

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE SAÚDE E BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

ALESSANDRA TIMPONI GOES CRUZ

**INFLUÊNCIA DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NO SELAMENTO APICAL E NA
PENETRAÇÃO TUBULAR DOS CIMENTOS AH PLUS E MTA FILLAPEX:
ESTUDO IN VITRO**

CURITIBA

2013

ALESSANDRA TIMPONI GOES CRUZ

**INFLUÊNCIA DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NO SELAMENTO APICAL E NA
PENETRAÇÃO TUBULAR DOS CIMENTOS AH PLUS E MTA FILLAPEX:
ESTUDO IN VITRO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Odontologia Área de concentração:
Endodontia, da Escola de Saúde e
Biociências, da Pontifícia
Universidade Católica do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do
título de mestre em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Xavier
da Silva Neto

CURITIBA

2013



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Escola de Saúde e Biociências
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

TERMO DE APROVAÇÃO

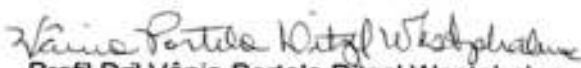
ALESSANDRA TIMPONI GOES CRUZ

EFEITO DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NO SELAMENTO APICAL E NA PROJEÇÃO DOS CIMENTOS AH PLUS E MTA FILLAPEX

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Mestre em Odontologia**, Área de Concentração em **Endodontia**.

Orientador(a):


Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Profª Drª Vânia Portela Ditzel Westphalen
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Profª Drª Fabiana Soares Grecca
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFRGS

Curitiba, 15 de outubro de 2013.

À **DEUS**, sem o qual nada é possível.

Aos meus pais, **GERALDO E SANDRA**, exemplos de caráter e dedicação, a quem
devo tudo o que sou.

Ao meu marido, **ALEXANDRE**, companheiro de todos os momentos, minha fortaleza,
me incentivando sempre, com muito amor e paciência.

Ao meu irmão, **GUSTAVO**, e cunhadas, **ÂNGELA, ADRIANA e ALINE**, que, mesmo
distante, me apoiam e torcem por mim.

Dedico especialmente este trabalho.

Ao meu querido orientador **Prof. Dr. ULISSES XAVIER DA SILVA NETO**, por ter aceitado me orientar, mesmo me conhecendo tão pouco. Pelos ensinamentos, amizade e tranquilidade transmitida sempre. Por me incentivar a questionar e pela maneira atenciosa com que me orientou durante esses dois anos.

Meu especial agradecimento.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) pela oportunidade de me tornar Mestre na Especialidade a qual me dedico com tanto amor.

À CAPES pelo auxílio prestado em forma de bolsa de estudos, para realização deste curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Sérgio Vieira, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia (PPGO), pela competência e seriedade com que conduz este programa.

À Prof. Dra. Vânia Portela Ditzel Westphalen, coordenadora do Mestrado, na área de concentração Endodontia, por sua dedicação incansável ao Programa. Pelo incentivo e ensinamentos durante todo o curso. Sou muito grata a oportunidade que me proporcionou.

Aos Professores Dr. Everdan Carneiro e Dr. Luiz Fernando Fariniuk pela amizade, estímulo e atenção dedicados.

À Prof. Dra. Aline Cristina Batista Rodrigues Johann por sua amizade, carinho e valiosa colaboração à minha formação.

Ao Prof. Dr. Sérgio Aparecido Ignácio pelo importante auxílio, realizando a análise estatística deste trabalho, e pela forma carinhosa e incansável com que sempre me recebeu e me orientou.

Aos queridos Professores Dr. Alexandre Roberto Heck e Dr. Egas Moniz Aragão, a quem devo meu conhecimento em Endodontia. Exemplos de seriedade e dedicação ao ensino, despertaram em mim a vontade de ser professora. Sou muito grata ao eterno incentivo e a tudo que aprendi com vocês.

À Prof. Dra. Fabiana Soares Grecca, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por todo o auxílio e pela atenção dedicada a este trabalho de forma tão carinhosa.

À Prof. Lucila Piasecki por sua valiosa colaboração.

Aos Professores Dr. Sérgio Herrero de Moraes, Dra. Sandra Joia Mizrahi Jakobson e Guilherme Fadel Nascimento que também fizeram parte dessa caminhada, me incentivando sempre.

A Prof. Ana Egide Costelaro Cavali por todo seu apoio durante o curso.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Odontologia que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

Ao amigo e colega Vinício Hidemitsu Goto Hirai pela dedicação e companheirismo.

Às minhas estimadas colegas de Mestrado, especialmente, Caroline Wichnieski e Vanessa Machado da Cunha pela amizade, parceria e cumplicidade durante todo o curso.

Às tão queridas amigas e colegas Adriane Wendling Pitome, Prof. Dra. Maria Izabel Faria de França, Patrícia Tolentino e Rute Nakano pelo suporte, pela amizade e incentivo ao meu crescimento profissional e pessoal sempre.

À prezada amiga e colega Suellen Zaitter Kiguti, pela oportunidade que me proporcionou. Sou muito grata, pois a experiência que adquiri, graças à você, foi de grande valia à minha formação.

A todos amigos e familiares que me apoiaram e souberam entender minha ausência durante esses dois anos.

Às secretárias da Pós-Graduação em Odontologia, Neide Reis Borges e Flávia Beuting pela dedicação ao trabalho e todo auxílio durante esses dois anos.

Aos técnicos do Centro de Microscopia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela seriedade com que realizaram as imagens deste trabalho.

Ao técnico do Laboratório de Mecânica da PUCPR, Jason, por sua colaboração na etapa de confecção das amostras.

Aos funcionários da Clínica Odontológica da PUCPR, em especial ao Djamir, por sua presteza.

À todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

Meu eterno agradecimento.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a influência do hidróxido de cálcio, utilizado como medicação intracanal, no selamento apical e na penetração nos túbulos dentinários de dois cimentos endodônticos.

Metodologia: Setenta e seis pré-molares inferiores extraídos foram preparados com sistema Profile .04 e divididos em quatro grupos. Dois grupos (1 e 3) receberam medicação intracanal com hidróxido de cálcio por 15 dias. Os cimentos foram manipulados, adicionando Rodamina B, e os canais obturados com guta-percha e AH Plus (grupos 1 e 2), ou MTA Fillapex (grupos 3 e 4). A infiltração foi avaliada empregando o método de filtração de fluido. Após o teste, os dentes foram seccionados transversalmente e as porções apical e média das raízes foram submetidas a análise da porcentagem de paredes do canal radicular onde houve penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, utilizando o microscópio confocal de varredura a laser. Os dados foram analisados empregando ANOVA, seguido dos testes de múltiplas comparações de Tukey (infiltração) e Games-Howell (penetração tubular).

Resultados: No teste de infiltração, o hidróxido de cálcio diminuiu a infiltração nos dentes obturados com MTA Fillapex ($p=0,0001$), enquanto o cimento AH Plus não apresentou diferença estatística entre seus grupos ($p>0,05$). Na avaliação da penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, o hidróxido de cálcio diminuiu a porcentagem de penetração no terço médio dos dentes obturados com o AH Plus. No terço apical, nenhuma diferença foi observada para os dois cimentos.

Conclusão: O uso da medicação intracanal prévia promoveu melhora na capacidade de selamento do cimento MTA Fillapex e não interferiu na penetração nos túbulos dentinários dos dois cimentos, no terço apical.

Palavras-chave: AH Plus, MTA Fillapex, hidróxido de cálcio, penetração nos túbulos, filtração de fluido

ABSTRACT

Aim: To evaluate the effect of the calcium hydroxide (CH) dressing in the sealing ability and the tubular penetration of two endodontic sealers.

Methodology: Seventy-six mandibular premolars with a single root canal were prepared with rotary Profile .04 instruments and divided into four groups. In two groups (1 and 3), a CH dressing was placed for 15 days. The sealers were mixed with rhodamine B dye and root canals were obturated with gutta-percha and AH Plus (groups 1 and 2) or MTA Fillapex (groups 3 and 4). A fluid filtration model was used to measure the apical leakage. The roots were transversally sectioned. The percentage of the dentinal tubule penetration in the middle and apical transverse sections was assessed using a confocal laser scanning microscopy. Statistical analysis was performed using parametric tests (one-way ANOVA, Tukey and Games-Howell).

Results: The CH dressing reduced the apical leakage of the MTA Fillapex obturations ($p=0,0001$), whilst there was no difference between the AH Plus groups ($p>0,05$). Regarding the tubular penetration, the CH dressing reduced the mean of penetration in the middle third of the teeth obturated with AH Plus; however, no difference was observed at the apical sections for both sealers.

Conclusion: The CH dressing increased the apical sealing of the MTA Fillapex obturations and did not interfere the dentinal penetration in the apical third of the both tested sealers.

Key words: AH Plus, MTA Fillapex, calcium hydroxide, tubular penetration, fluid filtration

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 1 - Fotomicrografia confocal da penetração dos cimentos nos túbulos dentinários do terço médio, com e sem hidróxido de cálcio (artigo)	26
Figura 2 - Desenho esquemático do sistema para medição da filtração de fluido com seus componentes: cilindro de oxigênio, câmara de pressão, micro-seringa e capilar de vidro com bolha de ar, dispositivo para adaptação dos espécimes	73
Figura 3 - Desenho esquemático dos componentes para leitura do deslocamento do líquido	75
Figura 4 - Desenho esquemático da conexão entre o espécime e o sistema de Filtração de Fluido	76
Figura 5 - Fotografia do molde de PVC fixado à placa de vidro, contendo espécime para inclusão em resina de poliéster	78
Figura 6 - Fotografia do corte dos espécimes	79
Figura 7 - Fotografia para demonstração da medida da circunferência do canal radicular	80
Figura 8 - Fotografia para demonstração da medida da extensão do canal radicular onde o cimento penetrou nos túbulos	81
Figura 9 - Representação gráfica das médias de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimento, independente de tratamento	83
Figura 10 - Representação gráfica das médias de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo tratamento, independente de cimento	84
Figura 11 - Representação gráfica das médias de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimentos e uso de medicação intracanal (hidróxido de cálcio)	85
Figura 12 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento, independente de terço e tratamento	89
Figura 13 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o terço, independente de cimento e tratamento	90

Figura 14 -	Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o tratamento, independente de cimento e terço	91
Figura 15 -	Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X terço, independente de tratamento	92
Figura 16 -	Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X tratamento, independente do terço	93
Figura 17 -	Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo terço X tratamento, independente do cimento	94
Figura 18 -	Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X tratamento X terço	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Volume de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimento X tratamento	24
Tabela 2 -	Porcentagem de parede onde houve penetração de cimento	25
Tabela 3 -	Estatística descritiva da variável infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimento, independente de tratamento	83
Tabela 4 -	Estatística descritiva da variável infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo tratamento, independente de cimento	84
Tabela 5 -	Estatística descritiva da variável infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimentos X tratamento	84
Tabela 6 -	Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov para a variável infiltração ($\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$)	85
Tabela 7 -	Teste de homogeneidade de variância de Levene para variável infiltração	86
Tabela 8 -	Teste ANOVA - Análise de variância a dois critérios (cimento X tratamento)	86
Tabela 9 -	Teste Tukey HSD para comparações múltiplas	87
Tabela 10 -	Valores globais do volume de infiltração expressos em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$	88
Tabela 11 -	Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento, independente de terço e tratamento	89
Tabela 12 -	Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o terço, independente de cimento e tratamento	90
Tabela 13 -	Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o tratamento, independente de cimento e terço	91

Tabela 14 -	Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o cimento X terço, independente do tratamento	92
Tabela 15 -	Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o cimento X tratamento, independente do terço	93
Tabela 16 -	Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo terço X tratamento, independente do cimento	94
Tabela 17-	Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X tratamento X terço	95
Tabela 18 -	Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov para variável porcentagem de parede de canal com penetração de cimento	96
Tabela 19 -	Teste de Homogeneidade de Variância de Levene para variável porcentagem de parede de canal com penetração de cimento	96
Tabela 20 -	Teste ANOVA de Análise de Variância a três critérios (cimento X terço X tratamento)	97
Tabela 21 -	Teste Games-Howell para comparações múltiplas	98
Tabela 22 -	Valores globais de parede do canal onde houve penetração do cimento nos túbulos, em porcentagem	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	porcentagem
<	menor
>	maior
°C	Graus Celsius
µL/min	microlitros por minuto
µm	micrometro
atm	atmosfera
cm	centímetro
Com.	Comércio
DP	desvio-padrão
E.D.T.A.	ácido etileno diamino tetracético
EUA	Estados Unidos da América
HC	hidróxido de cálcio
Ind.	Indústria
kPa	kilopascal
Ltda	Limitada
mg	miligrama
ml	mililitro
mm	milímetro
MTA	agregado trióxido mineral (mineral trioxide aggregate)
NaOCl	hipoclorito de sódio
nm	nanômetro
nº	número
OIB	Olympus Image Binary
p	significância estatística
psi	pressão por polegada quadrada (pressure per square inch)
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
rpm	rotações por minuto
S.A.	Sociedade Anônima
TIFF	Tagget Image File Format
X	vezes

SUMÁRIO

ARTIGO.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3 RESULTADOS.....	25
4 DISCUSSÃO.....	27
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	31
ARTIGO EM INGLÊS.....	34
1 INTRODUCTION.....	36
2 MATERIALS AND METHODS.....	38
3 RESULTS.....	41
4 DISCUSSION.....	43
5 CONCLUSION.....	45
6 REFERENCES.....	46
ANEXOS	
REVISÃO DE LITERATURA.....	49
MATERIAL UTILIZADO.....	66
MÉTODOS.....	70
RESULTADOS.....	82
REFERÊNCIAS.....	102
PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO CEP.....	106

Artigo

INFLUÊNCIA DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NO SELAMENTO APICAL E NA PENETRAÇÃO TUBULAR DOS CIMENTOS AH PLUS E MTA FILLAPEX: ESTUDO IN VITRO

Cruz ATG, Grecca FS, Piasecki L, Westphalen VPD, Carneiro E, Fariniuk LF, Silva Neto UX

Departamento de Endodontia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil.

EFEITO DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO

Palavras-chave: AH Plus, MTA Fillapex, hidróxido de cálcio, penetração nos túbulos, filtração de fluido

Alessandra Timponi Goes Cruz. Av. Silveira Peixoto, 1040 sala 1606, Batel, Curitiba, Paraná, Brasil, CEP 80240-120 (Tel.: 55 41 84187724; fax: 55 41 33430118; e-mail: aletimponi@gmail.com).

1. INTRODUÇÃO

O preparo dos canais radiculares tem como objetivos eliminar tecido pulpar e microrganismos, dar forma ao canal, promovendo condições para obturação (Wu et al. 2000, Shokouhinejad et al. 2011). Espera-se que a obturação previna o crescimento de bactérias remanescentes e a penetração de fluidos e microrganismos no canal, advindos tanto da região coronária, como da periapical (Sundqvist 1992, Cohen et al. 2000, Haapasalo et al. 2003).

Na busca por uma desinfecção mais eficiente do canal radicular, frequentemente o hidróxido de cálcio é empregado como medicação intracanal. O hidróxido de cálcio é capaz de maximizar a redução de bactérias no interior do canal antes da obturação (Shuping et al. 2000, Siqueira et al. 2007). Bactérias residuais são mais frequentes e abundantes em ístmos e túbulos dentinários de canais que foram tratados em única sessão. Bactérias remanescentes em ramificações apicais e canais laterais podem perpetuar infecções, já que estão em contato direto com os tecidos periapicais, que constituem uma rica fonte de nutrientes (Vera et al. 2012). Porém, os métodos disponíveis são ineficazes em removê-lo completamente das paredes do canal (Lambrianidis et al. 1999, Rödiger et al. 2010). Alguns estudos sugerem que a presença de resíduos de hidróxido de cálcio nas paredes do canal radicular pode influenciar a qualidade do selamento e penetração do cimento nos túbulos dentinários (Kim e Kim 2002, Böttcher et al. 2010).

As bactérias remanescentes ao preparo químico-mecânico são capazes de colonizar túbulos dentinários e infectar novamente o canal radicular após a obturação (Assouline et al. 2001, Weis et al. 2004). Espera-se que os cimentos endodônticos apresentem, entre outras características, adequado escoamento, permitindo sua penetração em ístmos, irregularidades e nos túbulos dentinários, inviabilizando a sobrevivência das bactérias residuais (Ordinola-Zapata et al. 2009; Moon et al. 2010).

Bactérias residuais são mais frequentes e abundantes em ístmos e túbulos dentinários de canais que foram tratados em única sessão. Esses microrganismos remanescentes em ramificações apicais e canais laterais podem perpetuar infecções, se estiverem em contato direto com os tecidos periapicais,

que constituem uma rica fonte de nutrientes (Vera et al. 2012). Na busca por uma desinfecção mais eficiente do canal radicular, frequentemente o hidróxido de cálcio é empregado como medicação intracanal. Ele é capaz de maximizar a redução de bactérias no interior do canal antes da obturação (Shuping et al. 2000, Siqueira et al. 2007). Porém, os métodos disponíveis são ineficazes em removê-lo completamente das paredes do canal (Lambrianidis et al. 1999, Rödiger et al. 2010). Alguns estudos sugerem que a presença de resíduos de hidróxido de cálcio nas paredes do canal radicular pode influenciar a qualidade do selamento e penetração do cimento nos túbulos dentinários (Kim e Kim 2002, Böttcher et al. 2010).

Espera-se que os cimentos endodônticos apresentem, entre outras características, adequado escoamento, permitindo sua penetração em istmos, irregularidades e nos túbulos dentinários, inviabilizando a sobrevivência das bactérias residuais ao preparo químico-mecânico e impossibilitando uma nova infecção do canal radicular após a obturação (Assouline et al. 2001, Weis et al. 2004; Ordinola-Zapata et al. 2009; Moon et al. 2010)).

O cimento AH Plus (Dentsply, DeTrey, Kontanz, Alemanha) é um cimento à base de resina epóxi que apresenta excelentes propriedades físico-químicas. Tem sido amplamente estudado e referenciado como padrão para avaliação de novos cimentos (Marin-Bauza et al. 2010). Recentemente introduzido no mercado, o MTA Fillapex (Angelus Ind. de Prod. Odontológicos S/A, Londrina, Brasil) é um cimento à base de agregado trióxido mineral, que apresenta propriedades físicas adequadas para ser utilizado na terapia endodôntica (Vitti et al. 2013; Zhou et al. 2013). Sua fórmula contém resina salicilato, resina natural, óxido de bismuto e sílica.

O objetivo do presente estudo é analisar a influência do hidróxido de cálcio sobre a capacidade dos cimentos AH Plus e Fillapex de produzir selamento apical, por meio do teste de filtração de fluido, e de penetrar nos túbulos dentinários dos terços apical e médio das raízes, por meio de microscopia confocal de varredura a laser. A hipótese nula é de que tanto o selamento apical, como a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários não são afetados pelo uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal prévia à obturação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Seleção dos dentes

Foram selecionados 76 pré-molares unirradiculados inferiores humanos extraídos, fornecidos pelo Banco de Dentes da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) após a aprovação do estudo pelo Comitê de Ética da Instituição (0005439/11). Os dentes permaneceram em solução de timol 0,1% até o momento da utilização. Dentes que apresentavam mais de um canal, curvatura radicular, rizogênese incompleta, reabsorções, impossibilidade de acesso ao forame, ou tratamento endodôntico prévio foram excluídos.

Preparo e obturação dos canais

A porção coronária de todos os dentes foi removida, utilizando-se disco diamantado dupla face, em baixa rotação, padronizando o tamanho em 14mm para todos os espécimes. O comprimento de trabalho foi estabelecido pela introdução de um instrumento tipo K nº15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) no canal radicular até que esse fosse visualizado no forame radicular. Dessa medida foi subtraído 1 mm. Realizou-se a padronização do forame radicular e a manutenção da patência com um instrumento tipo K nº25. O preparo do canal radicular foi realizado utilizando o Sistema ProFile (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) de conicidade .04 e seguindo os conceitos de preparo coroa ápice, até o instrumento ProFile 40.04 atingir o comprimento de trabalho estabelecido.

A irrigação do canal foi realizada a cada troca de instrumento com 2.0 ml de solução de hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl). Após o término da instrumentação, o mesmo foi irrigado com 3.0 ml de E.D.T.A. 17%. Essa solução permaneceu no canal por 3 minutos. A irrigação final foi feita com 5.0 ml de água destilada a fim de eliminar as soluções utilizadas previamente. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente nº40 (Dentsply Ind. E Com. Ltda., Petrópolis, Brasil).

Os espécimes foram divididos, aleatoriamente, em quatro grupos de 18 dentes cada, dois dentes para controle positivo e dois para controle negativo, assim dispostos:

- G1: medicação intracanal com pasta Calen e posterior obturação com gutta-percha e cimento AH Plus
- G2: obturação com gutta-percha e cimento AH Plus;
- G3: medicação intracanal com pasta Calen e posterior obturação com gutta-percha e cimento MTA Fillapex
- G4: obturação com gutta-percha e cimento Fillapex;
- Controle Positivo: espécimes não obturados;
- Controle Negativo: espécimes obturados e com suas superfícies externas e ápices cobertos com esmalte para unhas.

Os espécimes dos grupos 1 e 3, que receberam medicação intracanal, tiveram seus ápices selados com cera utilidade. A pasta de hidróxido de cálcio (Calen - SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Brasil) foi inserida no interior do canal com seringa endodôntica ML (SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Brasil) e agulha Gauge 27 (Terumo Corporation, Tóquio, Japão). O acesso cervical de todos os espécimes foi selado com o material restaurador provisório Coltosol (Vigodent S/A Ind. E Com., Rio de Janeiro, Brasil). Os espécimes foram radiografados no sentido méso-distal e vestibulo-lingual para avaliar a qualidade do preenchimento do canal com a pasta de hidróxido de cálcio e foram mantidos em ambiente a 37°C e 100% de umidade relativa por 15 dias.

