER; TINKLE, 1998; DE BRUYNE et al., 2005; DE-DEUS et al., 2007; HONG et al., 2008; SOUZA et al., 2008; DE-DEUS et al., 2008; LEAL et al., 2011). A presença de poros interconectados no corpo do material, como demonstrado por Camilleri e Mallia (2011), também pode ter permitido a infiltração da solução de glicose.

Neste estudo, os segmentos com tampão apical de MTA Branco que receberam PBS intracanal apresentaram um menor número de amostras com traços de glicose e um menor valor médio de concentração de glicose infiltrada. Embora não tenha havido diferença significativa com os resultados dos segmentos tratados de maneira convencional, estes resultados demonstram que a interação do sistema MTA/dentina com o PBS resultou em um selamento mais efetivo. Mesmo empregando metodologias diferentes, outros autores obtiveram resultados semelhantes quando o MTA foi mantido em contato com o PBS (MARTIN et al., 2007; PARIROKH et al., 2009). Martin et al. (2007) acreditam que a contínua liberação de íons cálcio e hidroxila a partir do MTA, e a posterior interação com o PBS, resulta na deposição de apatita carbonatada que oblitera parcialmente os espaços existentes entre o MTA e a dentina, reduzindo a infiltração. Além disso, a formação de apatita na superfície externa do material pode contribuir para a expansão do cimento (GANDOLFI et al., 2009) e preenchimento das porosidades superficiais (GANDOLFI et al., 2010a), melhorando a adaptação do MTA às paredes do canal. Reyes-Carmona, Felipe, M.S. e Felipe, W.T. (2010) observaram que o uso de PBS intracanal contribuiu para a formação da intercamada em toda a extensão do tampão apical. Neste estudo, provavelmente o PBS contido na esponja floral, e em contato com a superfície externa do MTA, favoreceu a formação da intercamada no terço apical do tampão e contribuiu para a redução da infiltração. Avaliações em andamento procuram esclarecer se a interação do sistema MTA/dentina com PBS é capaz de promover alterações na porosidade do MTA, pois os precipitados cristalinos que se

formam na superfície do cimento são porosos (WELLER et al., 2008) e podem não impedir a infiltração.

Diferentemente de outros estudos (BORTOLUZZI et al., 2006; HONG et al., 2008), a adição de cloreto de cálcio ao MTA diminuiu significativamente a sua capacidade de selamento. É sabido que, quando associado ao  $\text{CaCl}_2$ , o MTA necessita de menor quantidade de água para a mistura (BORTOLUZZI et al. 2006) devido à hidratação dos silicatos (RAMACHANDRAN, 1984) e à ação higroscópica do  $\text{CaCl}_2$  (BORTOLUZZI et al., 2009). Neste experimento, o contato imediato do MTA +  $\text{CaCl}_2$  com o PBS ou com o algodão umedecido pode ter permitido maior absorção de água pelo cimento, alterando a proporção pó-líquido que, por sua vez, aumenta a porosidade do cimento (MANUAL TÉCNICO DO VEDACIT, 2003; FRIDLAND; ROSADO, 2003). Acima da proporção ideal, praticamente toda a água em excesso favorece a formação de muitos poros capilares, o aumento de retração e formação de fissuras, e a consequente perda da qualidade seladora do cimento (MANUAL TÉCNICO DO VEDACIT, 2003).

A hipótese de que a adição de  $\text{CaCl}_2$  ao MTA promove maior liberação de íons cálcio e contribui para a formação de maior quantidade de apatita carbonatada, com consequente influência sobre o selamento apical, não pôde ser comprovada (REYES-CARMONA; FELIPPE, M.S.; FELIPPE, W.T., 2009). Futuras investigações são necessárias para o entendimento da influência da adição do  $\text{CaCl}_2$  sobre o processo de biomineralização e sobre o selamento proporcionado pelo MTA.

De uma forma geral, foi possível perceber que ocorreram grandes discrepâncias nos valores da concentração de glicose, inclusive quando as amostras de um mesmo grupo foram comparadas. De acordo com WU et al. (2003), os altos valores de infiltração resultam da existência de falhas amplas no material, enquanto os valores mais baixos indicam a presença de falhas estreitas.

Alguns autores observaram que o contato do MTA com PBS, pelo período de um mês, propicia uma melhora significativa na sua capacidade de selamento (MARTIN et al., 2007; PARIROKH et al., 2009). Recentemente, um estudo, *in vivo*, mostrou que o processo de biomineralização pode ocorrer em até 7 dias (REYES-CARMONA et al., 2010). Portanto, é de se supor que um período inferior a 2 meses de interação do sistema MTA/dentina com PBS intracanal seja suficiente para melhorar o selamento oferecido pelo cimento.

Este estudo fornece evidências de que o uso do PBS como medicação intracanal pode melhorar o selamento apical. No entanto, devido às controvérsias que ainda cercam os estudos de microinfiltração,

os resultados desta pesquisa deverão ser validados por outras metodologias, como o teste de infiltração bacteriana, ora em andamento.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições da presente avaliação *ex vivo*, foi possível concluir que:

- 1) Embora sem diferença significativa, a interação do sistema MTA/dentina com PBS intracanal influenciou positivamente o selamento apical.
- 2) A adição de  $\text{CaCl}_2$  ao MTA Branco influenciou negativamente o selamento apical.





## REFERÊNCIAS

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.

ALKAHTANI, 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.

AMINOSHARIAE, A.; HARTWELL, G. R.; MOON, P. C. Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 10, p. 679–682, Oct. 2003.

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.

ASGARY, S. et al. Effect of two storage solutions on surface topography of two root-end fillings. **Australian Endodontic Journal**, Sidney, v. 35, n. 3, p. 147-152, Dec. 2009.

BATES, C. F.; CARNES, D. L.; DEL RIO, C. E. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 22, n. 11, p. 575-578, Nov. 1996.

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.

BOZEMAN, T. B.; LEMON, R. R.; ELEAZER, P. D. Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 32, n. 5, p. 425-428, May 2006.

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.; PITT FORD, T. R. Evaluation of the effect of tracer pH on the sealing ability of glass ionomer cement and mineral trioxide aggregate. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, London, v. 19, n. 8, p. 2941-2948, Mar. 2008.

CHNG, H. K. et al. Properties of a new root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 9, p. 665-668, Sep. 2005.

COLEMAN, N. J.; AWOSANYA, K.; NICHOLSON, J. W. Aspects of the in vitro bioactivity of hydraulic calcium (alumino) silicate cement. **Journal of Biomedical Materials Research**, Hoboken, v. 90A, n. 1, p. 166-174, June 2009.

COLEMAN, N.J.; NICHOLSON, J.W.; AWOSANYA, K. A preliminary investigation of the in vitro bioactivity of white Portland cement. **Cement and Concrete Research**, United States, v. 37, n. 11, p. 1518-1523, Nov. 2007.

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.

DE BRUYNE, M. A.A.; DE BRUYNE, R. J.E.; DE MOOR, R. J.G. 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 BRUYNE, M. A. A. et al. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flow porometry. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 129-136, Feb. 2005.

DE-DEUS, G.; COUTINHO-FILHO, T. The use of white Portland cement as an apical plug in a tooth with a necrotic pulp and wide-open apex: a case report. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 40,

n. 8, p. 653-660, Aug. 2007.

DE-DEUS, G. et al. MTA versus Portland cement as repair material for furcal perforations: a laboratory study using a polymicrobial leakage model. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 293-298, Apr. 2006.

DE-DEUS, G. et al. Similar expression of through-and-through fluid movement along orthograde apical plugs of MTA Bio<sup>TM</sup> and white Portland cement. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 41, n. 12, p. 1047-1053, Dec. 2008.

de LEIMBURG, M. 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.

EL MELIGY, O. A. S.; AVERY, D. R. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. **Pediatric Dentistry**, Chicago, v. 28, n. 3, p. 248-253, May 2006.

ERDEM, A.P.; SEPET, E. Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 24, n. 5, p. e38-e41, Oct. 2008.

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.

FOGEL, H.; PEIKOFF, M. Microleakage of root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 27, n. 7, p. 456-458, July 2001.