Após esse período, o hidróxido de cálcio foi removido, utilizando-se instrumento tipo K nº40 e 5.0ml de solução de NaOCl 2,5%. Em seguida, o canal foi irrigado com 3.0 ml de E.D.T.A. 17%, por 3 minutos, e após a irrigação final com 5.0 ml de água destilada e os canais foram, novamente, secos.

Os espécimes foram obturados pela técnica de condensação lateral de gutta-percha, respeitando as instruções dos fabricantes para a manipulação dos cimentos utilizados. Foi adicionado aos cimentos obturadores o corante Rodamina B na concentração aproximada de 0,1% para permitir posterior análise em microscópio confocal de varredura a laser. Inicialmente, foi realizada a seleção do cone principal, de acordo como o diâmetro cirúrgico produzido na instrumentação (40). O cimento obturador foi levado ao canal radicular com o cone principal e com os cones acessórios B7 (Tanari, Manacapuru, Brasil). Os dentes foram radiografados para verificar a qualidade da obturação.

Os espécimes foram mantidos em ambiente a 37°C e 100% de umidade por duas semanas, para a total endurecimento dos materiais obturadores.

Teste de Infiltração

O método de filtração de fluido foi utilizado para medir a infiltração, conforme previamente descrito (Silva Neto et al. 2007). O volume de fluido foi calculado pela observação do movimento da bolha de ar e expresso em $\mu\text{L}/\text{min}$ • 10psi. As medidas foram tomadas em intervalos de dois minutos, em um período de 8 minutos. A média desses valores foi calculada para cada espécime.

Preparo das amostras e análise no Microscópio Confocal de Varredura a Laser (MCVL)

Os espécimes foram embutidos em resina de poliéster, utilizando tubos de PVC de 35 mm de comprimento. Após, foram seccionados transversalmente em uma cortadora de precisão (Minitom, Struers AS, Ballerup, Dinamarca), em velocidade de 200 rpm e refrigeração constante, utilizando-se disco de corte diamantado (102 mm X 0,3 mm X 12,7 mm - Extec, Enfield, EUA). As secções foram realizadas a 3 mm do ápice (terço apical) e a 6 mm do ápice (terço médio), estabelecendo espessura de aproximadamente 2 mm para cada corte. O acabamento e polimento da face cervical das fatias foram realizados com uma sequência de lixas d'água, de granulações 400, 600 e 1200 acopladas a uma Politriz (Labopol 21 - Struers, Ballerup, Dinamarca) sob refrigeração constante e, para finalizar, pasta de diamante para metalografia grana 1 Arotec (Arotec S.A. Ind. e Com. Cotia, Brasil).

As amostras foram examinadas utilizando microscópio confocal de varredura Olympus Fluoview 1000 (Olympus Corporation, Tóquio, Japão). Os comprimentos de onda de absorção e emissão para Rodamina B são, respectivamente, 540 e 590 nm. As imagens foram obtidas empregando-se objetiva 10X. O programa utilizado para aquisição das mesmas foi FV10 - ASW 3.1 Viewer (Olympus Corporation, Tóquio, Japão). Essas imagens foram gravadas há aproximadamente 14 μm da superfície, com resolução de 512 X 512 pixels.

Para determinar a porcentagem de paredes do canal radicular, onde houve penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários, empregou-se o programa Image Tool 3.0 (UTHSCSA, San Antonio, Texas, EUA) e o método

descrito por Gharib et al., em 2007. Foi medida a circunferência total do canal e, em seguida, todos os segmentos da circunferência do canal radicular onde houve penetração de cimento, independente da profundidade de penetração, foram delineados e medidos. Com esses valores foi calculada a porcentagem de paredes do canal radicular onde houve penetração do cimento, em cada figura.

Os dados foram submetidos a análise estatística. Os resultados do teste de filtração de fluido foram analisados utilizando ANOVA, seguido do teste de Tukey para múltiplas comparações. A penetração dos cimentos nos túbulos dentinários foi avaliada aplicando-se ANOVA para análise de variâncias e teste de comparações múltiplas de Games-Howell. O nível de significância para todos os testes foi de 5%.

3. RESULTADOS

Análise da infiltração

Nenhum movimento da bolha de ar foi detectado no grupo controle negativo, enquanto no grupo controle positivo o deslocamento da bolha de ar foi muito rápido, impossibilitando o registro do tempo.

Tabela 1- Valores de média e desvio padrão dos volumes de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$

Grupo	n	Média $\pm$ DP
AH Plus/Com hidróxido de cálcio	18	0,49 $\pm$ 0,18 ^{AB}
AH Plus/Sem hidróxido de cálcio	18	0,63 $\pm$ 0,18 ^{AC}
Fillapex/Com hidróxido de cálcio	18	0,41 $\pm$ 0,12 ^B
Fillapex/Sem hidróxido de cálcio	18	0,65 $\pm$ 0,13 ^C

Letras sobrescritas diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes, segundo ANOVA ($p < 0,05$).

Os resultados, expressos na tabela 1, mostram que o volume de infiltração permitido pelo cimento AH Plus com e sem hidróxido de cálcio não diferiu. Já o cimento MTA Fillapex com hidróxido de cálcio apresentou menor infiltração, diferindo estatisticamente do MTA Fillapex sem hidróxido de cálcio ($p=0,0001$). Observa-se que, embora somente o cimento MTA Fillapex tenha apresentado diferença estatisticamente significativa entre os grupos, os dois cimentos se comportaram de maneira semelhante frente ao uso da medicação intracanal, ou seja, os volumes de infiltração foram menores nos grupos com hidróxido de cálcio.

Análise da porcentagem de paredes do canal onde houve penetração de cimento nos túbulos dentinários

No terço apical, os dois cimentos não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre o grupo que recebeu hidróxido de cálcio e o que não recebeu. Já no terço médio, a penetração do cimento AH Plus no grupo que utilizou hidróxido de cálcio diferiu estatisticamente do grupo que não utilizou, sendo a porcentagem de parede de canal onde ocorreu penetração do cimento maior no segundo grupo (tabela 2).

Tabela 2 - Valores de média e desvio padrão das porcentagens de parede onde houve penetração de cimento

Grupo	n	Média ± DP	
		Apical	Médio
AH Plus/Com Ca(OH) ₂	18	30,25 ± 16,17 ^{AB}	47,90 ± 20,65 ^A
AH Plus/Sem Ca(OH) ₂	18	19,38 ± 10,35 ^A	76,86 ± 21,86 ^B
Fillapex/Com Ca(OH) ₂	18	50,66 ± 29,04 ^{BC}	75,62 ± 18,66 ^B
Fillapex/Sem Ca(OH) ₂	18	55,76 ± 22,01 ^C	81,61 ± 15,66 ^B

Letras sobrescritas diferentes, na mesma coluna, indicam diferenças estatisticamente significantes, segundo ANOVA (p<0,05).

Tanto na presença, como na ausência do hidróxido de cálcio, o cimento Fillapex apresentou maior porcentagem de penetração nos túbulos que o cimento AH Plus (tabela 2, figura 1).

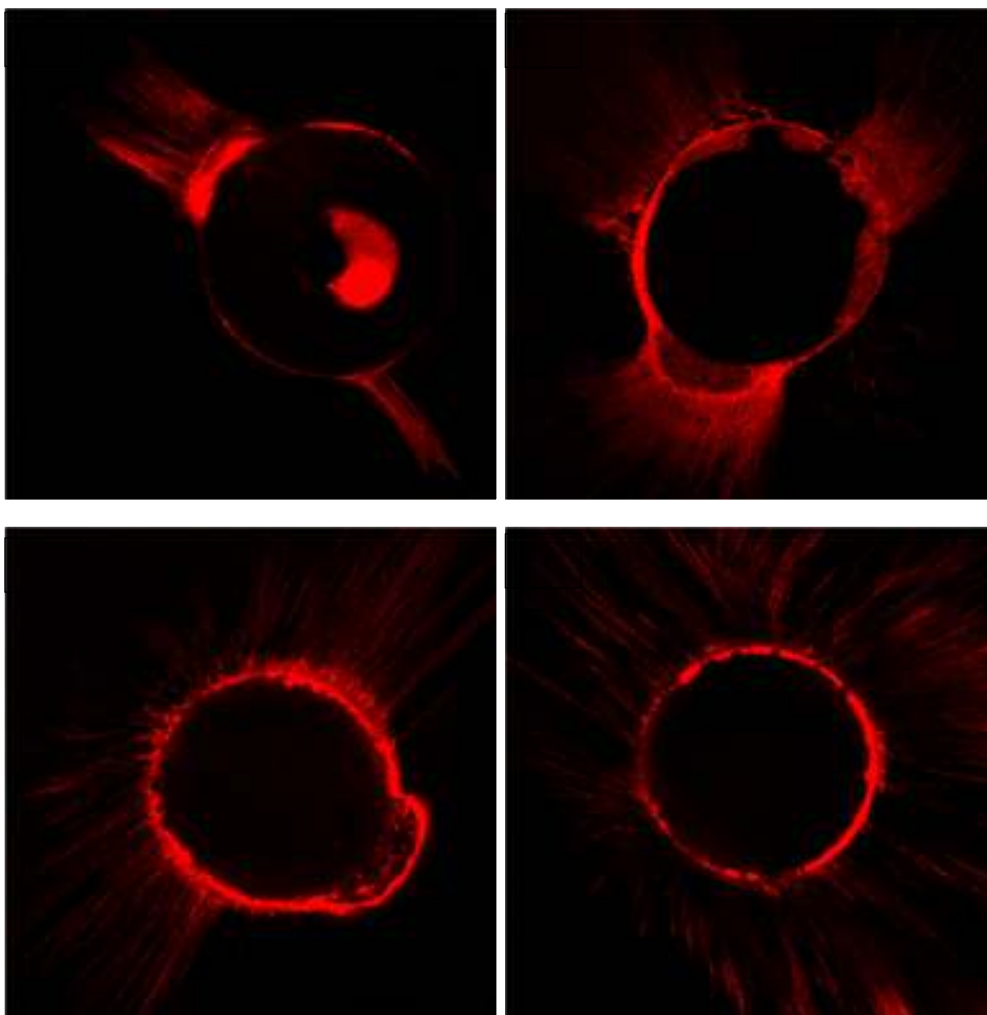


Figura 1 - Fotomicrografia confocal, em aumento de 10X, mostrando penetração dos cimentos nos túbulos dentinários do terço médio, sendo: AH Plus com hidróxido de cálcio (a) e sem hidróxido de cálcio (b), MTA Fillapex com hidróxido de cálcio (c) e sem hidróxido de cálcio (d).

4. DISCUSSÃO

A avaliação do efeito do hidróxido de cálcio no selamento apical promovido pelos cimentos foi realizada pelo emprego do método de filtração de fluido. O método apresenta algumas vantagens sobre outros métodos utilizados, como maior sensibilidade (Wu et al. 1994), a preservação das amostras, a possibilidade de fazer várias leituras ao longo do tempo (Çobankara et al. 2002, Hirai et al. 2010) e a não interação entre os materiais utilizados pelo método e os objetos de estudo (Wu et al. 1998, Shemesh et al. 2008).

É relevante para o tratamento endodôntico que haja penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, podendo prevenir uma nova infecção do canal após o tratamento endodôntico (Kokkas et al. 2004). Mesmo que o cimento não produza uma ação bactericida direta sobre os microrganismos remanescentes, a ação de bloqueio pode prevenir o retorno desses microrganismos ao canal, ou inativá-los dentro dos túbulos, caso alguma infiltração venha a ocorrer na obturação (Ordinola-Zapata et al. 2009).

A penetração dos cimentos nos túbulos dentinários foi avaliada por meio de microscópio confocal de varredura a laser (MCVL). O uso do MCVL não requer nenhum processo especial de preparo das amostras (De Deus et al. 2011), não desidrata o dente (Bitter et al. 2004) e fornece informações precisas sobre a presença e distribuição do cimento nos túbulos dentinários das paredes de toda a circunferência do canal radicular (Marciano et al. 2010). O MCVL é capaz de fornecer informações mais detalhadas a respeito da penetração e distribuição dos cimentos que o microscópio eletrônico de varredura (Bitter et al. 2009). A observação dos cimentos dentro dos túbulos dentinários é permitida pela adição de aproximadamente 0,1% do corante fluorescente Rodamina B ao cimento endodôntico. A quantidade utilizada é muito pequena, sendo incapaz de exercer alguma influência nas propriedades químico-mecânicas dos cimentos. (Gharib et al. 2007).

Gharib et al. (2007) avalia a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários observando a profundidade máxima de penetração dos cimentos e a porcentagem de paredes do canal radicular onde houve alguma penetração de cimento nos túbulos. Optou-se por avaliar somente a porcentagem de paredes

do canal onde houve penetração do cimento, visto que objetivo do estudo foi avaliar a influência do hidróxido de cálcio na penetração dos cimentos nos túbulos, e não comparar características físico-químicas dos cimentos empregados.

O hidróxido de cálcio é frequentemente utilizado como medicação intracanal para melhorar a desinfecção do canal radicular. Porém, a presença de resíduos desse material pode influenciar na capacidade de selamento de alguns cimentos endodônticos e prejudicar a penetração dos mesmos nos túbulos dentinários (Margelos et al., 1997, Çalt & Serper 1999, Böttcher et al. 2010).

No presente estudo, o hidróxido de cálcio não influenciou a capacidade de selamento do cimento AH Plus, concordando com resultados de Wuerch et al. (2004), que empregou o método de filtração de fluido para testar o mesmo cimento. Também está de acordo com os achados de Kontakiotis et al. (2008) que testou a capacidade seladora do AH26, outro cimento a base de resina epóxi, após o uso de hidróxido de cálcio e clorexidina a 2% e não observou diferenças no volume de infiltração entre os grupos, avaliados 48 horas e 6 meses após a obturação. Böttcher et al. (2010) observaram, ao avaliar a influência dessa medicação na capacidade seladora dos cimentos Endofill e Real Seal, uma diminuição na qualidade de selamento dos dois cimentos.

Para o MTA Fillapex o uso do hidróxido de cálcio, como medicação intracanal, melhorou a capacidade de selamento, acordando com outros estudos que mostraram menor infiltração em tampões apicais com MTA (Bidar et al. 2010) e para alguns cimentos endodônticos como Diaket (Çalışkan et al. 1998) e Sealapex (Hosoya et al. 2004), na presença do hidróxido de cálcio. A diminuição da infiltração pode ter sido causada por uma interação entre o cimento e o hidróxido de cálcio residual (Porkaew et al. 1990, Çalışkan et al. 1998, Bidar et al. 2010). Observa-se que ambos cimentos tiveram o mesmo comportamento, frente a presença do hidróxido de cálcio, isto é, apresentaram menores volumes de infiltração quando o hidróxido de cálcio foi utilizado, apesar de somente o MTA Fillapex ter sido estatisticamente significativo. É possível sugerir que resíduos da medicação tenham atuado como uma barreira física, diminuindo a passagem do fluido através de possíveis falhas na obturação dos canais. Sabe-se que muitas técnicas de remoção do hidróxido de cálcio foram

propostas, mas nenhuma se mostrou eficaz em remover completamente esse produto do canal radicular (Hosoya et al. 2004, Taşdemir et al. 2011).

A influência do hidróxido de cálcio na penetração dos cimentos nos túbulos foi estatisticamente significativa somente para o cimento AH Plus, no terço médio, que foi menor do que sem o uso do hidróxido de cálcio. A capacidade do cimento penetrar nos túbulos dentinários parece ser influenciada pelas propriedades químicas e físicas do material (Mamootil e Messer 2007, Ordinola-Zapata et al. 2009). Hosoya et al. (2004) observaram a diminuição na capacidade de escoamento dos cimentos Canals, Ketac-Endo e Sealapex em contato com o hidróxido de cálcio. Porém, os valores obtidos ainda estavam em concordância com os valores determinados pela ISO-6876. O cimento AH Plus, quando modificado pela adição de 10% de hidróxido de cálcio, apresentou diminuição da capacidade de escoamento, não alterada quando a adição de hidróxido de cálcio foi de 5% (Duarte et al. 2010). A presença de resíduos de hidróxido de cálcio pode ter alterado a capacidade de escoamento desse cimento, ocasionando uma menor de penetração nos túbulos dentinários, embora isso só tenha ocorrido no terço médio.

Tanto na presença como na ausência de hidróxido de cálcio, o MTA Fillapex exibiu maior porcentagem de penetração que o AH Plus. O MTA Fillapex apresenta maior escoamento que o AH Plus, conforme os resultados de Silva et al. 2013, o que lhe permite, segundo os autores, penetrar mais facilmente em ramificações e irregularidades das paredes do canal radicular.

Confirmando achados de estudos prévios (Gharib et al. 2007, Patel et al. 2007), independente do cimento, ou do uso do hidróxido de cálcio, a penetração tubular dos cimentos foi maior no terço médio, do que no terço apical. Isso pode ser explicado pela diminuição do diâmetro e da densidade de túbulos dentinários encontrados na região apical (Moon et al. 2010).

5. CONCLUSÃO

Dentro das condições deste estudo, na avaliação de infiltração, a hipótese nula foi rejeitada para o cimento Fillapex, pois houve influência no volume de infiltração sofrido pelo cimento quando utilizado o hidróxido de cálcio. O uso da medicação intracanal prévia promoveu melhora na capacidade de selamento desse cimento.

Quanto a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, somente o cimento AH Plus, no terço médio, teve a porcentagem diminuída significativamente pelo uso do hidróxido de cálcio prévio a obturação.

REFERÊNCIAS

Assouline LS, Fuss Z, Mazor Y, Weiss EI (2001) Bacterial penetration and proliferation in root canal dentinal tubules after applying dentin adhesives in vitro. *Journal of Endodontics* **27**, 398-400.

Bidar M, Disfani R, Gharagozloo S, Khojinezhad S, Rouhani A (2010) Medication with calcium hydroxide improved marginal adaptation of mineral trioxide aggregate apical barrier. *Journal of Endodontics* **36**, 1679-82.

Bitter K, Mueller J, Kielbassa AM (2009) Scanning Microscopic Analyses for visualization of essence dentin / adhesive interfaces in the root canal. *J Adhes Dent* **11**, 7-14.

Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM (2004) A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *International Endodontic Journal* **37**, 840-8.

Böttcher DE, Hirai VHG, Da Silva Neto UX, Grecca FS (2010) Effect of calcium hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **110**, 386-9.

Çalışkan MK, Türkün M, Türkün LS (1998) Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. *International Endodontic Journal* **31**, 173-7.

Çalt S, Serper A (1999) Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics* **25**, 431-3.

Çobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH (2002) A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *International Endodontic Journal* **35**, 979-84.

Cohen BI, Pagnillo BS, Musikant L, Deutsch S (2000) An in vitro study of cytotoxicity of two root canal sealers. *Journal of endodontics* **26**, 228-9.

De-Deus G, Reis C, Di Giorgi K, Brandão MC, Audi C, Fidel RAS (2011) Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **111**, 381-6.

Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, Bernardes RA et al. (2010) Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH Plus. *Journal of Endodontics* **36**, 1048-51.

Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG (2007) A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *Journal of Endodontics* **33**, 957-61.

Haapasalo M, Udnæs T, Endal U (2003) Persistent, recurrent and acquired infection of the root canal system post-treatment *Endodontic Topics* **6**, 29-56.

Hirai VHG, Da Silva Neto UX, Westphalen VPD, Perin CP, Carneiro E, Fariniuk LF (2010) Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with AH Plus and Epiphany sealers. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **109**, e131-5.

Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T (2004) Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *International Endodontic Journal* **37**, 178-84.

Kim SK, Kim YO (2002) Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *International Endodontic Journal* **35**, 623-8.

Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK (2004) The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *Journal of Endodontics* **30**, 100-2.

Kontakiotis EG, Tsatsoulis IN, Papanakou SI, Tzanetakis GN (2008) Effect of 2% chlorhexidine gel mixed with calcium hydroxide as an intracanal medication on sealing ability of permanent root canal filling: a 6-month follow-up. *Journal of Endodontics* **34**, 866-70.

Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P (1999) Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *Journal of Endodontics* **25**, 85-8.

Mamootil K, Messer HH (2007) Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International Endodontic Journal* **40**, 873-81.

Marciano M, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC et al. (2010) The use of confocal laser scanning microscopy in endodontic research: sealer/dentin interfaces. In: Méndez-Vilas A, Díaz J, Microscopy: Science, Technology, Applications and Education, Microscopy Book Series v1 pp. 566-70. Badajoz, Spain: Formatex.

Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G (1997) Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *Journal of Endodontics* **23**, 43-8.

Marin-Bauza GA, Rached-Junior FJA, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Miranda CES, Silva-Sousa YTC (2010) Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. *Journal of Endodontics* **36**, 1531-6.

Moon YM, Shon WJ, Baek SH, Bae KS, Kum KY, Lee W (2010) Effect of final irrigation regimen on sealer penetration in curved root canals. *Journal of Endodontics* **36**, 732-6.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MSZ et al. (2009) Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **108**, 450-7.

Patel DV, Sherriff M, Ford TRP, Watson TF, Mannocci F (2007) The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *International Endodontic Journal* **40**, 67-71.

Porkaew P, Retief DH, Barfield RD, Lacefield WR, Soong SJ (1990) Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *Journal of Endodontics* **16**, 369-74.

Rödig T, Vogel S, Zapf A, Hülsmann M (2010) Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *International Endodontic Journal* **43**, 519-27.

Shemesh H, Souza EM, Wu MK, Wesselink PR (2008) Glucose reactivity with filling materials as a limitation for using the glucose leakage model. *International Endodontic Journal* **41**, 869-72.

Shokouhinejad N, Sabeti, M, Gorjestani H, Saghiri A, Lotfi M, Hoseini A (2011) Penetration of Epiphany, Epiphany Self-Etch and AH Plus into dentinal

tubules: A scanning electron microscopy study. *Journal of endodontics* **37**, 1316-9.

Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M (2000) Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various Medications. *Journal of Endodontics* **26**, 751-5.

Silva EJNL, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes, BPFA, Zaia AA (2013) Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *Journal of endodontics* **39**, 274-7.

Silva Neto UX, Moraes IG, Westphalen VPD, Menezes R, Carneiro E, Fariniuk LF (2007) Leakage of 4 resin-based root-canal sealers used with a single-cone technique. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **104**, e53-7.

Siqueira Jr JF, Magalhães KM, Rôças IN (2007) Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *Journal of Endodontics* **33**, 667-72.

Sundqvist G (1992) Ecology of root canal flora. *Journal of Endodontics* **18**, 427-30.

Taşdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yeşilyurt C (2011) Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *International Endodontic Journal* **44**, 505-9.

Vera J, Siqueira Jr JF, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B, Cruz A (2012) One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *Journal of Endodontics* **38**, 1040-52.

Vitti RP, Prati C, Silva EJNL et al.(2013) Physical properties of MTA Fillapex sealer. *Journal of Endodontics* **39**, 915-8.

Weis MV, Parashos P, Messer, HH (2004) Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *International Endodontic Journal* **37**, 653-63.

Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR (1998) Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *Journal of dentistry* **26**, 585-9.

Wu MK, Wesselink PR, Walton RE (2000) Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* **89**, 99-103.

Wu, MK, De Gee AJ, Wesselink PR (1994) Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *International Endodontic Journal* **27**, 233-8.

Wuerch RMW, Apicella MJ, Mines P, Yancich PJ, Pashley DH (2004) Effect of 2% chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system. *Journal of Endodontics* **30**, 788-91.

Zhou H, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y, Haapasalo M (2013) Physical properties of 5 canal sealers. *Journal of Endodontics* **39**, 1281-6.

Artigo em Inglês

The influence of the calcium hydroxide dressing in the apical leakage and in the tubular penetration of AH Plus and MTA Fillapex obturations *in vitro*

Cruz ATG, Grecca FS, Piasecki L, Westphalen VPD, Carneiro E, Fariniuk LF, Silva Neto UX

Departamento de Endodontia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil.

CALCIUM HYDROXIDE EFFECT

Key words: AH Plus, MTA Fillapex, calcium hydroxide, tubular penetration, fluid filtration

Alessandra Timponi Goes Cruz. Av. Silveira Peixoto, 1040 sala 1606, Batel, Curitiba, Paraná, Brasil, CEP 80240-120 (Tel.: 55 41 84187724; fax: 55 41 33430118; e-mail: aletimponi@gmail.com).

1. INTRODUCTION

The root canal preparation aims to properly shape and remove pulp tissue and microorganisms, promoting conditions for obturation (Wu *et al.* 2000, Shokouhinejad *et al.* 2011). Ideally, the root canal filling should prevent the growth of remaining bacteria and the fluid penetration that could be originated both from coronary or apical region (Sundqvist 1992, Cohen *et al.* 2000, Haapasalo *et al.* 2003).

The endodontic sealer should provide, among other characteristics, a proper flow, allowing its penetration into isthmus, irregularities and dentinal tubules, and an adequate apical sealing ability, thus preventing the survival of residual bacteria or the re-infection after the root canal obturation (Assouline *et al.* 2001, Weis *et al.* 2004; Ordinola-Zapata *et al.* 2009; Moon *et al.* 2010). The AH Plus (Dentsply, DeTrey, Kontanz, Alemanha) is an epoxy resin endodontic sealer that presents excellent physicochemical properties which has been widely studied and referenced as the standard for evaluating new cements (Marin-Bauza *et al.* 2010). Recently introduced, the MTA Fillapex (Angelus Ind. de Prod. Odontológicos S/A, Londrina, Brazil) is a MTA based sealer, which contains salicylate resin, natural resin, bismuth oxide and silica, and presents adequate physical properties to be used in endodontic therapy (Vitti *et al.* 2013, Zhou *et al.* 2013).

Residual bacteria are more frequent in dentinal tubules and isthmuses of root canals in which it was performed a single session root canal treatment (RCT): these microorganisms, remaining in apical ramifications and lateral canals, may perpetuate infections when in contact with the periapical tissues, which are a rich source of nutrients (Vera *et al.* 2012).

Attempting to improve the root canal disinfection, the calcium hydroxide (CH) dressing is commonly used due to its ability to reduce the amount of bacteria within the canal prior the obturation (Shuping *et al.* 2000, Siqueira *et al.* 2007). However, the current available methods are inefficient to completely remove the

CH dressing from the root canal walls (Lambrianidis *et al.* 1999, Rödiger *et al.* 2010). Furthermore, previous studies suggest that the residual CH dressing might influence the apical sealing and the sealer penetration into dentinal tubules (Kim *et al.* 2002, Böttcher *et al.* 2010).

The aim of this study was to investigate the influence of the CH dressing on the performance of AH Plus and Fillapex obturations, using two different parameters: the sealer tubule penetration into the apical and middle thirds was assessed by a confocal laser scanning microscopy, and the apical leakage was tested using a fluid filtration test. The null hypothesis was that both the apical seal, as the tubular penetration of cement, were not affected by the use of CH as intracanal medication prior to root canal fillings.

2. MATERIALS AND METHODS

Seventy-six extracted human mandibular premolars with a single and straight root canal were selected for this study after local ethical committee approval (#0005439/11, PUCPR, Curitiba, Brazil). The teeth were stored in 0,1% thymol solution and washed in saline solution at the time of use. Roots with cracks, caries, immature apices, resorptive defects or previous endodontic treatment were excluded.

Root canal preparation and filling

The dental crowns were removed with a diamond disk to obtain all the roots with standardized length (14 mm). A size 15 stainless steel K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was inserted into the root canal until the tip of the instrument was first visible at the apical foramen and deducted 1mm to obtain the working length (WL). Apical patency was confirmed by inserting a 25 K-Flexofile instrument into the apical foramen before and after root canal preparation. The root canals were instrumented with the crown-down technique, using rotary ProFile .04 instruments (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), up to a size 40.04 at the WL.

During the shaping procedures, root canals were irrigated with 2,5% NaOCl. After the preparation, 3mL of 17% ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) was used for irrigation and left inside the canal for 3 minutes; then, 5mL of 2,5% NaOCl was used for final irrigation and root canals were dried with paper points (Dentsply Ind. e Com. Ltda., Petrópolis, Brazil).

The prepared roots were then randomly divided into 4 experimental groups of 18 roots each, according to the endodontic sealer and the placement of a intracanal CH dressing (Calen - SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Brazil)

- CH / AH Plus group: CH dressing prior to obturation with gutta-percha and AH Plus;
- AH Plus group: obturation with gutta-percha and AH Plus;

- CH / MTA Fillapex group: CH dressing prior to obturation with gutta-percha and MTA Fillapex;
- MTA Fillapex group: obturation with gutta-percha and MTA Fillapex.

The apices of the roots of two groups were sealed with wax, and the CH dressing was placed according to the manufacturer instructions, using a ML syringe (SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Brazil) and a 27-gauge 27 needle (Terumo Corporation, Tokio, Japan); the adequate placement of the CH was verified by mesio-distal (M-D) and bucco-lingual (B-L) radiographs.

Four specimens formed the control group: 2 positive controls, in which the root canals were filled with gutta-percha cones without filling sealer, and the other 2 as negative control (completely sealed by applying 2 coats of nail varnish on all surfaces of the specimen, including the apical foramen and the cervical cut top). The access cavity of all roots was filled with glass ionomer restorative cement (Vidrion R, SS White, Rio de Janeiro, Brazil) and stored at 37°C in 100% relative humidity for a period of 15 days.

Afterwards, the CH was manually removed from the root canals using a size 40 K-File and 5mL of 2,5% NaOCl; these root canals were irrigated with 3mL of 17% EDTA, followed by 5mL of distilled and drying with paper points.

The endodontic sealers were prepared mixed with 0,1% rhodamine B, and all the root canals were filled by the lateral compaction technique, according to respective groups' sealer. The teeth were radiographed to verify the quality of the canal obturations, and stored for 15 days (37°C, 100% relative humidity).

Fluid filtration test

The roots were mounted in the fluid filtration device designed to measure leakage, as previously described (Silva Neto et al. 2007). The fluid filtration volume was measured by observing the air bubble movement. Fluid filtration measurements (expressed in L/min• 10 psi.were) made at 2-minute intervals for 8 minutes and then averaged for each specimen.

Confocal laser scanning microscopy (CLSM)

Each specimen was horizontally sectioned at 3 and 6 mm from the apex using a low-speed saw at 200 rpm (Minitom, Struers AS, Ballerup, Denmark), resulting in 18 apical and 18 middle third slices per group. The slices (2mm thick) were polished (Politriz Labopol 21 - Struers, Ballerup, Dinamarca) and only the coronal surface of each slice was examined under CLSM Olympus Fluoview 1000 (Olympus Corporation, Tokyo, Japan).

The respective absorption and emission wavelengths for rhodamine B were 540 and 590 nm. The samples were analyzed using the X10 lens, approximately 14µm below the surface, and recorded in a format of 512 X 512 pixels by using the software FV10 - ASW 3.1 Viewer (Olympus Corporation, Tokyo, Japan).

The software Image Tool 3.0 (UTHSCSA, San Antonio, Texas, USA) was used to determine the percentage of the tubular sealer penetration, as described by Gharib et al., 2007. In each sample image, it was first determined the circumference of the canal; then, it was measured only the areas along the canal circumference in which there was the fluorescent ring, indicating the tubular sealer distribution along the walls, regardless the depth of penetration. The percentage of sealer penetration was obtained using the proportion between the outlined measurements of sealer distribution and the total canal circumference, for each sample image.

Statistical Analysis

The fluid filtration data was analysed using one-way ANOVA and Tukey's tests, and for the CLSM data, ANOVA and Games-Howell's tests. The significance level was set at $p=0,05$.

3. RESULTS

Leakage test

In the fluid filtration test, no movement of the air bubble was detected in the negative control group, whereas in the positive control group, air bubble displacements occurred rapidly and uninterruptedly.

Table 1 presents the leakage mean and standard deviation values. The CH dressing groups presented lower leakage, but there was significant difference only between the MTA Fillapex groups ($p=0.0001$). No significant difference was observed between the groups without the CH ($p>0.05$).

Table 1- Leakage mean and standard deviation values expressed in $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$

Group	n	Mean $\pm$ SD
CH / AH Plus	18	0,49 $\pm$ 0,18 ^{AB}
AH Plus	18	0,63 $\pm$ 0,18 ^{AC}
CH / MTA Fillapex	18	0,41 $\pm$ 0,12 ^B
MTA Fillapex	18	0,65 $\pm$ 0,13 ^C

CH, calcium hydroxide dressing. Values with the same superscript letter in each column were not statistically different

Sealer tubular penetration

The tubular penetration data showed that the CH dressing reduced the mean of penetration percentage in the middle third of the teeth obturated with AH Plus; however, no difference was observed at the apical sections for both sealers.

In the apical third, there was no significant difference regarding the use of CH dressing, but the MTA Fillapex obturations presented the higher tubular penetration, regardless presence of CH dressing (Table 2, Figure 1).

In the middle third, the CH / AH Plus group presented significant less penetration than the other tested groups ($p<0,01$).

Table 2 – Tubular sealer penetration per third, mean and standard deviation values (percentage).

Group	n	Apical Third	Middle Third
CH / AH Plus	18	30,25 ± 16,17 ^{AB}	47,90 ± 20,65 ^A
AH Plus	18	19,38 ± 10,35 ^A	76,86 ± 21,86 ^B
CH / MTA Fillapex	18	50,66 ± 29,04 ^{BC}	75,62 ± 18,66 ^B
MTA Fillapex	18	55,76 ± 22,01 ^C	81,61 ± 15,66 ^B

CH, calcium hydroxide dressing. Values with the same superscript letter in each column were not statistically different

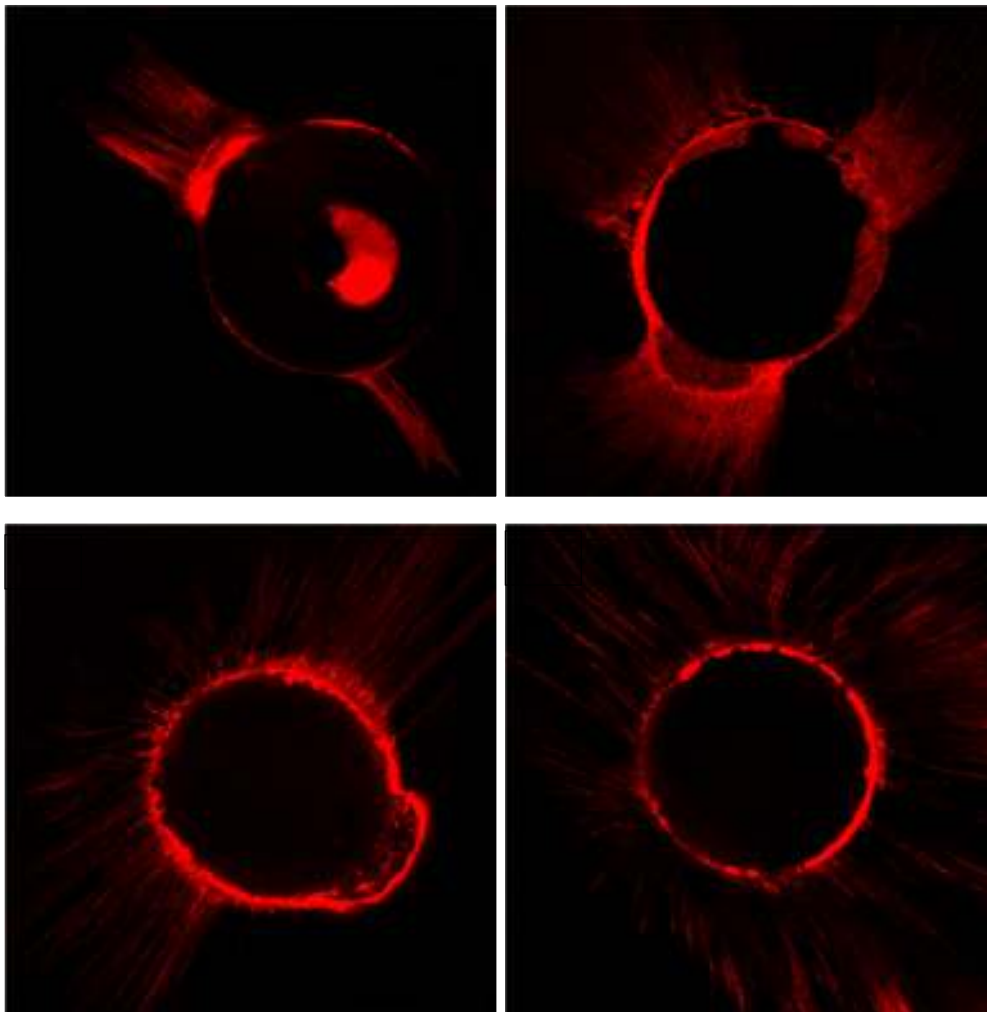


Figure 1 - Confocal photomicrograph at magnification 10x showing penetration of cement in dentinal tubules of the middle third: (a) CH / AH Plus, (b) AH Plus, (c) CH / MTA Fillapex, (d) MTA Fillapex.

4. DISCUSSION

The CH dressing effect on root canal fillings using AH Plus and MTA Fillapex cements was assessed in two different aspects: apical sealing ability and sealer tubular penetration. The dentinal tubule penetration of the sealer is important to prevent reinfection after the root canal treatment (Kokkas *et al.* 2004). Even if the sealer does not provide a direct bactericidal effect on the remaining microorganisms, a high sealer penetration could inactivate or prevent bacterial repopulation, by entombing them into the tubules if some leakage occurs in the obturation core (Ordinola-Zapata *et al.* 2009).

The apical sealing was evaluated by using a fluid filtration model, which presents some advantages over other methods: higher sensitivity (Wu *et al.* 1994), no interaction between the method materials and the objects of study (Wu *et al.* 1998 Shemesh *et al.* 2008), the preservation of the samples and the possibility of different readings along time (Çobankara *et al.*, 2002, Hirai *et al.* 2010). After the fluid filtration test, the roots were sectioned and the CLSM was used to verify the tubular penetration of the sealers. The small amount of 0.1% Rhodamine B added to the sealer is unable to exert any influence on their chemical or mechanical properties (Gharib *et al.* 2007), but, since it is a fluorescent dye, allows the CLSM observation of the cement inside the dentinal tubules.

The CLSM provides reliable information concerning the sealer distribution along the canal wall circumference (Marciano *et al.* 2010), with more details than the scanning electronic microscopy (SEM) method (Bitter *et al.* 2009). According to Gharib *et al.* (2007), the sealer penetration can be evaluated by measuring both the areas of the canal circumference in which the sealer is present and the depth of the tubular penetration. In the present study, since the aim was to evaluate the CH influence in the sealer penetration and not to compare the physicochemical characteristics of the different cements, it was measured only the percentage of walls where sealer was present.

The present results are in agreement with Wuerch *et al.* (2004), that also using fluid filtration, demonstrated no influence of CH dressing in the AH Plus obturations. Moreover, Kontakiotis *et al.* (2008) found that, for AH 26 obturations,

the previous use of CH and 2% Chlorhexidine was not able to interfere the leakage measured both after 48h and 6 months.

On the other hand, the CH influence seems to be related to the sealer properties, because Böttcher *et al.* (2010) reported more leakage for Endofill and Real Seal obturations in the canals where the CH dressing was previously placed. However, in the present research, the CH influence on MTA Fillapex was positive, reducing the volume of leakage, which is in accordance with previous researches that tested the sealing ability of Diaket (Çalışkan *et al.* 1998) and Sealapex (Hosoya *et al.* 2004) obturations, as well as for MTA apical plugs (Bidar *et al.* 2010). This fact might be explained by an interaction between the sealer and the residual CH (Porkaew *et al.* 1990, Çalışkan *et al.* 1998, Bidar *et al.* 2010). The residual CH could also act as a barrier, lowering the volume of fluid that could penetrate through the obturation voids: it is well known that despite various proposed techniques, none thoroughly removes the CH dressing (Hosoya *et al.* 2004, Taşdemir *et al.* 2011).

It was observed that the CH dressing played a role reducing the tubular penetration in the middle third of the root canals obturated with AH Plus. The tubular penetration of the sealer is related to its physicochemical characteristics (Mamootil & Messer 2007, Ordinola-Zapata *et al.* 2009). Hosoya *et al.* (2004) reported low flowability of Canals, Ketac-Endo and Sealapex when in contact with CH, although the overall values were still in accordance with the ISO-6876. In the present results, the CH interference did not occur at the apical third, therefore, it might be correlated to the amount of residual CH, since it has been previously demonstrated that adding 10% of CH to AH Plus lowered the flowability, while adding only 5% did not (Duarte *et al.* 2010).

Irrespective of CH dressing, the MTA Fillapex groups showed a higher tubular penetration than AH Plus: according to Silva *et al.* 2013, the former presents an increased flowability, allowing the sealer to more satisfactorily adapt into the anatomical irregularities.

In agreement with previous studies (Gharib *et al.* 2007, Patel *et al.* 2007), the middle third tubular penetration was higher than in the apical third, regardless the sealer or the use of CH dressing, which can be explained by the decreasing of diameter and density of the dentinal tubules in the apical region (Moon *et al.* 2010).

Conclusion

Within the limitations of this *in vitro* study, the use of intracanal CH dressing increased the apical sealing of the MTA Fillapex obturations, decreased the tubular penetration in the middle third of AH Plus root canal filling, but did not interfere in the tubular penetration in the apical third of the both tested sealers.

REFERENCES

- Assouline LS, Fuss Z, Mazor Y, Weiss EI (2001) Bacterial penetration and proliferation in root canal dentinal tubules after applying dentin adhesives in vitro. *Journal of Endodontics* **27**, 398-400.
- Bidar M, Disfani R, Gharagozloo S, Khojinezhad S, Rouhani A (2010) Medication with calcium hydroxide improved marginal adaptation of mineral trioxide aggregate apical barrier. *Journal of Endodontics* **36**, 1679-82.
- Bitter K, Mueller J, Kielbassa AM (2009) Scanning Microscopic Analyses for visualization of essence dentin / adhesive interfaces in the root canal. *J Adhes Dent* **11**, 7-14.
- Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM (2004) A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *International Endodontic Journal* **37**, 840-8.
- Böttcher DE, Hirai VHG, Da Silva Neto UX, Grecca FS (2010) Effect of calcium hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **110**, 386-9.
- Çalışkan MK, Türkün M, Türkün LS (1998) Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. *International Endodontic Journal* **31**, 173-7.
- Çalt S, Serper A (1999) Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics* **25**, 431-3.
- Çobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH (2002) A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *International Endodontic Journal* **35**, 979-84.
- Cohen BI, Pagnillo BS, Musikant L, Deutsch S (2000) An in vitro study of cytotoxicity of two root canal sealers. *Journal of endodontics* **26**, 228-9.
- De-Deus G, Reis C, Di Giorgi K, Brandão MC, Audi C, Fidel RAS (2011) Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **111**, 381-6.
- Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, Bernardes RA et al. (2010) Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH Plus. *Journal of Endodontics* **36**, 1048-51.
- Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG (2007) A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *Journal of Endodontics* **33**, 957-61.
- Haapasalo M, Udnæs T, Endal U (2003) Persistent, recurrent and acquired infection of the root canal system post-treatment *Endodontic Topics* **6**, 29-56.
- Hirai VHG, Da Silva Neto UX, Westphalen VPD, Perin CP, Carneiro E, Fariniuk LF (2010) Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with AH Plus and Epiphany sealers. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **109**, e131-5.
- Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T (2004) Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *International Endodontic Journal* **37**, 178-84.

Kim SK, Kim YO (2002) Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *International Endodontic Journal* **35**, 623-8.

Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK (2004) The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *Journal of Endodontics* **30**, 100-2.

Kontakiotis EG, Tsatsoulis IN, Papanakou SI, Tzanetakis GN (2008) Effect of 2% chlorhexidine gel mixed with calcium hydroxide as an intracanal medication on sealing ability of permanent root canal filling: a 6-month follow-up. *Journal of Endodontics* **34**, 866-70.

Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P (1999) Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *Journal of Endodontics* **25**, 85-8.

Mamootil K, Messer HH (2007) Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International Endodontic Journal* **40**, 873-81.

Marciano M, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC et al. (2010) The use of confocal laser scanning microscopy in endodontic research: sealer/dentin interfaces. In: Méndez-Vilas A, Díaz J, Microscopy: Science, Technology, Applications and Education, Microscopy Book Series v1 pp. 566-70. Badajoz, Spain: Formatex.

Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G (1997) Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *Journal of Endodontics* **23**, 43-8.

Marin-Bauza GA, Rached-Junior FJA, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Miranda CES, Silva-Sousa YTC (2010) Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. *Journal of Endodontics* **36**, 1531-6.

Moon YM, Shon WJ, Baek SH, Bae KS, Kum KY, Lee W (2010) Effect of final irrigation regimen on sealer penetration in curved root canals. *Journal of Endodontics* **36**, 732-6.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MSZ et al. (2009) Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **108**, 450-7.

Patel DV, Sherriff M, Ford TRP, Watson TF, Mannocci F (2007) The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *International Endodontic Journal* **40**, 67-71.

Porkaew P, Retief DH, Barfield RD, Lacefield WR, Soong SJ (1990) Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *Journal of Endodontics* **16**, 369-74.

Rödig T, Vogel S, Zapf A, Hülsmann M (2010) Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *International Endodontic Journal* **43**, 519-27.

Shemesh H, Souza EM, Wu MK, Wesselink PR (2008) Glucose reactivity with filling materials as a limitation for using the glucose leakage model. *International Endodontic Journal* **41**, 869-72.

Shokouhinejad N, Sabeti, M, Gorjestani H, Saghiri A, Lotfi M, Hoseini A (2011) Penetration of Epiphany, Epiphany Self-Etch and AH Plus into dentinal

tubules: A scanning electron microscopy study. *Journal of endodontics* **37**, 1316-9.

Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M (2000) Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various Medications. *Journal of Endodontics* **26**, 751-5.

Silva EJNL, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes, BPFA, Zaia AA (2013) Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *Journal of endodontics* **39**, 274-7.

Silva Neto UX, Moraes IG, Westphalen VPD, Menezes R, Carneiro E, Fariniuk LF (2007) Leakage of 4 resin-based root-canal sealers used with a single-cone technique. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **104**, e53-7.

Siqueira Jr JF, Magalhães KM, Rôças IN (2007) Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *Journal of Endodontics* **33**, 667-72.

Sundqvist G (1992) Ecology of root canal flora. *Journal of Endodontics* **18**, 427-30.

Taşdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yeşilyurt C (2011) Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *International Endodontic Journal* **44**, 505-9.

Vera J, Siqueira Jr JF, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B, Cruz A (2012) One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *Journal of Endodontics* **38**, 1040-52.

Vitti RP, Prati C, Silva EJNL et al. (2013) Physical properties of MTA Fillapex sealer. *Journal of Endodontics* **39**, 915-8.

Weis MV, Parashos P, Messer, HH (2004) Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *International Endodontic Journal* **37**, 653-63.

Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR (1998) Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *Journal of dentistry* **26**, 585-9.

Wu MK, Wesselink PR, Walton RE (2000) Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* **89**, 99-103.

Wu, MK, De Gee AJ, Wesselink PR (1994) Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *International Endodontic Journal* **27**, 233-8.

Wuerch RMW, Apicella MJ, Mines P, Yancich PJ, Pashley DH (2004) Effect of 2% chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system. *Journal of Endodontics* **30**, 788-91.

Zhou H, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y, Haapasalo M (2013) Physical properties of 5 canal sealers. *Journal of Endodontics* **39**, 1281-6.

Revisão de Literatura

Infiltração Apical

WU et al., em 1993, com o objetivo de comparar a passagem de água com a penetração de bactérias através de canais obturados, adaptaram um método onde o transporte propagativo de água da porção coronária para o término apical de canais obturados foi determinado pelo movimento de uma bolha de ar em um capilar de vidro conectado ao ápice de secções radiculares experimentais, utilizando uma pressão de 120kPa (1,2 atm). O experimento foi realizado com 60 caninos humanos superiores extraídos. Os dentes foram obturados com cimento AH26 e guta-percha pela técnica de condensação lateral. Trinta dessas raízes foram expostas a penetração bacteriana de *Pseudomonas aeruginosas*, inseridas em reservatório coronário. Após 50 dias dois espécimes permitiram a penetração de bactérias até o término apical. Todos os espécimes foram submetidos ao sistema de transporte de fluido. Os resultados foram divididos em três categorias, onde 39 espécimes estavam na categoria impermeável, 14 na infiltração leve e 7 na infiltração acentuada. Os dois espécimes que permitiram penetração de bactérias classificaram-se em infiltração leve e infiltração acentuada. O teste com penetração prévia de bactérias não influenciou estatisticamente no padrão de transporte de fluido, realizado posteriormente. Os autores concluíram que obturações que permitem infiltração pelo método do transporte de fluido, na maioria não permitem passagem de bactérias, demonstrando que o método detecta falhas menores na obturação, que poderiam permitir a passagem de toxinas bacterianas.

WU et al., em 1994, compararam o método de penetração de corante com o modelo de transporte de fluido em obturações endodônticas. Sessenta secções radiculares de incisivos centrais superiores humanos foram obturadas, utilizando guta-percha e AH26 e empregando técnica de condensação lateral. Os autores aplicaram uma técnica modificada, a fim de permitir uma leve quantidade de infiltração e, então, dividiram os dentes em três grupos iguais. Vinte secções radiculares foram inicialmente montadas em um modelo de filtração de fluido e permitiram a passagem desse fluido sobre uma pressão de 10 kPa (0,1 atm). Outras vinte secções radiculares foram montadas de acordo com o mesmo método, porém, antes foram sujeitadas ao transporte de ar sob a mesma pressão. As vinte secções remanescentes não foram expostas ao teste

de filtração de fluido e nem de ar. Então, todas as 60 secções radiculares foram sujeitadas a penetração de uma solução de azul de metileno a 2%. Verificaram, pelos resultados, que o transporte de fluidos foi um método muito mais sensível em detectar espaços ao longo da obturação do que o corante. Depois da filtração de fluido por três horas sob baixa pressão para eliminar o ar, o corante penetrou significativamente mais profundamente do que sem filtração de fluido prévia, o qual sugeriu que o ar presente em espaços vazios ao longo da obturação do canal preveniu a penetração do corante.

HOLLAND et al. (1995) avaliaram a infiltração apical permitida por dentes que receberam hidróxido de cálcio como medicação intracanal e em seguida foram obturados pela técnica de condensação lateral. Cento e vinte dentes humanos unirradiculados extraídos tiveram suas porções coronárias removidas e foram preparados utilizando até o instrumento tipo K #40. Metade dos espécimes receberam medicação intracanal com hidróxido de cálcio por 3 dias. A medicação foi removida com irrigação e instrumentos do #40 ao #70. Os dentes foram divididos em seis grupos de acordo com a dimensão do instrumento utilizado na remoção do hidróxido de cálcio. Os dentes que não receberam a medicação foram também preparados novamente, com os mesmos instrumentos utilizados na remoção da medicação. Os canais foram obturados com cimento de óxido de zinco e eugenol e guta-percha e, então, colocados em um frasco contendo azul de metileno a 2% fechado à vácuo. A infiltração foi medida linearmente e os resultados obtidos pelos autores mostraram menor infiltração nos grupos que receberam hidróxido de cálcio do que nos grupos controle.

KONTAKIOTIS et al., em 1997, avaliaram o efeito do curativo de hidróxido de cálcio no selamento apical de dentes tratados endodonticamente. Utilizaram 80 raízes de incisivos centrais superiores que foram divididas em dois grupos, sendo 40 raízes receberam o curativo e as outras 40 raízes não receberam. Todas as raízes tiveram os canais obturados com guta-percha e cimento TubliSeal. Foi medida a infiltração de 20 raízes em cada grupo por modelo de transporte de fluido modificado, realizando as medidas nos períodos de 48 h, 2, 4, 8, 16 semanas. No entanto, nas outras 20 raízes de cada grupo a infiltração foi medida empregando o corante de azul de metileno a 1%. Os resultados

mostraram que no teste de filtração de fluido não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. No método com azul de metileno, o grupo com curativo, infiltrou significante menos que o grupo sem o curativo. Os autores concluíram que devido aos resultados controversos entre os modelos existem problemas com os mesmos.

WU et al. (1998) analisaram a estabilidade de cor do azul de metileno quando colocado em contato com seis materiais odontológicos: o amálgama, o hidróxido de cálcio, MTA, óxido de zinco e eugenol, o ionômero de vidro Fuji II e o Cavit. Utilizaram tubos de silicone e raízes humanas com 10 mm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro interno que foram preenchidos com os materiais testados e posteriormente imersos em 0,8 ml de solução de azul de metileno a 1%. Determinaram a densidade ótica do corante antes e depois de 24, 48 e 72 horas de imersão, utilizando para isso um espectrofotômetro. Todos os materiais, exceto o Fuji II causaram a descoloração do azul de metileno. Após 24 horas a densidade ótica do corante no grupo do hidróxido de cálcio foi reduzida em 73 %, enquanto que para o MTA a redução foi de 84%. Concluíram que o azul de metileno sofre descoloração em contato com alguns materiais odontológicos, o que pode levar a resultados incorretos no teste de infiltração com esse corante.

Em 1999, MILETIĆ et al. examinaram a capacidade de selamento apical de cinco cimentos endodônticos, utilizando o método de transporte de fluido. Os cimentos AH26, AH Plus, DIAKET, Apexit e Ketac-Endo foram testados. A porção coronária e os 3 mm apicais de 60 dentes humanos unirradiculados extraídos foram cortados. Os canais foram instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio 2,5%. Os espécimes foram divididos em cinco grupos de 10 e obturados pela técnica de condensação lateral de guta-percha. Cinco espécimes foram utilizados como controle positivo e cinco, como controle negativo. A infiltração foi medida pelo deslocamento de uma bolha de ar em tubo capilar de vidro, conectado às secções radiculares. As avaliações foram realizadas em 4 intervalos de 5 minutos, sob pressão constante de 120kPa (1,2atm). O deslocamento em milímetro foi posteriormente transformado em microlitro. As diferenças entre as infiltrações dos cinco cimentos não foram

estatisticamente significantes. Os autores concluíram que, sob as condições desta pesquisa, todos os cimentos produziram selamentos satisfatório.

Com o propósito de comparar 3 métodos de avaliação de selamento apical, POMMEL et al. (2001) prepararam 36 incisivos superiores com o sistema Profile e dividiram em três grupos, de acordo com a técnica de obturação utilizada: Thermafil, condensação vertical aquecida e técnica do cone único. O selamento apical foi avaliado por três métodos, utilizando sucessivamente o mesmo dente: sistema de transporte de fluido, um método eletroquímico e penetração de corante (azul de metileno). Os métodos de avaliação da infiltração não classificaram a infiltração apical das três técnicas na mesma ordem. O método de transporte de fluido mostrou que a condensação vertical foi superior ao Thermafil, que por sua vez foi superior que a técnica do cone único. A penetração de corante mostrou o Thermafil superior à técnica de condensação vertical e a do cone único. O método eletroquímico não apresentou diferença estatisticamente relevante entre as técnicas de obturação utilizadas. Não foi encontrada correlação entre os resultados obtidos com os três métodos de avaliação de infiltração.

POMMEL; CAMPS (2001) avaliaram a influência do tempo de mensuração e da pressão, nos resultados obtidos pelo método de filtração de fluido. Trinta e seis incisivos superiores foram preparados com sistema Profile e obturados, utilizando sistema Thermafil. Os espécimes foram divididos em dois grupos, sendo 18 espécimes testados com baixa pressão (15 cm H₂O) e 18, com alta pressão (150 cm H₂O), registrados aos 2 minutos, 1 hora e 24 horas. A infiltração, expressa em $\mu\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$, diminuiu com o aumento do tempo de mensuração e foi maior no grupo que utilizou a pressão mais alta. O transporte de fluido variou de $3,8 \times 10^{-5} \mu\text{l}\cdot\text{min}^{-1} \text{ cm H}_2\text{O}^{-1}$ a $43 \times 10^{-5} \mu\text{l}\cdot\text{min}^{-1} \text{ cm H}_2\text{O}^{-1}$, dependendo da pressão e do tempo. Isso demonstra que é preciso que haja uniformização para que se possa comparar resultados de vários estudos.

ÇOBANKARA et al.(2002) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar quantitativamente a capacidade seladora de quatro cimentos endodônticos, utilizando o método de filtração de fluido. Foram utilizados 40 dentes anteriores superiores humanos extraídos, divididos em 4 grupos, para avaliar os cimentos AH Plus, Ketac-Endo, RoekoSeal e Sultan. A porção coronária dos dentes foi

removida, uniformizando em 15 mm o comprimento dos espécimes. Os canais foram instrumentados, padronizando o preparo apical com instrumento tipo K nº 60, e obturados por meio da técnica de condensação lateral de guta-percha. A infiltração apical foi mensurada pela movimentação de uma bolha de ar em um tubo capilar de vidro de 25 µl e 65mm, conectado às secções radiculares. O sistema foi todo preenchido com O₂ proveniente de um tanque pressurizado com 3psi(0,2atm) que foi aplicado à região apical, forçando a água longitudinalmente nos espaços existentes na obturação, deslocando a bolha de ar no tubo capilar. As medidas foram realizadas em intervalos de 2 minutos, durante 8 minutos. A qualidade de selamento foi mensurada em 7, 14 e 21 dias. A análise estatística mostrou que as obturações mostraram menos infiltração após 21 dias. O cimento Sultan apresentou maior volume de infiltração que os outros cimentos em todos os períodos.

WU et al., em 2003, compararam a movimentação de fluido, ao longo dos dois terços coronários de canais obturados por três técnicas diferentes. Os 60 incisivos inferiores humanos extraídos foram divididos em três grupos e, após a instrumentação foram obturados, utilizando cimento RoekoSeal Automix e condensação lateral de guta-percha, condensação vertical aquecida de guta-percha e técnica do cone único. Os 4 mm apicais dos espécimes foram removidos e o remanescente foi submetido a ao sistema de filtração de fluido, aplicando pressão de 60kPa (0,6 atm). O volume de movimentação de fluido foi mensurado após 1, 3 e 5 horas. Os resultados, expressos em µl min⁻¹, mostraram que o grupo da condensação vertical aquecida apresentou maior movimentação de fluido que os outros grupos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos condensação lateral de guta-percha e técnica de cone único. Os autores concluíram que os dois terços coronários não foram capazes de prevenir a movimentação de fluido, quando a técnica de condensação vertical aquecida de guta-percha e o cimento RoekoSeal foram utilizados.

XU et al. 2005, apresentaram um novo método quantitativo para testar infiltração, utilizando um sistema que emprega glicose para avaliar a infiltração permitida pelos cimentos obturadores. Oitenta incisivos superiores humanos extraídos foram divididos em 3 grupos experimentais de 20 espécimes e 2 grupos controle. A porção coronária dos dentes foi removida para que os

espécimes fossem padronizados com 15 mm de comprimento. Os canais foram instrumentados e obturados pela técnica de condensação lateral de guta-percha, utilizando os cimentos endodônticos Pulp Canal Sealer, Sealapex e AH Plus. O grupo controle positivo foi obturado sem cimento endodôntico, enquanto o negativo, com guta percha e AH Plus. Na porção coronária dos espécimes foi inserido 1mol/L de solução de glicose, que foi forçada sob pressão hidrostática de 1,5kPa em direção apical. A infiltração foi medida pela concentração de glicose no reservatório apical em 1, 2, 4, 7, 10, 15, 20, e 30 dias pelo método enzimático glicose-oxidase. Nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada entre os três grupos em 1, 2, 4, 7 dias. A partir do 10º dia, o Pulp Canal Sealer mostrou a maior infiltração e não houve diferença significativa entre os outros dois grupos. Os autores concluíram que o método é sensível, não destrutivo e clinicamente relevante.

BRANDÃO, em sua dissertação de doutorado (2005), avaliou a influência do curativo de hidróxido de cálcio no selamento de obturações realizadas com cimento de óxido de zinco e eugenol, utilizando a filtração de fluido e a infiltração de corantes (Rodamina B e azul de metileno). Setenta raízes foram utilizadas, os canais instrumentados e assim distribuídas: 32 receberam curativo de hidróxido de cálcio prévio a obturação, 32 não receberam curativo, 3 raízes para controle positivo e 3 para controle negativo. Os espécimes foram submetidos inicialmente ao teste de filtração de fluido. Após, foram divididos em dois grupos, sendo um imerso em Rodamina B e o outro, em azul de metileno. Os resultados mostraram que o hidróxido de cálcio não teve influência alguma sobre o selamento apical das obturações medidas pelo sistema de transporte de fluido e pela infiltração do corante Rodamina B. Quando utilizado o corante azul de metileno, houve diferença significativa nos resultados, sendo que o grupo que recebeu curativo mostrou melhor selamento apical. O autor concluiu que provavelmente houve uma interação química entre o hidróxido de cálcio e o azul de metileno, que pode ter promovido descoloração do corante, devido a alcalinidade do hidróxido de cálcio, produzindo dados não confiáveis.

Em 2006, SHEMESH; WU; WESSELINK avaliaram a infiltração apical de obturações endodônticas com e sem *smear layer*, utilizando dois modelos experimentais. Cento e vinte dentes unirradiculados humanos extraídos foram

divididos em dois grupos, sendo o primeiro para avaliar infiltração por meio de filtração de fluido e o outro, por meio de penetração de glicose. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos. No grupo 1 a *smear layer* foi mantida e os espécimes obturados com AH26 por meio da técnica de condensação lateral de guta-percha. No grupo 2 a *smear layer* foi removida e a obturação foi realizada pela técnica de condensação lateral de guta-percha, utilizando cimento AH26. No grupo 3 também foi removida a *smear layer*, porém foram obturados pela técnica de condensação lateral, utilizando o sistema Epiphany. A porção coronária das obturações de todos os espécimes foi removida, restando apenas os 4 mm no canal. A penetração de glicose foi avaliada, medindo a concentração uma vez por semana, durante 56 dias. O transporte de fluido foi avaliado pela mensuração do movimento da bolha de ar, sob pressão de 30 kPa (0,3 atm) na primeira semana e, novamente 8 semanas após a obturação dos espécimes. Os resultados mostraram que no teste de infiltração de glicose o grupo do sistema Epiphany apresentou maior infiltração em todos os intervalos. Não houve diferença significativa entre os dois grupos que receberam guta-percha. No modelo de filtração de fluido não houve diferença estatística entre os três grupos, na primeira semana, ou na oitava. Concluíram que, sob as condições do estudo, o modelo de penetração de glicose foi mais sensível em detectar infiltração nas obturações dos canais radiculares. A remoção da *smear layer* antes da obturação não melhorou o selamento dos 4 mm finais da obturação.

SILVA NETO, em 2007, avaliou a infiltração permitida por 4 cimentos endodônticos, por meio do método de filtração de fluido. Sessenta pré-molares inferiores humanos extraídos tiveram suas coroas removidas, padronizando em 14 mm o tamanho dos espécimes. Os canais foram instrumentados utilizando o sistema Great Taper Profiles. Os dentes foram divididos em quatro grupos, de acordo com o cimento utilizado (AH Plus, AH26, EndoREZ e MBP, ou cimento experimental). As obturações foram realizadas pela técnica do cone único de guta-percha. A infiltração foi mensurada utilizando o método de filtração de fluido 15, 30 e 60 dias após as obturações, sob pressão de 10 psi e expressa em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$. As medidas do movimento da bolha de ar foram tomadas em intervalos de 2 minutos, durante 8 minutos. Os resultados indicaram que os

cimentos AH Plus e MBP apresentaram os menores valores de infiltração após 15 dias. Após 30 dias o AH26 apresentou maiores valores de infiltração que os outros cimentos. Após 60 dias o AH Plus e o MBP exibiram os menores valores de infiltração, diferindo significativamente do EndoREZ. Os autores puderam concluir que o cimento AH Plus e o cimento experimental MBP sofreram menor infiltração após 60 dias que os cimentos AH26 e EndoREZ.

SOUZA et al. (2008) realizaram um estudo para verificar se os resultados de infiltração dos mesmos espécimes mensurados por dois métodos diferentes seriam idênticos. Oitenta caninos humanos extraídos foram instrumentados e obturados com guta-percha e um dos quatro cimentos testados: AH26, AH Plus, RSA e Polifil (cimento experimental). Os espécimes foram submetidos ao teste de filtração de fluido, sob pressão de 30 kPa e após 3, 6 e 24 horas o movimento da bolha de ar foi registrado. Os mesmos espécimes foram submetidos ao modelo de penetração de glicose, após 24 horas do teste de filtração de fluido. A mesma pressão (30kPa) foi aplicada e, após 24 horas, a concentração de glicose foi medida. Nos dois modelos os cimentos se comportaram de mesma maneira quanto a infiltração. Foi concluído que a infiltração para os 80 espécimes no modelo de filtração de fluido foi similar ao modelo de penetração de glicose.

SHEMESH et al. (2008) realizaram um estudo para avaliar a reatividade da solução de glicose com diferentes materiais e cimentos e verificar se a glicose é um marcador aceitável para os materiais testados. Dez discos uniformes, com 5 mm de raio e 2 mm de espessura, foram confeccionados com os seguintes materiais: cimento Portland, MTA (cinza e branco), Sealer 26, sulfato de cálcio, hidróxido de cálcio, AH26, Epiphany, Resilon, guta-percha e dentina. Os discos foram armazenados por uma semana a 37°C e em condições de umidade. A seguir foram imersos em 0,2 mg/ml de solução de glicose em um tubo de ensaio. Após uma semana, a concentração de glicose foi avaliada usando uma reação enzimática. O cimento Portland, o MTA e o Sealer 26 reagiram com 0,2 mg/ml de solução de glicose. Portanto, estes materiais não devem ser avaliados para capacidade de selamento com o modelo de infiltração de glicose. Os autores ressaltam que a verificação da influência dos materiais testados na concentração de glicose deveria sempre preceder aos testes de infiltração de glicose para validar as conclusões de tais estudos.

KONTAKIOTIS et al (2008) conduziram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do hidróxido de cálcio e da clorexidina gel a 2%, utilizados isoladamente, ou combinados, como medicação intracanal, na infiltração apical. Noventa incisivos superiores foram divididos em 4 grupos, sendo: grupo 1 recebeu curativo com hidróxido de cálcio; grupo 2 foi tratado com clorexidina em gel a 2%; grupo 3 recebeu uma pasta elaborada com a combinação das duas medicações e grupo 4 não recebeu nenhuma medicação intracanal. As medicações permaneceram nos canais por duas semanas. Após esse período os dentes foram obturados com cimento AH26 e guta-percha, pela técnica de condensação lateral. O grupo quatro foi obturado imediatamente após o preparo dos canais. O teste de filtração de fluido foi aplicado 48 horas depois das obturações. Os espécimes foram conservados em esponja umedecida, mantidos a 37°C. O teste foi repetido após 6 meses. Os autores concluíram que nenhuma das medicações empregadas pareceu afetar negativamente a capacidade de selamento do cimento utilizado tanto a curto, como a médio prazo.

BÖTTCHER et al. (2010) avaliaram a capacidade de selamento do sistema Real Seal e do cimento Endofill após o uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal. Cem dentes unirradiculados tiveram seus canais preparados e foram divididos em quatro grupos. Dois grupos receberam medicação intracanal com hidróxido de cálcio e dois grupos, não. As obturações foram realizadas utilizando guta-percha e cimento Endofill, ou Resilon e cimento Real Seal, todos pela técnica de termomecânica. A filtração de fluido foi mensurada, após 90 dias, pela observação do movimento da bolha de ar e registrada em intervalos de 2 minutos, durante 8 minutos. A análise estatística indicou que os grupos que receberam curativo com hidróxido de cálcio mostraram maiores valores de infiltração que os que não receberam. A conclusão foi de que o hidróxido de cálcio afeta a capacidade de selamento dos cimentos Real Seal e Endofill.

Em 2013, ÖZOK; VERHAAGEN; WESSELINK, desenvolveram um estudo para aperfeiçoar o método de filtração de fluido. Os autores compararam a capacidade de selamento de obturações, quando mensuradas pelo método de filtração de fluido convencional, utilizando água, e o método de filtração de fluido modificado, que usa um "*wetting fluid*" como marcador. O marcador utilizado no

modelo modificado apresenta baixa tensão superficial, podendo penetrar mais facilmente nos espaços, mesmo os menores. Utilizaram 30 pré-molares inferiores humanos extraídos. A porção coronária dos dentes foi removida e o tamanho dos espécimes padronizado em 14mm. Os mesmos foram preparados e obturados com cimento AH26 e guta-percha, pela técnica de condensação lateral. Os dois modelos foram submetidos a mesma pressão. Os espécimes do grupo 1 foram submetidos ao método convencional (com água) e, em seguida, ao modificado. No grupo 2 foi realizado inicialmente o teste pelo método modificado, seguido do método convencional. As mensurações foram realizadas em 1, 3 e 6 horas. A porcentagem de obturações que apresentaram transporte de fluido com o marcador testado foi maior do que com água e a diferença foi estatisticamente significativa.

Penetração Dos Cimentos Nos Túbulos Dentinários

SEN; PISKIN; BARAN(1996) analisaram a possível correlação entre a penetração nos túbulos dentinários com a micro infiltração. Quarenta e cinco dentes anteriores superiores humanos extraídos foram instrumentados, a *smear layer* foi removida e os canais obturados pela técnica do cone único de guta-percha, utilizando os cimentos Diaket, Endomethasone, CRCS ou Ketac-Endo. A extensão da infiltração foi medida por meio de escores, após a imersão dos dentes em tinta da Índia por 72 horas. Os espécimes foram submetidos a avaliação da penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários em microscópio eletrônico de varredura. O cimento Diaket apresentou a menor infiltração com relação aos outros cimentos. A penetração no interior dos túbulos foi mais homogênea para esse cimento, enquanto o Ketac-Endo mostrou menor penetração no interior dos túbulos. Os autores observaram uma relação inversa entre penetração tubular e infiltração do corante, apesar dessa correlação não ser estatisticamente significativa.

ÇALT; SERPER (1999) avaliaram a penetração dos cimentos endodônticos CRCS, AH 26 e Ketac-Endo nos túbulos dentinários após o uso de medicação intracanal com hidróxido de cálcio. Foi realizada remoção da parte coronária e o preparo dos canais radiculares finalizando com irrigação com

E.D.T.A. a 17%, seguido de hipoclorito de sódio a 5%. Os dentes foram distribuídos em dois grupos, onde o primeiro grupo recebeu uma pasta de pó de hidróxido de cálcio misturado a solução salina, e o segundo foi preenchido com TempCanal. Após 7 dias os grupos foram subdivididos em 2 outros grupos, sendo que um recebeu irrigação com hipoclorito de sódio 5% e o outro com E.D.T.A. e hipoclorito de sódio 5% para remoção da medicação intracanal. Quatro raízes foram utilizadas como grupo controle e não receberam medicação. Todos foram obturados pela técnica de condensação lateral. As raízes foram seccionadas e analisadas em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que a irrigação somente com hipoclorito não foi suficiente para remover a medicação e que impediu a penetração dos cimentos nos túbulos. A utilização do E.D.T.A. seguido do hipoclorito permitiu a remoção completa do hidróxido de cálcio e a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários.

Em 2004, BITTER et al. analisaram, por meio de microscopia confocal de varredura à laser, a espessura da camada híbrida, bem como as projeções nos túbulos dentinários de cimentos utilizados na fixação de pinos de fibra de vidro. Os autores utilizaram 5 sistemas adesivos e o correspondente cimento para a cimentação dos pinos de fibra: G1- Clearfil Core/New Bond (Kuraray), G2- Multilink (Vivadent), G3- Panavia 21/ED Primer (Kuraray), G4- PermaFlo DC (Ultradent), e G5- Variolink II/Excite DSC (Vivadent). Após a instrumentação dos canais, a obturação foi realizada, utilizando guta-percha e cimento AH Plus. Os canais foram preparados para receber o pino em 9 mm de profundidade. Depois de cimentados os pinos, os espécimes foram seccionados em 1, 4 e 7 mm abaixo da junção amelo-cementária, gerando secções de 2mm, que representaram respectivamente as porções cervical, média e apical do preparo para pino. As amostras foram analisadas em microscópio confocal, utilizando aumento de 40X. Para quantificar a espessura da camada híbrida, a medida foi realizada em quatro localizações da imagem e então obtida a média. Foi feita a contagem do número de projeções de resina nos túbulos (*tags*). O número de projeções foi significativamente maior no terço cervical, que nos terços médio e apical para todos os cimentos.

STEVENS; STROTHER; McCLANAHAN (2006) investigaram se a irrigação final com álcool etílico 95% afetaria a penetração do cimento Roth 801

nos túbulos dentinários, livres de *smear layer*, e a capacidade de selamento do mesmo. Os autores se propuseram a determinar se existe correlação entre os dois eventos (infiltração e penetração de cimento nos túbulos). Foi removida a porção coronária de 40 incisivos superiores. Os dentes foram instrumentados, irrigados com E.D.T.A. 17% e divididos em dois grupos. Um grupo recebeu irrigação final com hipoclorito de sódio a 5,25% e o outro, com álcool etílico 95%. A técnica de obturação utilizada foi a condensação lateral de guta-percha. A infiltração foi determinada por meio do método de filtração de fluidos e a penetração do cimento nos túbulos, utilizando microscópio de luz. O grupo que recebeu irrigação final com álcool apresentou maior penetração de cimento e menor infiltração. De acordo com o teste de correlação de Person, a infiltração não pode ser significativamente correlacionada com a penetração de cimento.

PATEL et al. (2007) compararam a profundidade de penetração dos cimentos endodônticos RealSeal e Tubliseal nos túbulos dentinários. Utilizaram 20 pré-molares humanos extraídos, que após o preparo do canal, foram divididos em dois grupos: o primeiro grupo obturado com guta-percha e Tubliseal pela técnica condensação lateral da guta-percha e o segundo grupo recebeu cones e cimento RealSeal. O corante Rodamina B foi adicionado ao primer dos dois cimentos, para permitir análise em um microscópio confocal de varredura. Os dentes foram seccionados no sentido paralelo ao longo eixo, produzindo dois espécimes por dente. Em cada metade três cortes foram feitos em 2, 5 e 8 mm abaixo da junção amelo-dentinária. A observação no microscópio confocal foi realizada na interface dentina-resina imediatamente apical e imediatamente cervical aos cortes, totalizando 6 observações em cada metade. A penetração mais profunda de cimento para cada terço foi medida em μm . A análise estatística dos dados mostrou que a profundidade de penetração do cimento RealSeal foi significativamente maior que do Tubliseal.

GHARIB et al. (2007) avaliaram em microscópio confocal a interface dentina/cimento e compararam a penetração do cimento nos túbulos dentinários dos terços cervical, médio e apical de dentes obturados com sistema Epiphany. Dez dentes unirradiculados foram preparados com instrumentos Profile e obturados com cones Resilon e cimento Epiphany, manipulado com 0,1% de Rodamina B. Os dentes foram seccionados transversalmente, originando fatias

de 2mm correspondentes a porção mediana dos terços apical, médio e cervical de cada espécime. As imagens obtidas no microscópio confocal de varredura à laser e gravadas nos aumentos 10X e 40X, foram analisadas no programa Photoshop 7.0. Para análise da penetração do cimento, inicialmente foi realizada a medida da circunferência do canal. Em seguida, a extensão de parede do canal onde houve penetração de cimento, independente da profundidade foi também medida. A porcentagem de parede do canal onde houve penetração do cimento foi determinada pela razão entre essa medida e a circunferência total do canal. Para analisar a profundidade de penetração foi empregada a ferramenta régua do programa utilizado para gravar as imagens obtidas no microscópio confocal. A profundidade máxima foi determinada em quatro pontos pré-estabelecidos. As medidas tiveram como ponto de partida a parede do canal e limitada a uma profundidade máxima de 1000 µm. Foi calculada a média dos quatro pontos, obtendo um valor para cada secção. A análise da porcentagem de penetração mostrou que o terço apical apresentou a menor penetração de cimento e diferiu dos outros terços. Não há diferença estatisticamente significativa entre os terços médio e cervical, embora o cervical tenha apresentado valores maiores. O mesmo resultado se apresentou na análise da profundidade de penetração.

MAMOOTIL; MESSER (2007) compararam a profundidade e a consistência de penetração nos túbulos dentinários de três cimentos endodônticos (Pulp Canal Sealer, EndoREZ e AH26) *in vitro* e analisaram a penetração do cimento AH 26 *in vivo*. A observação, feita em microscópio eletrônico de varredura, demonstrou que os cimentos à base de resina (EndoREZ e AH26) apresentaram penetração mais consistente e mais profunda. A profundidade de penetração do cimento que os autores observaram *in vitro* é consistente com a observada *in vivo*.

ORDINOLA-ZAPATA et al. (2009a) compararam a porcentagem e profundidade de penetração nos túbulos dentinários dos cimentos Sealer 26, GuttaFlow e Sealapex associados à técnica de condensação lateral da gutapercha. Os dentes foram seccionados a 3 e 5 mm do ápice e examinados em microscópio confocal. A profundidade e a porcentagem de penetração dos cimentos foi medida da mesma forma que no estudo de Gharib. O Cimento Sealapex demonstrou maior profundidade de penetração, porém a porcentagem

de adaptação às paredes não diferiu entre os três cimentos. Todos os cimentos falharam em demonstrar penetração nos túbulos em toda a circunferência do canal. Os autores ressaltam que a profundidade de penetração dos cimentos é influenciada pelo tipo de cimento e pelo nível do canal radicular, ocorrendo diminuição da penetração na região apical.

ORDINOLA-ZAPATA et al., ainda em 2009(b), analisaram a porcentagem de penetração de cimento em canais mesiais de molares inferiores obturados com os sistemas RealSeal-1 ou Thermanfil, analisados por microscopia confocal de varredura a laser. Dez raízes de molares inferiores com 2 canais distintos foram utilizadas no experimento. Os vinte canais foram instrumentados com Protaper F2 e o preparo foi complementado com Profile 35.04, no ápice. As obturações foram realizadas com os sistemas citados, sendo um sistema para cada canal da mesma raiz. Os espécimes foram seccionados horizontalmente a 3 e 5 mm do ápice e a porcentagem de penetração nos túbulos avaliada em microscópio confocal. A porcentagem de penetração dos cimentos foi similar para os dois sistemas utilizados nos dois níveis avaliados.

SOUZA(2010), em sua dissertação de mestrado, testou a existência de correlação entre a penetração de cimento nos túbulos dentinários e a qualidade de selamento. Utilizou sessenta incisivos centrais superiores, que tiveram sua porção coronária removida, padronizando o tamanho do espécimes em 13 mm. Após a instrumentação os espécimes foram obturados com cimento AH Plus e guta-percha, pela técnica de condensação lateral. Para determinar a qualidade de selamento foi utilizado o sistema de infiltração de glicose sob pressão. Em seguida ao teste, as amostras foram embutidas em resina epóxi e cortados a 4, 6 e 8 mm do ápice, gerando fatias de aproximadamente 2 mm. Foi realizada a observação dessas fatias em microscópio confocal de varredura a laser para determinar a porcentagem de área de dentina onde ocorreu penetração do cimento nos túbulos. Os dados obtidos nos dois experimentos foram submetidos ao teste de correlação de Spearman, que revelou a inexistência de qualquer correlação entre os mesmos. Foi concluído que, diante das condições experimentais aplicadas, a quantidade de cimento presente dentro dos túbulos dentinários não teve relação com a qualidade de selamento das obturações.

MARCIANO et al. (2011) testaram a hipótese de que qualidade de obturação em canais mesiais de molares inferiores é dependente do tipo de técnica de obturação. Para tanto, compararam a porcentagem de guta-percha, cimento e espaços vazios em canais obturados pelas seguintes técnicas: cone único, compactação lateral, System B e Thermafil. As avaliações foram realizadas por meio de microscopia confocal de varredura a laser, a 2, 4 e 6 mm do ápice e mostraram que a 2 mm, a porcentagem de guta-percha, cimento e espaços vazios foi similar para a técnica do System B, compactação lateral e cone único. A técnica de cone único revelou menos guta-percha, mais cimento e espaços que a do Thermafil em 2 e 4 mm. A análise de todos os níveis mostrou mais guta-percha, menos cimento e espaços vazios para os canais obturados com as técnicas System B e Thermafil. O estudo mostrou também, que a presença de istmos aumenta a ocorrência de espaços somente na técnica de compactação lateral da guta-percha. Os autores puderam confirmar a hipótese testada de que a quantidade de guta-percha, cimento e espaços vazios são dependentes da técnica de obturação.

KOK et al. (2012) avaliaram a penetração do cimento nos túbulos dentinários, integridade da camada de cimento e área de cimento no terço apical após utilizar 3 técnicas de obturação diferentes: técnica do cone único, condensação lateral de guta-percha e sistema Thermafil. Utilizaram 45 pré-molares unirradiculados humanos extraídos, que tiveram seus comprimentos padronizados em 12 mm, por meio do corte da porção coronária. Os canais foram instrumentados com sistema Protaper. O cimento empregado foi o AH Plus, acrescido de 0,1% de Rodamina B, para possibilitar a avaliação em microscópio confocal de varredura a laser. Os espécimes foram seccionados a 4 mm do ápice, gerando fatias de aproximadamente 2 mm para avaliação. Não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as 3 técnicas em relação a área de dentina com penetração de cimento e integridade do perímetro de cimento. No entanto, a área de cimento mostrou diferença, sendo que o grupo obturado com o Thermafil apresentou áreas de cimento mais finas que os grupos de condensação lateral de guta-percha e cone único. A conclusão do estudo foi que a área de penetração de cimento não depende da técnica de obturação utilizada. As três técnicas apresentaram integridade do perímetro de

cimento próximas de 100% e o Thermafil apresentou camada de cimento mais fina.

Material Utilizado

1. Cimento AH Plus ® - (Dentsply, DeTrey, Kontanz, Alemanha)
 - 1.1. Pasta A: resinas epóxicas, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica e pigmentos de óxido de ferro.
 - 1.2. Pasta B: aminas, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica e óleo de silicone.

Foram proporcionadas partes iguais das pastas A e B, juntamente com 0,1% de Rodamina B sobre uma placa de vidro. O material foi manipulado com auxílio de uma espátula para cimento nº24 até se obter uma pasta homogênea.
2. Cimento MTA Fillapex - (Angelus Ind. de Prod. Odontológicos S/A, Londrina, Brasil)

Composição: resina salicilato, resina diluente, resina natural, óxido de bismuto, sílica nanoparticulada, trióxido agregado mineral, pigmentos.

O cimento foi dispensado por meio de seringa, contendo ponta misturadora sobre uma placa de vidro, juntamente com 0,1% de Rodamina B. O material foi manipulado com auxílio de uma espátula para cimento nº24 até se obter uma pasta homogênea.
3. Pigmento Rodamina B.
4. Pasta Calen - (SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Brasil)
 - 4.1. Pasta de hidróxido de cálcio: Hidróxido de cálcio, Óxido de zinco, Colofônia e PEG 400.
 - 4.2. Glicerina.

A pasta é aplicada no interior do canal radicular, utilizando-se a seringa endodôntica ML (SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e agulha descartável 27G-LONGA. O tubete, contendo glicerina é acoplado à seringa para lubrificar a agulha. Após, o tubete que contém pasta é colocado na seringa, dispensando a pasta no interior do canal, até preenchê-lo completamente.
5. Disco diamantado (KG Sorensen Ind. E Com. Ltda., Barueri, Brasil).
6. Instrumentos ProFile .04 1ª série (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).

7. Instrumentos ProFile .04 nº 45, 60 e 90 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).
8. Limas tipo K nº 15, 25 e 40 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).
9. Espaçador digital C (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).
10. Hipoclorito de sódio - Cloro Rio ® 2,5% (Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda., São José do Rio Preto, Brasil).
11. EDTA 17%.
12. Agulha descartável odontológica G 27 (Terumo Corporation, Tóquio, Japão).
13. Agulhas hipodérmicas irrigação 26G x 23 (Terumo Corporation, Leuven, Bélgica).
14. Seringa plástica para irrigação 5ml (Ultradent Products Inc., Indaiatuba, Brasil).
15. Seringa endodôntica ML (SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Brasil).
16. Pontas de papel absorvente nº40 (Dentsply Ind. E Com. Ltda., Petrópolis, Brasil).
17. Restaurador provisório Coltosol (Vigodent S/A Ind. E Com., Rio de Janeiro, Brasil).
18. Cones de guta-percha 40.04 (Dentsply Ind. E Com. Ltda., Petrópolis, Brasil).
19. Cones acessórios B7 (Tanariman Ind. Ltda., Manacapuru, Brasil).
20. Filme radiográfico Kodak Insight IO-41 (Carestream Health Inc., Rochester, EUA).
21. Adesivo instantâneo Super Bonder (Loctite Henkel Ltda., Itapevi, Brasil).
22. Esmalte para unhas Impala (Lab. Avamiller de Cosm. Ltda, Guarulhos, Brasil).
23. Cera utilidade (Artigos odontológicos Classico Ltda., Campo Limpo Paulista, Brasil).
24. Abraçadeiras de nylon 100 X 2,5 mm Foxlux (Senes e Rossi Ltda. Curitiba, Brasil).
25. Cilindro de oxigênio (White Martins, São Paulo, Brasil).
26. Câmara de pressão (Milipore Corporation, Bedford, USA).
27. Capilar de vidro Drummond Microcaps (Fisher Scientific Company, Pittsburgh, USA).
28. Micro-seringa com êmbolo de pressão (BD Cornwall, New York, USA).

29. Agulha descartável 20x40 gauge 18 (BD Indústrias Cirúrgica Ltda., Curitiba, Brasil).
30. Tubo cristal de PVC (Indústria e Comércio de Plásticos Ibirá Ltda, Mairiporã, Brasil).
31. Resina poliéster Resina Cristal RPF - AZ 1.0#11 (Equipe Positiva Comércio Ltda., Curitiba, Brasil).
32. Vaselina líquida Ricie (Miyuki Ind. e Com. de Cosméticos Ltda., Itapecerica da Serra, Brasil).
33. Disco diamantado Extec Wafer Blade 4" x.012x1/2 high concen. 102mm x0.3mm x 12.7mm (Enfield, EUA).
34. Lixas d'água 225 x 275mm P400 e P600 Tigre (Pincéis Tigre S.A., Castro, Brasil).
35. Lixa d'água 1200 Norton (Norton Abrasivos, Brasil).
36. Disco de pano polimento.
37. Pasta de diamante para metalografia grana 1 Arotec (Arotec S.A. Ind. e Com. Cotia, Brasil).

Métodos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), em parecer de nº 0005439/11. Para a realização desse projeto foram utilizados 76 pré-molares inferiores unirradiculados humanos extraídos, fornecidos pelo Banco de Dentes da PUCPR e mantidos em solução de timol 0,1% até o momento da utilização. Dentes que apresentavam mais de um canal, curvatura radicular, rizogênese incompleta, reabsorções, impossibilidade de acesso ao forame, ou tratamento endodôntico prévio foram excluídos da pesquisa.

PREPARO DOS DENTES

A porção coronária de todos os dentes foi removida utilizando-se disco diamantado dupla face, em baixa rotação, padronizando o tamanho em 14 mm para todos os espécimes. O comprimento de trabalho foi estabelecido pela introdução de um instrumento tipo K nº 15 no canal radicular até que esse pudesse ser visualizado no forame radicular. Dessa medida foi subtraído 1 mm. Realizou-se a padronização do forame radicular com um instrumento tipo K nº 25. Espécimes que apresentaram forame maior que nº 25, foram descartados. O preparo do canal radicular foi realizado utilizando o Sistema Profile de conicidade .04 e seguindo os conceitos de preparo coroa ápice. Utilizou-se instrumentos nº 90.04, nº 60.04, nº 45.04 na porção cervical e os instrumentos nº 40.04, nº 35.04, nº 30.04, nº 25.04 e nº 20.04 no restante do canal radicular. O “stop” apical foi produzido com instrumento nº 40.04 no comprimento de trabalho estabelecido. Cada instrumento foi utilizado em, no máximo, 10 espécimes e descartado. A patência foraminal foi mantida com instrumento tipo K nº 25.

A irrigação do canal foi realizada a cada troca de instrumento com 2.0 ml de hipoclorito de sódio 2,5%. Após o término da instrumentação, o mesmo foi irrigado com 3.0 ml de E.D.T.A. 17%. Essa solução permaneceu no canal por 3 minutos. A irrigação final foi feita com 5.0 ml de água destilada a fim de eliminar as soluções utilizadas previamente. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente nº 40.

Os espécimes foram divididos, aleatoriamente, em quatro grupos de 18 dentes cada, dois dentes para controle positivo e dois para controle negativo, assim dispostos:

- Grupo 1: medicação intracanal com hidróxido de cálcio e posterior obturação com gutta-percha e cimento AH Plus.
- Grupo 2: obturação com gutta-percha e cimento AH Plus.
- Grupo 3: medicação intracanal com hidróxido de cálcio e posterior obturação com gutta-percha e cimento Fillapex.
- Grupo 4: obturação com gutta-percha e cimento Fillapex.
- Controle Positivo: espécimes não obturados.
- Controle Negativo: espécimes obturados e com suas superfícies externas e ápices cobertos com esmalte para unhas.

Os espécimes dos grupos 1 e 3, que receberam medicação intracanal, tiveram seus ápices selados com cera utilidade. A pasta de hidróxido de cálcio foi inserida no interior do canal com seringa endodôntica ML e agulha Gauge 27. O acesso cervical de todos os espécimes foi selado com o material obturador provisório Coltosol. Os espécimes foram radiografados no sentido méso-distal e vestibulo-lingual para avaliar a qualidade do preenchimento do canal com a pasta de hidróxido de cálcio e foram mantidos em ambiente a 37°C e 100% de umidade relativa por 15 dias.

Após esse período, o hidróxido de cálcio foi removido, utilizando-se instrumento tipo K nº40 e 5.0ml de hipoclorito de sódio 2,5%. Em seguida, o canal foi irrigado com 3.0 ml de E.D.T.A. 17%, por 3 minutos, realizada a irrigação final com 5.0 ml de água destilada e os canais, novamente, secos com pontas de papel absorvente nº 40.

Os espécimes foram obturados pela técnica de condensação lateral de gutta-percha, respeitando as instruções dos fabricantes para a manipulação dos cimentos utilizados. Foi adicionado aos cimentos obturadores Rodamina B na concentração aproximada de 0,1% para permitir posterior análise em microscópio confocal a laser. Inicialmente foi realizada a seleção do cone principal, de acordo como o diâmetro cirúrgico produzido na instrumentação (40). O cimento obturador foi levado ao canal radicular com o cone principal e com os

cones acessórios (B7 Tanari). A condensação lateral foi realizada com auxílio de espaçador digital C (Dentsply-Maillefer). Os cones acessórios foram introduzidos e condensados até que não houvesse mais espaço no interior do canal. Nesse momento foi removido todo excesso de material obturador e feita a condensação vertical, empregando-se um condensador de Paiva, de diâmetro compatível com o canal. Os dentes foram radiografados para verificar a qualidade da obturação.

Os espécimes foram mantidos em ambiente com a 37°C e 100% de umidade por duas semanas, para a total endurecimento dos materiais obturadores.

As raízes foram submetidas a duas análises:

1. Medição do índice de filtração de fluidos para avaliação da infiltração permitida pelos espécimes.
2. Avaliação da projeção dos cimentos obturadores nos túbulos dentinários, realizada por meio de microscopia confocal.

1. MEDIÇÃO DO ÍNDICE DE FILTRAÇÃO DE FLUIDOS:

O dispositivo utilizado para a realização das medições de filtração de fluidos consiste de um aparato formado por várias partes que se interligam formando um único sistema (Figura 2).

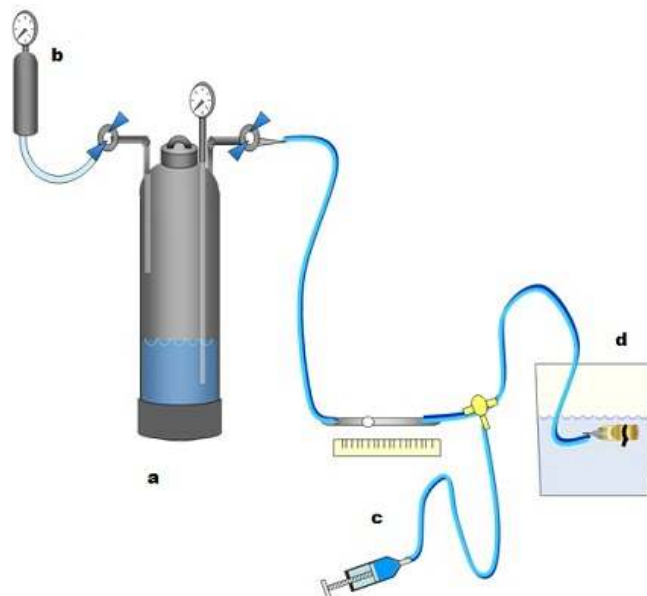


Figura 2 - Desenho esquemático do sistema para medição da filtração de fluido com seus componentes: a) cilindro de oxigênio, b) câmara de pressão, c) micro-seringa e capilar de vidro com bolha de ar, d) dispositivo para adaptação dos espécimes

a) Cilindro de oxigênio

O oxigênio utilizado para pressurização do sistema é acondicionado em um cilindro que possui uma válvula para liberação e um manômetro para determinar a pressão de trabalho utilizada para forçar o líquido através de todo o sistema. Este começa a funcionar quando a válvula é aberta e libera o oxigênio do cilindro. A partir daí, o manômetro é regulado para determinar a pressão de trabalho em 10 psi ou 703,1 cmH₂O, ou 68,94 Kpa ou ainda 0,68 atm. Esta pressão se mantém constante durante todo o experimento.

b) Câmara de pressão

A câmara de pressão é ligada ao cilindro por meio de um tubo de polietileno para receber o oxigênio pressurizado. Possui em seu interior um reservatório para armazenar água destilada. Do interior do reservatório projeta – se um capilar de polietileno, que através de um dispositivo de acoplagem, comunica – se com o sistema capilar externo, destinado a conduzir água destilada sob a pressão do oxigênio. O volume de água destilada é repostado periodicamente durante o procedimento de filtração. Na parte superior da câmara de pressão, existe uma válvula de segurança que permite a descompressão quando necessária. A câmara de pressão sendo hermeticamente fechada possibilita uma pressão constante de 10 psi através de todo o sistema capilar abastecido com água destilada.

c) Sistema capilar de polietileno e componentes para a leitura

O sistema de capilares funciona como elo entre a câmara de pressão e o aparato para adaptação dos espécimes, sendo que neste percurso, encontram – se os componentes responsáveis pela leitura da infiltração por filtração de fluidos: o capilar de vidro (micropipeta) que possui 65 mm de comprimento e capacidade para 25 microlitros, está justaposto a uma escala de medição em milímetros, a qual serve para medir o deslocamento do líquido em uma fração de tempo, conforme a velocidade de filtração do fluido nas obturações dos canais radiculares (Figura 3).

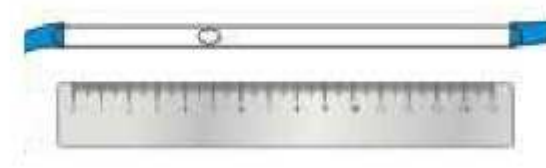


Figura 3 - Componentes para leitura do deslocamento do líquido (capilar de vidro e escala em milímetros).

O movimento da água destilada é monitorado pelo deslocamento de uma bolha de ar, produzida por uma microseringa sobre uma régua milimetrada. A microseringa, acoplada a uma extensão do tubo capilar de polietileno situada entre o capilar de vidro e câmara de filtração, é composta por um reservatório com água destilada e um cursor. Tem as funções de formar a bolha de ar e posicioná-la adequadamente no capilar ajustando-a na escala milimetrada, injetando ou retirando a quantidade adequada de água. O deslocamento linear da bolha de ar representa o deslocamento volumétrico de líquido por minuto através da obturação do canal radicular. Foram realizadas medições da movimentação de fluido a cada 2 minutos em um intervalo de 8 minutos.

d) Adaptação dos espécimes

Foram aplicadas duas camadas de esmalte para unhas em toda a superfície externa das raízes, exceto o último milímetro apical. Isso foi feito para evitar trocas de fluido entre o meio externo e interno através dos túbulos dentinários.

Os espécimes receberam uma adaptação para serem ligados ao sistema de filtração de fluido. Utilizou-se tubos de látex com diâmetro externo de 5 mm e diâmetro interno de 3mm cortados em segmentos de 2 cm de comprimento. Dentro de cada um destes segmentos de tubos de látex, colocou-se uma raiz, introduzindo-se sua porção apical sob pressão, deixando cerca de 1 a 2 mm da porção coronal para fora do mesmo. Para fixação, evitando que a expulsividade das raízes possibilite o deslocamento do tubo de látex, utilizou-se abraçadeiras

de plástico com 10 mm de comprimento por 2,5 mm de largura, as quais travam ao serem apertadas sobre os tubos de látex, mantendo-os em posição ao redor das raízes (Figura 4). Ainda para certificarmos do selamento na interface tubo de látex/ raiz, utilizou-se o adesivo instantâneo (Super Bonder, Loctite) no colar cervical que permanecera desnudo, criando uma impermeabilização desta interface.

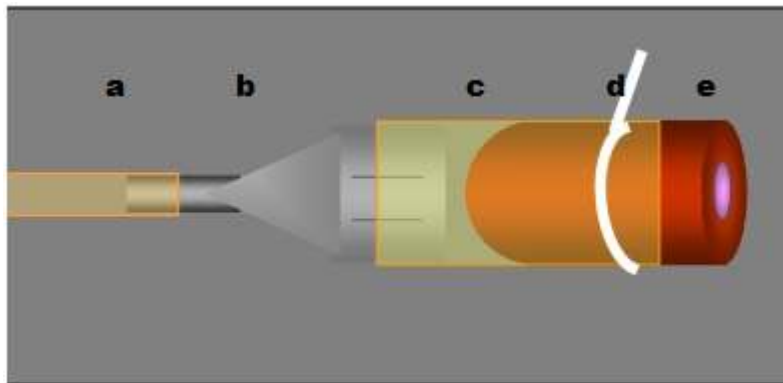


Figura 4 - Conexão Espécime/Sistema de Filtração de Fluido:

a) mangueira com água pressurizada, b) agulha metálica Luer adaptada, c) segmento de tubo de látex, d) abraçadeira de plástico, e) raiz com o canal obturado

Os espécimes foram levados individualmente ao sistema de filtração de fluido, conectando a porção livre dos tubos de látex à extremidade livre da agulha metálica tipo Luer adaptada. Esta conexão foi realizada estirando-se o tubo de látex que, após o ajuste, mantém a conexão totalmente selada pela pressão de sua parede interna contra a superfície metálica da agulha. Este aparato raiz/tubo de látex/agulha metálica adaptada foi imerso em um Becker com água destilada, mantendo a porção coronária sempre imersa em água, evitando-se a ação da capilaridade durante toda a medição.

Após a realização da conexão, uma bolha de ar foi criada e posicionada no tubo capilar de vidro (fixado sobre a régua) com o auxílio da seringa de vidro com êmbolo rosqueável. Esta bolha foi posicionada na posição de 0 mm. O movimento da bolha foi medido durante 2 minutos, realizando-se 4 medições, totalizando 8 minutos para cada espécime. O movimento da bolha é proporcionado pelo volume da água que é forçado, sob pressão de 10 psi, através dos espécimes que conseguir penetrar nos espaços da obturação dos canais. Todas as medições foram realizadas em milímetros inteiros ou metade

de milímetros, sendo tabuladas, para posterior cálculo do deslocamento total da bolha.

A pressão constante de 10 psi, forçou a água destilada a penetrar nas falhas da obturação dos canais radiculares, promovendo a leitura do índice de filtração de fluido.

Durante a realização do experimento, os espécimes foram mantidos imersos em um recipiente contendo água destilada em estufa, para prevenir a evaporação da água através da dentina radicular e a absorção de água causada pelo ressecamento da dentina.

Entre a troca dos espécimes, o sistema de filtração de fluido foi mantido pressurizado ocluindo-se a mangueira logo antes da agulha, com uma pinça hemostática com sua ponta revestida por borracha, evitando o seccionamento da mangueira.

e) Cálculo do índice da filtração de fluido

O deslocamento da bolha de ar é diretamente proporcional a quantidade de filtração de fluido e é medida em milímetros. Com todas as medições concluídas, tendo em mãos a distância percorrida pela bolha e o tempo gasto para tal, foram realizados os cálculos para medição da filtração de fluido. Como o capilar utilizado para medir o índice de filtração (Q) tem o diâmetro constante, dividindo o volume do capilar (25µl) pelo seu comprimento (65 mm), obtêm-se uma proporcionalidade constante que relacionada com a distância percorrida pela bolha (x mm) e o tempo gasto para tal (y minutos), converte o deslocamento linear em volume deslocado. O índice de filtração de fluido na obturação é expresso em µl/min⁻¹. 10 psi. Isto é:

$$Q = 25\mu\text{l} \cdot (x)\text{mm} / 65\text{mm} \cdot (y)\text{min}.$$

2. ANÁLISE EM MICROSCÓPIO CONFOCAL DE VARREDURA A LASER:

a) Preparo das amostras

Os espécimes foram embutidos em resina de poliéster para permitir o seccionamento dos mesmos. Foram utilizados, como moldes, tubos de PVC de 35 mm de comprimento, 15 mm de diâmetro externo e 13 mm de diâmetro interno. Esses tubos foram fixados em placas de vidro, por meio de adesivo instantâneo, para evitar o vazamento de resina antes da presa (Figura 5). Foi aplicada vaselina líquida nas paredes dos tubos, a fim de facilitar a remoção dos espécimes incluídos.



Figura 5 - Molde de PVC fixado à placa de vidro, contendo espécime para inclusão em resina de poliéster.

Os espécimes foram seccionados transversalmente em uma cortadora de precisão (Minitom, Struers AS, Ballerup, Dinamarca), em velocidade de 200 rpm e refrigeração constante, utilizando-se disco de corte diamantado (102 mm X 0,3 mm X 12,7 mm - Exttec, Enfield, EUA). As secções foram realizadas a 3 mm e 6 mm do ápice (Figura 6).



Figura 6 - corte dos espécimes

A espessura das fatias foi estabelecida em aproximadamente 2 mm (entre 1,9 mm e 2,1 mm). Para a verificação dessa espessura, utilizou-se um paquímetro digital com precisão de 0,01mm (Ultratech - General Tools & Instruments , Montreal, Canadá). As secções que apresentavam espessura maior que 2,1 mm foram lixadas em sua face apical, até atingir a espessura desejada.

A seguir, foi realizado o acabamento e polimento da face cervical das fatias obtidas. Empregou-se uma seqüência de lixas d'água, de granulações 400, 600 e 1200 acopladas a uma Politriz (Labopol 21 - Struers, Ballerup, Dinamarca) sob refrigeração constante. Para finalizar, as fatias foram polidas com disco de pano e pasta de diamante para metalografia grana 1 Arotec (Arotec S.A. Ind. e Com. Cotia, Brasil) em Politriz (Labopol 5 - Struers, Ballerup, Dinamarca).

b) Obtenção das imagens

As fatias foram analisadas em sua face cervical, em um microscópio confocal de varredura a laser Olympus Fluoview 1000 (Olympus Corporation, Tóquio, Japão). As imagens foram obtidas empregando-se objetiva 10X e gravadas no tamanho 512 X 512 pixels. O programa utilizado para aquisição das imagens foi FV10 - ASW 3.1 Viewer (Olympus Corporation, Tóquio, Japão).

Para realizar a análise das imagens, as mesmas foram convertidas do formato digital OIB para TIFF.

- c) Cálculo da porcentagem de paredes do canal radicular onde houve penetração do cimento:

Empregou-se o programa Image Tool v3 para realizar a análise.

Utilizando a ferramenta de medida de distância do programa, determinou-se a circunferência total do canal, em pixels, conforme a figura 7.

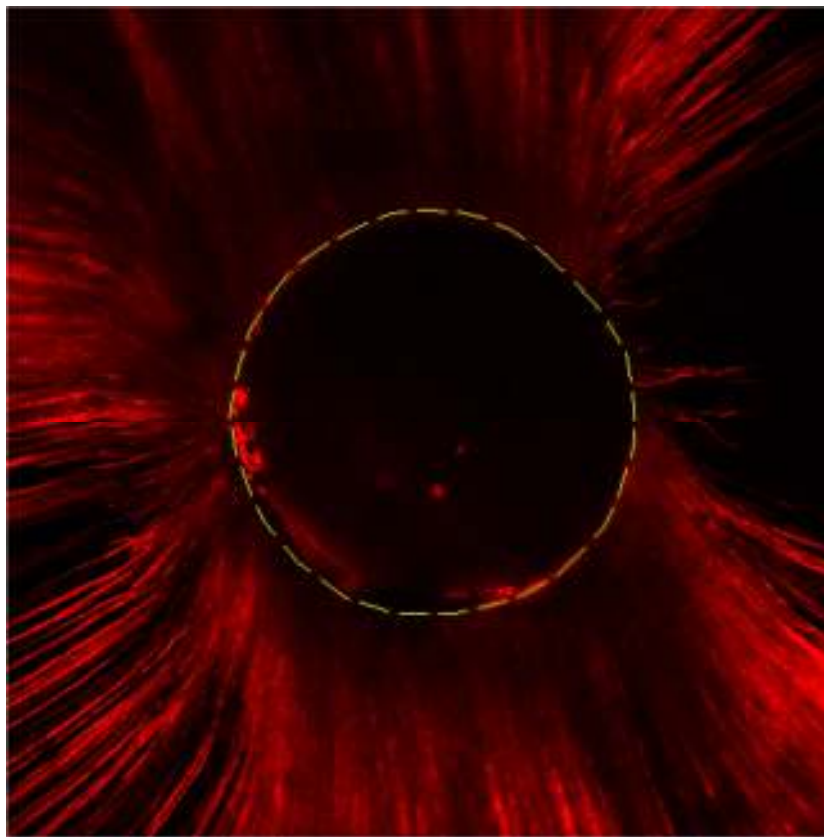


Figura 7 -Medida da circunferência do canal radicular

Após, utilizando a mesma ferramenta, foram delineadas e medidas apenas as porções da parede do canal radicular onde o cimento penetrou nos túbulos dentinários, também em pixels (Figura 8).

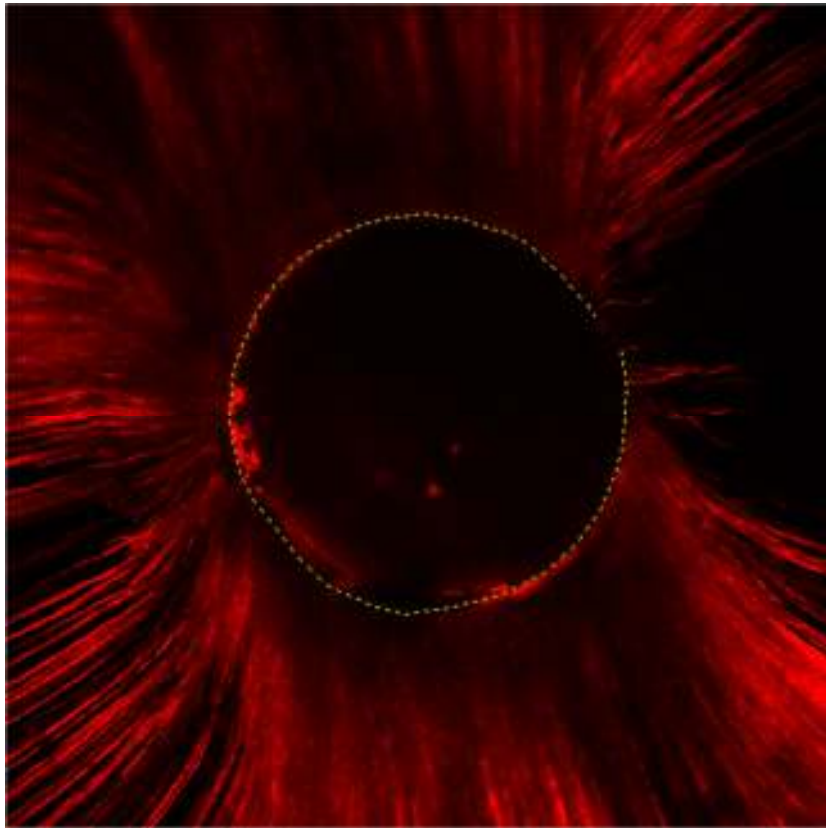


Figura 8 - Medida da extensão do canal radicular onde o cimento penetrou nos túbulos

A partir dessas duas medidas, a porcentagem de paredes do canal onde houve penetração de cimento nos túbulos dentinários foi calculada, aplicando-se uma regra de três.

Resultados

Análise da infiltração

Os valores do volume de infiltração (média e desvio padrão), expressos em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimento encontram-se descritos na Tabela 3, Figura 9. Os valores do volume de infiltração, segundo tratamento são descritos na Tabela 4, Figura 10. A Tabela 5, Figura 11 apresenta os valores individuais de volume de infiltração sofrida pelos cimentos na presença e ausência do hidróxido de cálcio, expressos em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$.

Tabela 3 - Estatística descritiva da variável infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimento, independente de tratamento, PUCPR, 2013

Cimento	n	Média	Desvio Padrão
AH Plus	36	0,56	0,19
Fillapex	36	0,53	0,17
Total	72	0,54	0,18

Fonte: dados da pesquisa

Figura 9 - Representação gráfica das médias de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimento, independente de tratamento, PUCPR, 2013

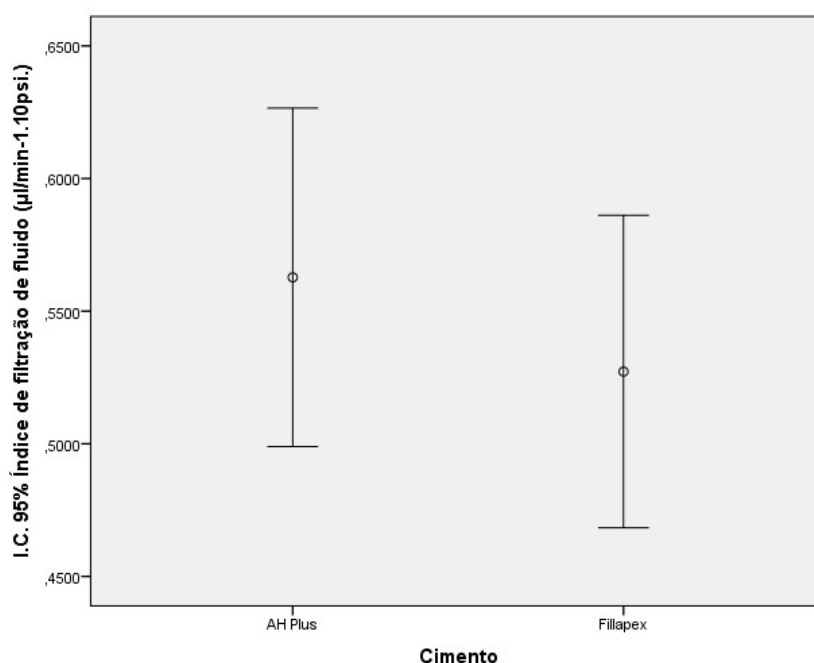


Tabela 4 - Estatística descritiva da variável infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo tratamento, independente de cimento, PUCPR, 2013

Tratamento	n	Média	Desvio Padrão
Com hidróxido de cálcio	36	0,45	0,16
Sem hidróxido de cálcio	36	0,64	0,15
Total	72	0,54	0,18

Fonte: dados da pesquisa

Figura 10 - Representação gráfica das médias de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo tratamento, independente de cimento, PUCPR, 2013

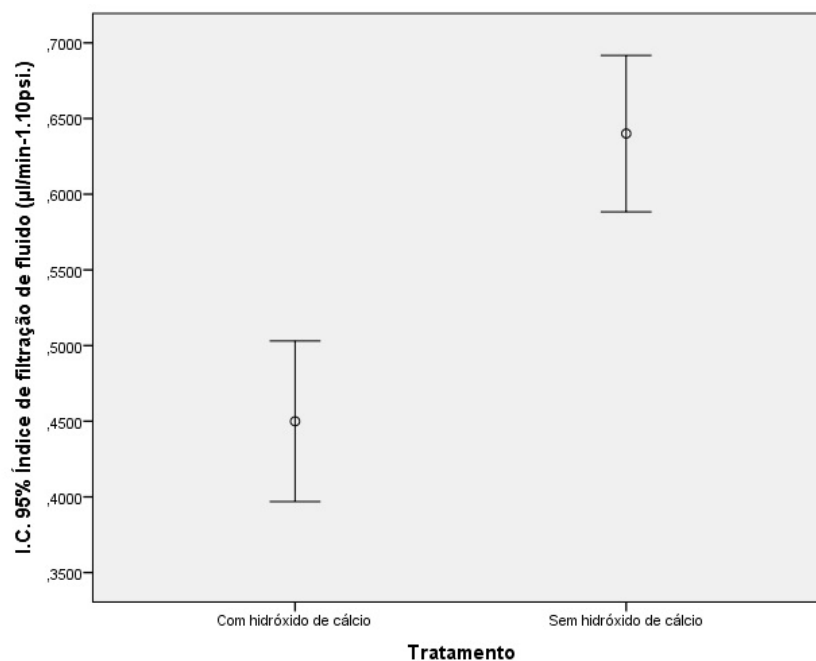


Tabela 5- Estatística descritiva da variável infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimentos X tratamento, PUCPR, 2013

Cimento/Tratamento	n	Média	Desvio Padrão
AH Plus/Com hidróxido de cálcio	18	0,49	0,18
AH Plus/Sem hidróxido de cálcio	18	0,63	0,18
Fillapex/Com hidróxido de cálcio	18	0,41	0,12
Fillapex/Sem hidróxido de cálcio	18	0,65	0,13
Total	72	0,54	0,18

Fonte: dados da pesquisa

Figura 11 - Representação gráfica das médias de infiltração, em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, segundo cimentos e uso de medicação intracanal (hidróxido de cálcio), PUCPR, 2013

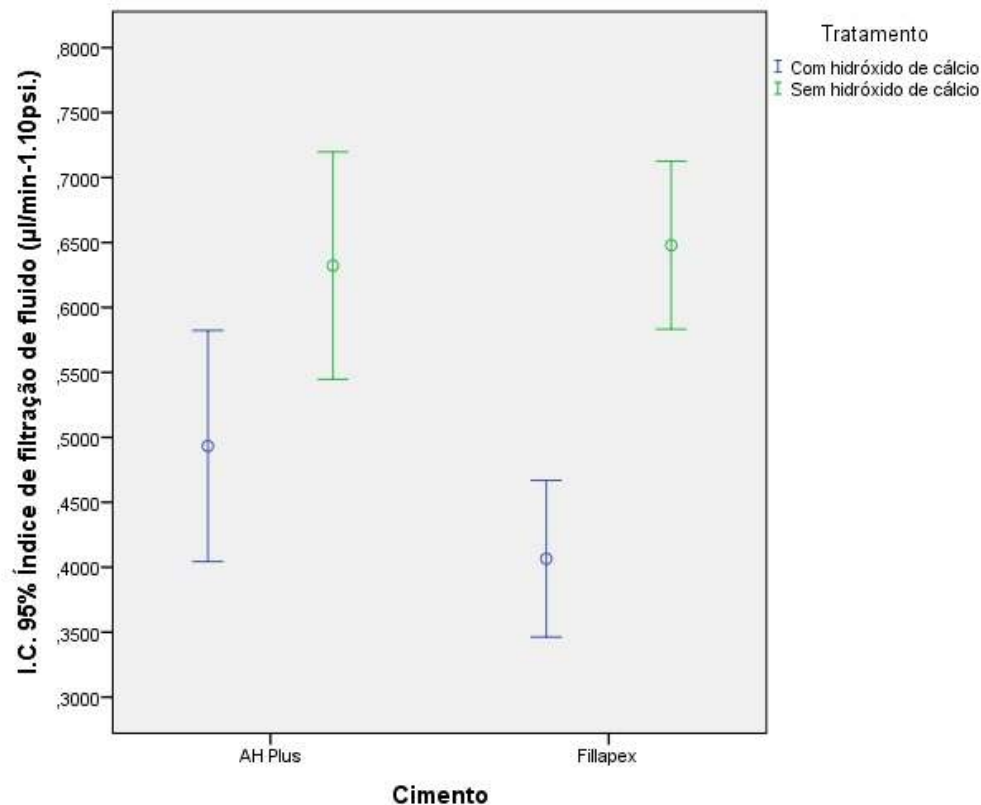


Tabela 6 - Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov para a variável infiltração ($\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$), PUCPR, 2013

Cimento/Tratamento	Estatística	Graus de Liberdade	Valor p
AH Plus/Com hidróxido de cálcio	0,142	18	0,200
AH Plus/Sem hidróxido de cálcio	0,129	18	0,200
Fillapex/Com hidróxido de cálcio	0,169	18	0,189
Fillapex/Sem hidróxido de cálcio	0,147	18	0,200

Fonte: dados da pesquisa

A tabela 6 apresenta a aplicação do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, mostrando que os grupos experimentais apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$).

Tabela 7 - Teste de homogeneidade de variância de Levene, PUCPR, 2013

Estatística Levene	Graus de liberdade 1	Graus de liberdade 2	Valor p
1,686	3	68	0,178

Fonte: dados da pesquisa

Observando a tabela 7 verifica-se que o teste de homogeneidade de variância de Levene mostrou que a variável infiltração apresenta homogeneidade de variância, segundo cimento X tratamento ($p>0,05$).

A Tabela 8 mostra os resultados do teste de análise de variância ANOVA a dois critérios, modelo fatorial completo, que foi aplicado para verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre as médias.

Tabela 8 - ANOVA - Análise de variância a dois critérios (cimento X tratamento), PUCPR, 2013

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	Estatística F	Valor p	Poder de observação
Cimento	0,023	1	0,023	0,961	0,33048	0,16192
Tratamento	0,651	1	0,651	27,502	0,0000	0,99933
Cimento X Tratamento	0,047	1	0,47	1,993	0,16261	0,28535

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com o teste ANOVA a dois critérios, a comparação entre os cimentos, não mostra diferença significativa entre as médias, independente de tratamento. Porém, isso não ocorre quando compara-se os tratamentos, independente do cimento ($p<0,05$). Quando testa-se a interação entre os dois fatores, o resultado mostra que os dois cimentos apresentam comportamento semelhante frente a presença, ou ausência de medicação intracanal prévia, comprovando ausência de interação entre cimento X tratamento.

Tabela 9 - Teste Tukey HSD para comparações múltiplas, PUCPR, 2013

Grupo	Grupos	Valor p	Intervalo de confiança 95%	
			Limite Inferior	Limite Superior
AH Plus/Com Ca(OH) ₂	AH Plus/Sem Ca(OH) ₂	0,1071	-0,298769	0,020868
	Fillapex/Com Ca(OH) ₂	0,3362	-0,048322	0,221753
	Fillapex/Sem Ca(OH) ₂	0,0185	-0,289632	-0,019558
AH Plus/Sem Ca(OH) ₂	AH Plus/Com Ca(OH) ₂	0,1071	-0,020868	0,298769
	Fillapex/Com Ca(OH) ₂	0,0002	0,090629	0,360703
	Fillapex/Sem Ca(OH) ₂	0,9901	-0,150681	0,19393
Fillapex/Com Ca(OH) ₂	AH Plus/Com Ca(OH) ₂	0,3362	-0,221753	0,048322
	AH Plus/Sem Ca(OH) ₂	0,0002	-0,360703	-0,90629
	Fillapex/Sem Ca(OH) ₂	0,0001	-0,376347	-0,106273
Fillapex/Sem Ca(OH) ₂	AH Plus/Com Ca(OH) ₂	0,0185	0,019558	0,289632
	AH Plus/Sem Ca(OH) ₂	0,9901	-0,119393	0,150681
	Fillapex/Com Ca(OH) ₂	0,0001	0,106273	0,376347

Fonte: dados da pesquisa

Para determinar quais os grupos apresentam diferenças entre suas médias, segundo cimento X tratamento, empregou-se o teste de múltiplas comparações Tukey HSD (Tabela 9). Não houve diferença estatística entre o cimento AH Plus com, ou sem hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂). Já o grupo cimento Fillapex com hidróxido de cálcio diferiu estatisticamente dos grupos AH Plus e Fillapex sem hidróxido de cálcio, sendo que o primeiro apresentou volume de infiltração menor que os dois cimentos sem a medicação intracanal prévia. Os grupos AH Plus com a medicação e Fillapex sem também diferem entre si.

Tabela 10 - Valores globais do volume de infiltração expressos em $\mu\text{L}/\text{min}^{-1} \cdot 10 \text{ psi}$, PUCPR, 2013

AH Plus com $\text{Ca}(\text{OH})_2$	AH Plus sem $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Fillapex com $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Fillapex $\text{Ca}(\text{OH})_2$
0,383	0,373	1,060	1,118
0,375	0,725	0,421	0,843
0,545	0,519	0,323	0,521
0,569	0,469	0,585	0,619
0,363	0,457	0,393	0,741
0,246	0,551	0,333	0,599
1,230	0,501	0,535	0,593
0,026	0,713	0,539	0,731
0,238	0,891	0,543	0,649
0,357	0,433	0,242	0,641
0,583	0,497	0,236	0,605
0,543	0,759	0,383	0,867
0,511	1,026	0,246	0,577
0,881	0,755	0,278	0,661
0,775	0,709	0,292	0,509
0,711	0,619	0,563	0,673
0,555	0,579	0,525	0,329
0,465	0,805	0,441	0,831

Fonte: dados da pesquisa

Análise da porcentagem de paredes do canal onde houve penetração de cimento nos túbulos dentinários

Os valores globais (média e desvio padrão) da porcentagem de paredes do canal radicular onde houve penetração de cimento nos túbulos dentinários, segundo o cimento, terço radicular e tratamento são descritos nas Tabela 11 e Figura 12, Tabela 12 e Figura 13 e Tabela 13 e Figura e 14.

Tabela 11 - Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento, independente de terço e tratamento, PUCPR, 2013

Cimento	n	Média	Desvio Padrão
AH Plus	72	43,60	28,00
Fillapex	72	65,91	25,13
Total	144	54,76	28,78

Fonte: dados da pesquisa

Figura 12 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento, independente de terço e tratamento, PUCPR, 2013

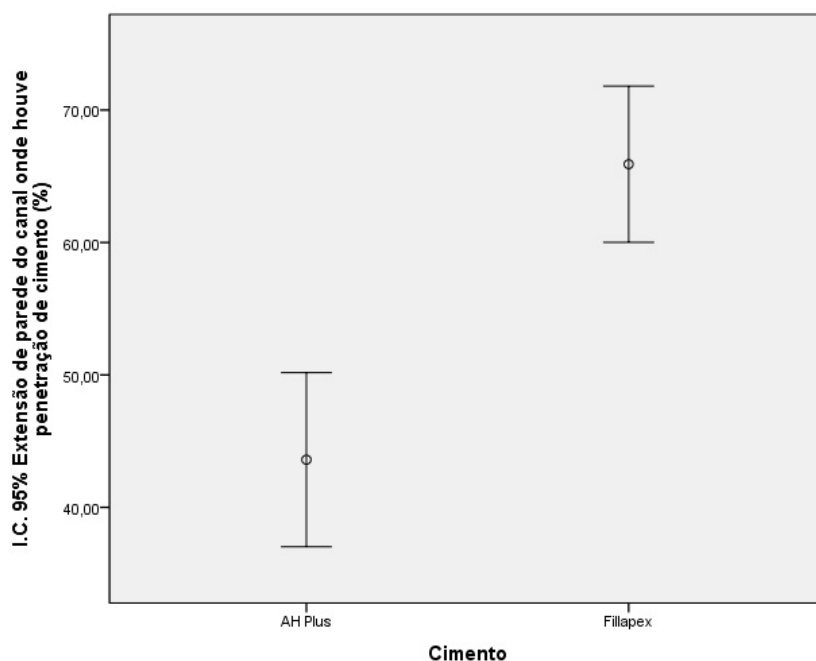


Tabela 12 - Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o terço, independente de cimento e tratamento, PUCPR, 2013

Cimento	n	Média	Desvio Padrão
Terço Apical	72	39,01	25,08
Terço Médio	72	70,50	23,16
Total	144	54,76	28,78

Fonte: dados da pesquisa

Figura 13 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o terço, independente de cimento e tratamento, PUCPR, 2013

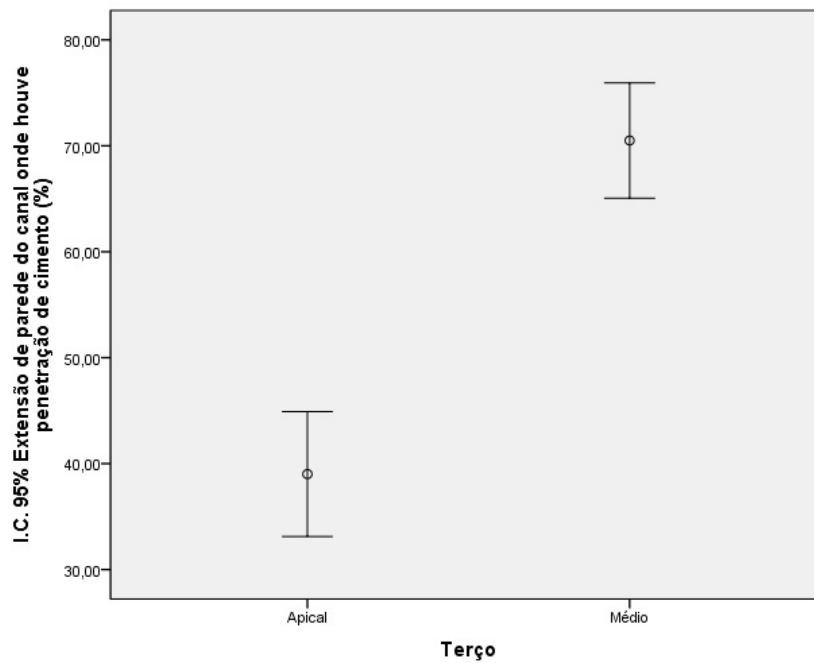
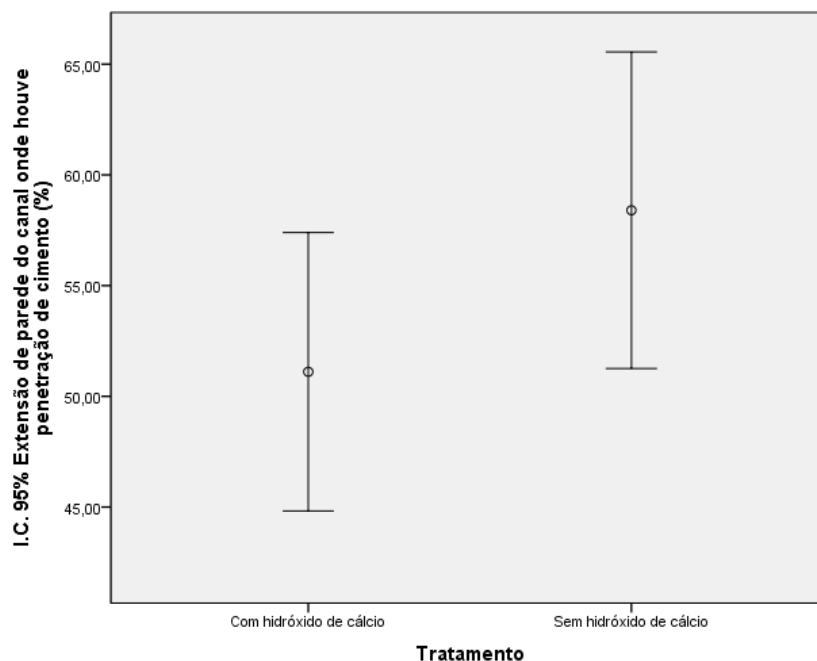


Tabela 13 - Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o tratamento, independente de cimento e terço, PUCPR, 2013

Cimento	n	Média	Desvio Padrão
Com Hidróxido de cálcio	72	51,11	26,75
Sem Hidróxido de Cálcio	72	58,40	30,42
Total	144	54,76	28,78

Fonte: dados da pesquisa

Figura 14 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o tratamento, independente de cimento e terço, PUCPR, 2013



São descritos a seguir os valores de média e desvio padrão da porcentagem de paredes do canal radicular onde houve penetração de cimento nos túbulos dentinários, de acordo com cimento e terço (Tabela 14 e Figura 15), cimento e tratamento (Tabela 15 e Figura 16), terço e tratamento (Tabela 16 e Figura 17) e cimento, terço e tratamento (Tabela 17 e Figura 18).

Tabela 14 - Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o cimento X terço, independente do tratamento, PUCPR, 2013

Cimento X Terço	n	Média	Desvio Padrão
AH Plus/Apical	36	24,81	14,47
AH Plus/Médio	36	62,38	25,59
Fillapex/Apical	36	53,21	25,53
Fillapex/Médio	36	78,62	17,25
Total	144	54,76	28,78

Fonte: dados da pesquisa

Figura 15 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X terço, independente de tratamento, PUCPR, 2013

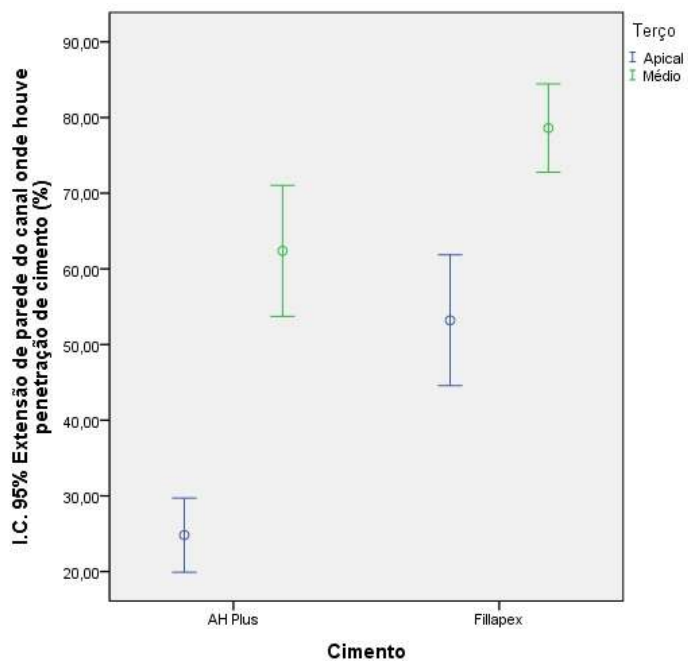


Tabela 15 - Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo o cimento X tratamento, independente do terço, PUCPR, 2013

Cimento X Tratamento	n	Média	Desvio Padrão
AH Plus/Com Ca(OH)_2	36	39,07	20,35
AH Plus/Sem Ca(OH)_2	36	48,12	33,67
Fillapex/Com Ca(OH)_2	36	63,14	27,19
Fillapex/Sem Ca(OH)_2	36	68,68	22,94
Total	144	54,76	28,78

Fonte: dados da pesquisa

Figura 16 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X tratamento, independente do terço, PUCPR, 2013

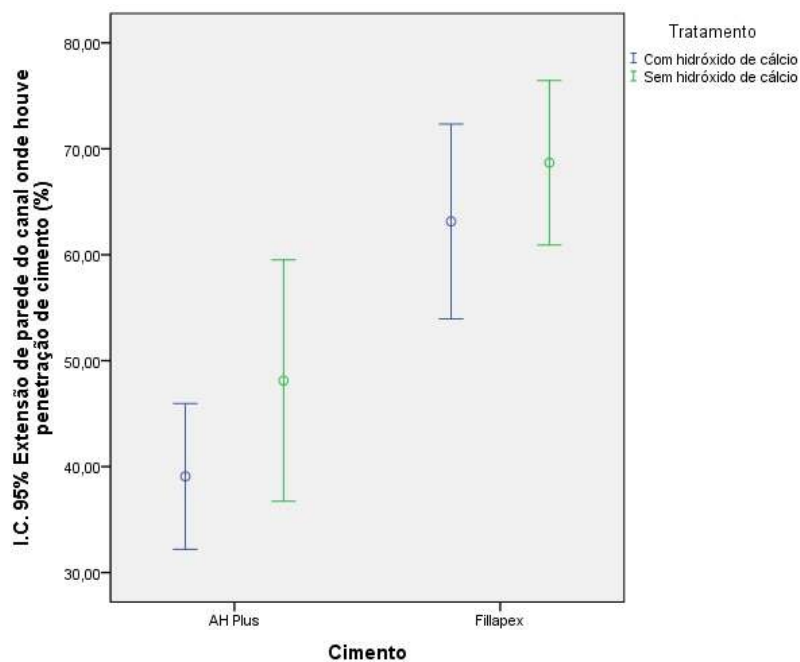


Tabela 16 - Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo terço X tratamento, independente do cimento, PUCPR, 2013

Cimento X Tratamento	n	Média	Desvio Padrão
Apical/Com Ca(OH)_2	36	40,45	25,37
Apical/Sem Ca(OH)_2	36	37,57	25,05
Médio/Com Ca(OH)_2	36	61,76	23,96
Médio/Sem Ca(OH)_2	36	79,24	18,90
Total	144	54,76	28,78

Fonte: dados da pesquisa

Figura 17 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo terço X tratamento, independente do cimento, PUCPR,2013

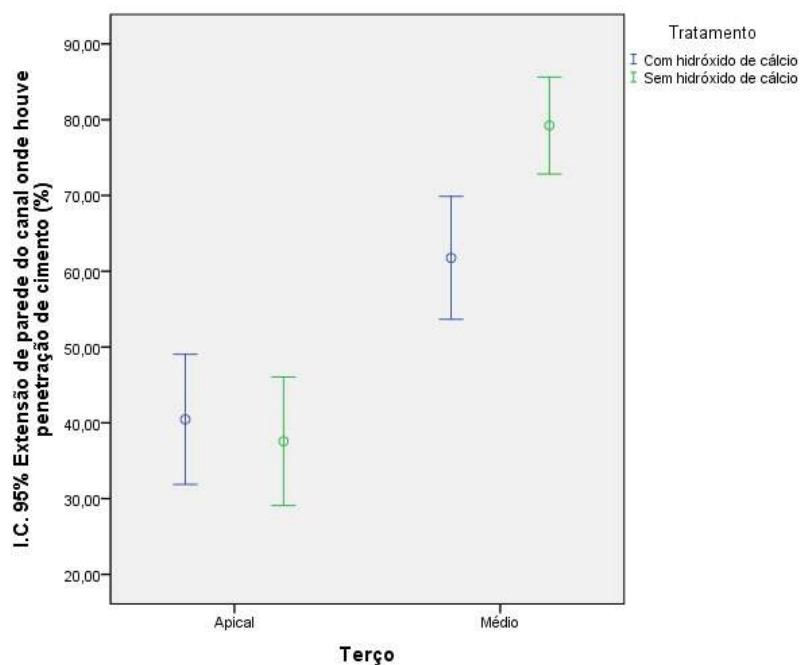
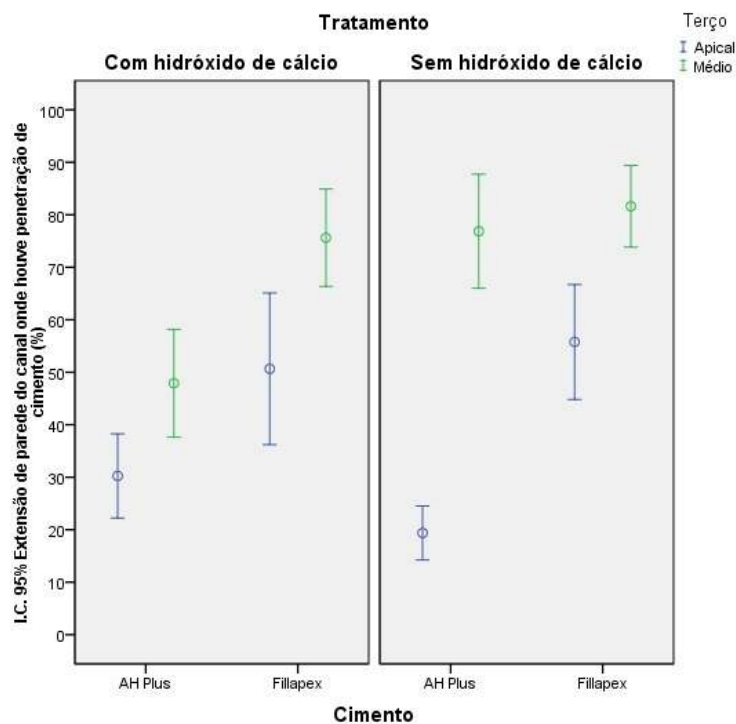


Tabela 17 - Estatística descritiva da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X tratamento X terço, PUCPR, 2013

Terço	Cimento/Tratamento	n	Média	Desvio Padrão
Apical	AH Plus/Com Ca(OH)_2	18	30,25	16,17
	AH Plus/Sem Ca(OH)_2	18	19,38	10,35
Médio	AH Plus/Com Ca(OH)_2	18	47,90	20,65
	AH Plus/Sem Ca(OH)_2	18	76,86	21,86
Apical	Fillapex/Com Ca(OH)_2	18	50,66	29,04
	Fillapex/Sem Ca(OH)_2	18	55,76	22,01
Médio	Fillapex/Com Ca(OH)_2	18	75,62	18,66
	Fillapex/Sem Ca(OH)_2	18	81,61	15,66
Total		144	54,76	28,78

Fonte: dados da pesquisa

Figura 18 - Representação gráfica das médias da variável extensão de parede onde houve penetração de cimento, em porcentagem, segundo cimento X tratamento X terço, PUCPR, 2013



O teste de Kolmogorov-Smirnov, mostrado na tabela 18, identificou normalidade na distribuição dos dados entre os grupos ($p>0,05$). Ao analisar o teste de homogeneidade de variância de Levene (Tabela 19) observa-se que os grupos não são homogêneos ($p<0,05$).

Tabela 18 - Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov, PUCPR, 2013

Grupos		Estatística	Graus de liberdade	Valor p
Apical	AH Plus/Com Ca(OH)_2	0,195	18	0,0698
	AH Plus/Sem Ca(OH)_2	0,159	18	0,2000
Médio	AH Plus/Com Ca(OH)_2	0,167	18	0,2000
	AH Plus/Sem Ca(OH)_2	0,181	18	0,1231
Apical	Fillapex/Com Ca(OH)_2	0,136	18	0,2000
	Fillapex/Sem Ca(OH)_2	0,144	18	0,2000
Médio	Fillapex/Com Ca(OH)_2	0,097	18	0,2000
	Fillapex/Sem Ca(OH)_2	0,160	18	0,2000

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 19 - Teste de Homogeneidade de Variância de Levene, PUCPR, 2013

Estatística Levene	Graus de Liberdade 1	Graus de Liberdade 2	Valor p
3,413	7	136	0,0022

Fonte: dados da pesquisa

O teste ANOVA a três critérios foi aplicado para verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre os valores médios de porcentagem de penetração de cimento, conforme Tabela 20.

Tabela 20 - Teste ANOVA de Análise de Variância a três critérios (cimento X terço X tratamento), PUCPR, 2013

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado médio	Estatística F	Valor p	Poder de Observação
Cimento	17.924,74694	1	17.924,74694	44,88923	0,00000	1,00000
Terço	35.696,43422	1	35.696,43422	89,39514	0,00000	1,00000
Tratamento	932,25424	1	932,25424	2,33466	0,12875	0,32938
Cimento X Terço	1.330,54721	1	1.330,54721	3,33211	0,07013	0,44147
Cimento X Tratamento	110,63534	1	110,63534	0,27707	0,59949	0,08184
Terço X Tratamento	3.729,13778	1	3.729,13778	9,33894	0,00270	0,85867
Cimento X Terço X Tratamento	3.409,19747	1	3.409,19747	8,53771	0,00407	0,82672

Fonte: dados da pesquisa

A análise de variância mostrou existir diferença entre os valores médios de penetração do cimento nos túbulos quando compara-se os cimentos e os terços. Ao comparar tratamento, as médias não diferem entre si. Ao testar a interação entre os fatores cimento e terço, bem como cimento e tratamento, observa-se comportamentos semelhantes entre os fatores, demonstrando ausência de interação entre os mesmos. Para determinar quais grupos apresentam diferença entre suas médias aplicou-se o teste de comparações múltiplas de Games-Howell (Tabela 21), já que a variância entre grupos foi heterogênea.

Tabela 21 - Teste Games-Howell para comparações múltiplas, PUCPR, 2013

		Valor p	Limite inferior	Limite superior
AH Plus Apical Com Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,2786	-3,9002	25,6235
	AH Plus/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,1160	-37,6773	2,3585
	AH Plus/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	-67,4057	-25,8265
	Fillapex/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,1977	-46,1355	5,3055
	Fillapex/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0085	-46,3984	-4,6216
	Fillapex/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0000	-64,1824	-26,5743
	Fillapex/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	-68,4871	-34,2451
AH Plus Apical Sem Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,2786	-25,6235	3,9002
	AH Plus/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0005	-46,4877	-10,5546
	AH Plus/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	-76,3417	-38,6139
	Fillapex/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0062	-55,6210	-6,9324
	Fillapex/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	-55,3494	-17,3939
	Fillapex/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0000	-72,7602	-39,7198
	Fillapex/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	-76,6453	-47,8102
AH Plus Médio Com Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,1160	-2,3585	37,6773
	AH Plus/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0005	10,5546	46,4877
	AH Plus/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0056	-51,8317	-6,0816
	Fillapex/Apical/Com Ca(OH) ₂	1,0000	-30,0392	24,5281
	Fillapex/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,9516	-30,8113	15,1102
	Fillapex/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0038	-48,9020	-6,5357
	Fillapex/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0001	-53,5084	-13,9050
AH Plus Médio Sem Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0000	25,8265	67,4057
	AH Plus/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	38,6139	76,3417
	AH Plus/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0056	6,0816	51,8317
	Fillapex/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0758	-1,5753	53,9775
	Fillapex/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,1073	-2,4881	44,7003
	Fillapex/Médio/Com Ca(OH) ₂	1,0000	-20,6570	23,1326
	Fillapex/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,9945	-25,3354	15,8354

Fillapex Apical Com Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,1977	-5,3055	46,1355
	AH Plus/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0062	6,9324	55,6210
	AH Plus/Médio/Com Ca(OH) ₂	1,0000	-24,5281	30,0392
	AH Plus/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0758	-53,9775	1,5753
	Fillapex/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,9987	-32,9356	22,7456
	Fillapex/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0768	-51,5024	1,5757
	Fillapex/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0099	-56,5228	-5,3794
Fillapex Apical Sem Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0085	4,6216	46,3984
	AH Plus/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	17,3939	55,3494
	AH Plus/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,9516	-15,1102	30,8113
	AH Plus/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,1073	-44,7003	2,4881
	Fillapex/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,9987	-22,7456	32,9356
	Fillapex/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,1005	-41,8546	2,1180
	Fillapex/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,0067	-46,5418	-5,1704
Fillapex Médio Com Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0000	26,5743	64,1824
	AH Plus/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	39,7198	72,7602
	AH Plus/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0038	6,5357	48,9020
	AH Plus/Médio/Sem Ca(OH) ₂	1,0000	-23,1326	20,6570
	Fillapex/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0768	-1,5757	51,5024
	Fillapex/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,1005	-2,1180	41,8546
	Fillapex/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,9640	-24,5541	12,5785
Fillapex Médio Sem Ca(OH) ₂	AH Plus/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0000	34,2451	68,4871
	AH Plus/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0000	47,8102	76,6453
	AH Plus/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,0001	13,9050	53,5084
	AH Plus/Médio/Sem Ca(OH) ₂	0,9945	-15,8354	25,3354
	Fillapex/Apical/Com Ca(OH) ₂	0,0099	5,3794	56,5228
	Fillapex/Apical/Sem Ca(OH) ₂	0,0067	5,1704	46,5418
	Fillapex/Médio/Com Ca(OH) ₂	0,9640	-12,5785	24,5541

Fonte: dados da pesquisa

No terço apical, os grupos AH Plus com Ca(OH)₂ e Fillapex sem Ca(OH)₂ diferem estatisticamente, bem como o grupo AH Plus sem Ca(OH)₂ difere dos grupos Fillapex com e sem Ca(OH)₂. Já no terço médio, a diferença ocorre entre o AH Plus com medicação e os grupos AH Plus sem medicação, Fillapex com e sem medicação intracanal.

O cimento Fillapex não sofre influência do uso do hidróxido de cálcio nos dois terços. Porém, a penetração desse cimento nos túbulos dentinários do terço médio, sem o uso do hidróxido de cálcio, é maior e difere do terço apical com, ou sem o uso do hidróxido de cálcio.

A maior média de porcentagem de penetração do cimento AH Plus ocorre no terço médio, na ausência da medicação intracanal prévia. Esse grupo difere estatisticamente dos outros três grupos que utilizaram o cimento AH Plus.

Tabela 22 - Valores globais de parede do canal onde houve penetração do cimento nos túbulos, em porcentagem, PUCPR, 2013

	Espécime	AH Plus Com Ca(OH) ₂	AH Plus Sem Ca(OH) ₂	Fillapex Com Ca(OH) ₂	Fillapex Sem Ca(OH) ₂
TERÇO APICAL	1	57,38	21,52	58,75	33,83
	2	28,74	29,29	11,15	45,6
	3	43,81	24,34	84,08	48,37
	4	43,63	31,56	72,37	46,12
	5	19,28	29,91	19,28	46,83
	6	44,38	25,62	24,04	44,87
	7	17,11	12,47	60,59	57,17
	8	11,12	29,29	41,45	70,96
	9	18,59	11,32	97,96	84,95
	10	32,34	0	67,97	54,83
	11	46,16	6,58	91,53	74,83
	12	3,43	0,97	81,34	22,78
	13	41,16	20,38	25,97	60,11
	14	2,59	32,18	5,18	61,82
	15	43,91	24,34	65,46	100
	16	32,34	19,19	33,54	76,54
	17	17,1	21,26	20,56	8,52
	18	41,34	8,68	50,66	65,46
TERÇO MÉDIO	1	37,31	69,94	74,97	100
	2	22,88	63,32	65,79	49,53
	3	46,12	38,25	47,9	77,73
	4	72,56	90,75	57,26	71,23
	5	67,12	90,69	94,51	73,1
	6	38,86	91,79	92,03	96,81
	7	66,5	62,69	87,09	69,48
	8	32,29	76,86	100	100
	9	40,54	100	30,11	62,01
	10	31,55	81	83,99	83,12
	11	47,9	44,23	100	82,65
	12	84,41	91,98	62,42	96,37
	13	75,55	27,65	70,04	59,02
	14	18,56	96,21	67,38	79,8
	15	27,17	94,93	78,58	90,57
	16	77,15	76,86	93,9	100
	17	31,04	100	79,63	77,58
	18	44,77	86,35	75,62	100

Referências Bibliográficas

Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM (2004) A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *International Endodontic Journal* **37**, 840-8.

Böttcher DE, Hirai VH, Da Silva Neto UX, Grecca FS (2010) Effect of calcium hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **110**, 386-9.

Brandão CG (2005) Confiabilidade dos testes de infiltração apical com azul de metileno, Rodamina B e sistema de transporte de fluido em obturações de canais após o uso de curativo de hidróxido de cálcio (Tese de Doutorado). Bauru, BR: Universidade de São Paulo.

Çalt S, Serper A (1999) Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics* **25**, 431-3.

Çobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH ((2002) A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *International Endodontic Journal* **35**, 979-84.

Da Silva Neto UX, Moraes IG, Westphalen VPD, Menezes R, Carneiro E, Fariniuk LF (2007) Leakage of 4 resin-based root-canal sealers used with a single-cone technique. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **104**, e53-7.

Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG (2007) A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *Journal of Endodontics* **33**, 957-61.

Holland R, Alexandre AC, Murata SS, Dos Santos CA, Dezan Júnior E (1995) Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. *Endodontics & Dental Traumatology* **11**, 261-3.

Kok D, Húngaro Duarte MA, Abreu Da Rosa R, Wagner MH, Pereira JR, Só MVR (2012) Evaluation of epoxy resin sealer after three root canal filling techniques by confocal laser scanning microscopy. *Microscopy Research and Technique* **75**, 1277-80.

Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR (1997) Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. *Endodontics & Dental Traumatology* **13**, 281-4.

Mamootil K, Messer HH (2007) Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International Endodontic Journal* **40**, 873-81.

Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TVRN et al. (2011) Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *International Endodontic Journal* **44**, 321-9.

Miletić I, Anić I, Pezelj-Ribarić S, Jukić S (1999) Leakage of five root canal sealers. *International Endodontic Journal* **32**, 415-8.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N (2009b) A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **108**, 961-8.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MSZ et al. (2009a) Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* **108**, 450-7.

Özok AR, Verhaagen B, Wesselink PR (2013) Improving the accuracy of a fluid transport method. *International Endodontic Journal* **46**, 348-54.

Patel DV, Sherriff M, Ford TRP, Watson TF, Mannocci F (2007) The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *International Endodontic Journal* **40**, 67-71.

Pommel L, Camps J (2001) Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *Journal of endodontics* **27**, 256-8.

Pommel L, Jacquot B, Camps J (2001) Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *Journal of endodontics* **27**, 347-50.

Sen BH, Pişkin B, Baran N (1996) The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *International Endodontic Journal* **29**, 23-8.

Shemesh H, Souza EM, Wu MK, Wesselink PR (2008) Glucose reactivity with filling materials as a limitation for using the glucose leakage model. *International Endodontic Journal* **41**, 869-72.

Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR (2006) 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* **39**, 968-76.

Souza CB (2010) Ausência de correlação entre a penetração do cimento AH Plus nos túbulos dentinários e a qualidade do selamento (Tese de Mestrado). Rio de Janeiro BR: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Souza EM, Wu MK, Shemesh H, Bonetti-Filho I, Wesselink PR (2008) Comparability of results from two leakage models. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* **106**, 309-13.

Stevens RW, Strother JM, McClanahan SB (2006) Leakage and sealer penetration in smear-free dentin after a final rinse with 95% ethanol. *Journal of endodontics* **32**, 785-8.

Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR, Moorer WR (1993) Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *International Endodontic Journal* **26**, 203-8.

Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR (1998) Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *Journal of Dentistry* **26**, 585-9.

Wu MK, Van der Sluis LWM, Ardila CN, Wesselink PR (2003) Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *International Endodontic Journal* **36**, 533-40.

Wu, MK, De Gee AJ, Wesselink PR (1994) Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *International Endodontic Journal* **27**, 233-8.

Xu Q, Fan MW, Fan B, Cheung GSP, Hu HL (2005) A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* **99**, 107-11.

PARECER CONSUBSTANCIADO DE PROTOCOLO DE PESQUISA

Parecer Nº 0005439/11

Protocolo CEP Nº 6315

Título do projeto **AVALIAÇÃO DO EFEITO DO USO DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO COMO MEDICAÇÃO INTRACANAL NO SELAMENTO APICAL E NA PROJEÇÃO DOS CIMENTOS OBTURADORES AH PLUS E FILLAPEX**

Grupo III
Versão 002

Protocolo CONEP 0347.0.084.000-11

Pesquisador responsável **ULISSES XAVIER DA SILVA NETO**

Instituição **PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**

Objetivos

O projeto apresenta como objetivo geral "Avaliar a influência do hidróxido de cálcio utilizado com medicação intracanal na capacidade de selamento apical e na projeção para o interior dos túbulos dentinários de dois cimentos obturadores" e como objetivo específico "Avaliar in vitro o efeito do uso do hidróxido de cálcio, como medicação intracanal, no selamento apical, utilizando método de filtração de fluido, e na projeção dos cimentos obturadores AH Plus e Fillapex para o interior dos túbulos dentinários, por meio de microscopia confocal."

Comentários e considerações

O projeto pretende aplicar métodos específicos para os objetivos da pesquisa utilizando 64 amostras do