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.

GANDOLFI, M. G. et al. Apatite-forming ability (bioactivity) of ProRoot MTA. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 43, n. 10, p. 917-929, Oct. 2010a.

GANDOLFI, M. G. et al. Environmental scanning electron microscopy connected with Energy Dispersive X-ray Analysis and Raman techniques to study ProRoot mineral trioxide aggregate and calcium silicate cements in wet conditions and in real time. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 5, p. 851-857, May 2010b.

GANDOLFI, M. G. et al. Kinetics of apatite formation on a calcium-silicate cement for root-end filling during ageing in physiological-like phosphate solutions. **Clinical Oral Investigations**, Berlin, v. 14, n. 6, p. 659-668, Nov. 2009.

GHAZIANI, P.; AGHASIZADEH, N.; SHEIKH-NEZAMI, M. Endodontic treatment with MTA apical plugs: a case report. **Journal of Oral Science**, Toquio, v. 49, n. 4, p. 325-329, Dec. 2007.

GONDIM JR., E.; KIM, S.; DE SOUZA-FILHO, F. J. 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.

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.

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.

HENCH, L. L. Bioceramics: from concepts to clinic. **Journal of American Ceramics Society**, Malden, v. 74, n. 7, p. 1487-1510, July 1991.

HOLDEN, D. et al. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 7, p. 812-817, July 2008.

HONG, S.-T. et al. Microleakage of accelerated mineral trioxide aggregate and Portland cement in an in vitro apexification model. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 1, p. 56-58, Jan. 2008.

JOHN, A. et al. Fluid flow evaluation of Fuji Triage and gray and white ProRoot mineral trioxide aggregate intraorifice barriers. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 7, p. 830-832, July 2008.

KARAPINAR-KAZANDAĞ, M. et al. Microleakage of various root filling systems by glucose filtration analysis. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 109, n. 6, p. e96-e102, June 2010.

KAYA, B. U.; KECECI, A. D.; BELLI, S. Evaluation of the sealing ability of gutta-percha and thermoplastic synthetic polymer-based systems along the root canals through the glucose penetration model. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 104, n. 6, p. e66-e73, Dec. 2007.

LAMB, E. et al. Effect of root resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics**, St. Louis, v. 95, n. 6, p. 732-735, June 2003.

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.

LIN, Z.-M.; JHUGROO, A.; LING, J.-Q. An evaluation of the sealing ability of a polycaprolactone-based root canal filling material (Resilon) after retreatment. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 104, n. 6, p. 846-851, Dec. 2007.

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.

MANGIN, C. et al. The comparative sealing ability of hydroxyapatite cement, mineral trioxide aggregate, and Super Ethoxybenzoic Acid as root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 29, n. 4, p. 261-264, Apr. 2003.

MANUAL TÉCNICO: aditivos para concretos e argamassas. 6. ed. Salvador: Vedacit, 2003.

MAROTO, M. et al. Treatment of a non-vital immature incisor with mineral trioxide aggregate (MTA). **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 19, n. 3, p. 165-169, June 2003.

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.

MENTE, J. et al. Mineral trioxide aggregate apical plugs in teeth with open apical foramina: a retrospective analysis of treatment outcome. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 35, n. 10, p. 1354-1358, Oct. 2009.

OLIVEIRA, T. M. et al. Mineral trioxide aggregate as an alternative treatment for intruded permanent teeth with root resorption and incomplete apex formation. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 24, n. 5, p. 565-568, Oct. 2008.

OROSCO, F. A. et al. Sealing ability, marginal adaptation and their correlation using three root-end filling materials as apical plugs. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 18, n. 2, p. 127-134, Fev. 2010.

ÖZOK, A. R. et al. Sealing ability of a new polydimethylsiloxane-based root canal filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n.

2, p. 204-207, Feb. 2008.

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.

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

PARK, J-B.; LEE, J-H. Use of mineral trioxide aggregate in the open apex of a maxillary first premolar. **Journal of Oral Science**, Toquio, v. 50, n. 3, p. 355, 358, Sep. 2008.

PELLICIONI, G. et al. ProRoot mineral trioxide aggregate cement used as a retrograde filling without addition of water: an in vitro evaluation of its microleakage. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 33, n. 9, p. 1082-1085, Sep. 2007.

PEREIRA, C. L.; CENCI, M. S.; DEMARCO, F. F. Sealing ability of MTA, Super EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materials. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 317–321, Abr. 2004.

PETERS, C. I.; PETERS, O. A. Occlusal loading of EBA and MTA root-end fillings in a computer-controlled masticator: a scanning electron microscopic study. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 35, n. 1, p. 22-29, Jan. 2002.

PICHARDO, M. R. et al. Apical leakage of root-end placed SuperEBA, MTA, and Geristore restorations in human teeth previously stored in 10% formalin. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 32, n. 10, p. 956-959, Oct. 2006.

RAFTER, M. Apexification: a review. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 21, n. 1, p. 1-8, Feb. 2005.

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

REYES-CARMONA, J. F. et al. Host–mineral trioxide aggregate inflammatory molecular signaling and biomineralization ability. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 8, p. 1347-1353, Aug. 2010.

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.

SAGHIRI, M. A. et al. Effect of pH on sealing ability of white mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 10, p. 1226-1229, Oct. 2008.

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.

SARRIS, S. et al. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children—a pilot study. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 24, n. 1, p. 79-85, Feb. 2008.

SCHEERER, S. Q.; STEIMAN, H. R.; COHEN, J. A comparative evaluation of three root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Prevotella nigrescens*. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 27, n. 1, p. 40–42, Jan. 2001.

SHABAHANG, S. et al. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. **Journal of endodontics**, Baltimore, v. 25, n. 1, p. 1–5, Jan. 1999.

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 penetration and fluid transport through coronal root structure and filled root canals. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 40, n. 11, p. 866-872, Nov. 2007.

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.

SIMON, S. et al. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 186-197, Mar. 2007.

SIQUEIRA, J. F. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 34, n. 1, p. 1-10, Jan. 2001.

SLUYK, S. R.; MOON, P. C.; HARTWELL, G. R. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 11, p. 768-771, Nov. 1998.

SOUZA, E. M. et al. Comparability of results from two leakage models. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 106, n. 2, p. 309-313, Aug. 2008.

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.

STEINIG, T. H.; REGAN, J. D.; GUTMANN, J. L. The use and predictable placement of mineral trioxide aggregate® in one-visit apexification cases. **Australian Endodontic Journal**, Sidney, v. 29, n. 1, p. 34-42, Apr. 2003.

STORM, B. et al. Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 1, p. 80-82, Jan. 2008.

TADDEI, P. et al. Ageing of calcium silicate cements for endodontic use in simulated body fluids: a micro-Raman study. **Journal of Raman Spectroscopy**, Amsterdam, v. 40, n. 12, p. 1858-1866, Dec. 2009.

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.

TINGEY, M. C.; BUSH, P.; LEVINE, M. S. Analysis of mineral trioxide aggregate surface when set in the presence of fetal bovine serum. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 1, p. 45-49, Jan. 2008.

TOBÓN-ARROYAVE, S. I. et al. Ex vivo microscopic assessment of factors affecting the quality of apical seal created by root-end fillings. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 590-602, Aug. 2007.

TORABINEJAD, M. et al. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 3, p. 109-112, Mar. 1995a.

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

TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 2, p. 190-202, Feb. 2010.

TSELNIK, M.; BAUMGARTNER, J.; MARSHALL, J. Bacterial leakage with mineral trioxide aggregate or a resin-modified glass ionomer used as a coronal barrier. **Journal of Endodontics**, Baltimore,

v. 30, n. 11, p. 782-784, Nov. 2004.

VALOIS, C. R. A.; COSTA JR, E. D. Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics**, St. Louis, v. 97, n. 1, p. 108-111, Jan. 2004.

van der SLUIS, L. W. M. et al. An evaluation of the influence of passive ultrasonic irrigation on the seal of root canal fillings. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 40, n. 5, p. 356-361, May 2007.

VIZGIRDA, P. et al. Comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 2, p. 103-106, Feb. 2004.

WELLER, R. N. et al. Microscopic appearance and apical seal of root canals filled with gutta-percha and ProRoot Endo Sealer after immersion in a phosphate-containing fluid. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 41, n. 11, p. 977-986, Nov. 2008.

WITHERSPOON, D. E. et al. Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 10, p. 1171-1176, Oct. 2008.

WU, M. et al. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 8, p. 533-540, Aug. 2003.

WU, M.; 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, July 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.

XU, Q. et al. A quantitative evaluation of sealing ability of 4 obturation techniques by using a glucose leakage test. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 104, n. 4, p. e109-e113, Oct. 2007.

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.

YILDIRIM, T. et al. Effect of smear layer and root-end cavity thickness on apical sealing ability of MTA as a root-end filling material: A bacterial leakage study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 109, n. 1, p. e67-e72, Jan. 2010.

ZAKIZADEH, P. et al. A novel approach in assessment of coronal leakage of intraorifice barriers: a saliva leakage and micro-computed tomographic evaluation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 7, p. 871-875, July 2008.

ZHAO, W. et al. In vitro bioactivity of novel tricalcium silicate ceramics. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, London, v. 18, n. 5, p. 917-923, Jan. 2007.

ZHAO, W. et al. The self-setting properties and in vitro bioactivity of tricalcium silicate. **Biomaterials**, Oxford, v. 26, n. 31, p. 6113-6121, Nov. 2005.

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.

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.

## APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



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

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Josiane de Almeida, cirurgiã-dentista e aluna do curso de mestrado em Odontologia da UFSC, área de concentração em Endodontia, juntamente com meu orientador Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe, desenvolveremos a pesquisa ***“Influência da adição de cloreto de cálcio ao MTA Branco, e do processo de biomineralização no selamento apical. Avaliação ex vivo em modelo de rizogênese incompleta”***, com o objetivo de avaliar se um curativo 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) 9976-7075. 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.

Assinatura da pesquisadora \_\_\_\_\_

Assinatura do orientador \_\_\_\_\_

Eu \_\_\_\_\_,

RG \_\_\_\_\_ declaro que entendi o que me foi explicado, compreendi a necessidade da pesquisa ***“Influência da adição de cloreto de cálcio ao MTA Branco, e do processo de biomineralização no selamento apical. Avaliação ex vivo em modelo de rizogênese incompleta”***, e concordo que meu dente, extraído por motivos alheios a esta pesquisa, seja utilizado na realização da mesma.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do doador

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.



## APÊNDICE B – Tabelas da análise estatística

Tabela 1 - Comparação entre os grupos

<i>Grupos</i>	<i>Teste Kruskal-Wallis</i>
	<i>p</i>
<b>1A, 1B, 2A, 2B</b>	0,0011

Tabela 2 - Influência da interação do sistema MTA/dentina com PBS intracanal

<i>Grupos</i>	<i>Teste Mann-Whitney</i>
	<i>p</i>
<b>1A x 1B</b>	0,2583
<b>2A x 2B</b>	0,2872

Tabela 3 - Influência da adição de CaCl<sub>2</sub> ao MTA Branco

<i>Grupos</i>	<i>Teste Mann-Whitney</i>
	<i>p</i>
<b>1A x 2A</b>	0,0037
<b>1B x 2B</b>	0,0199





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

Certificado

<https://sistema.cep.ufsc.br/certificado/certificado...>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão  
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

**CERTIFICADO** Nº 1861

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0584/GR-99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o contido no Regulamento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

**APROVADO**

PROCESSO: 1861

FR: 409237

TÍTULO: Influência da adição de cloreto de cálcio ao MTA Branco, e do processo de biomineralização no selamento apical. Avaliação *ex vivo* em modelo do rizogênese incompleta

AUTOR: Wilson Tadeu Felipe, Josiane de Almeida

FLORIANÓPOLIS, 28 de Março de 2011.

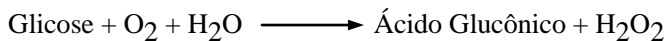
Coordenador do CEPSH/UFSC

Prof. Washington Portela de Souza  
Coordenador do CEP/PRPe/UFSC



## ANEXO B – 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.

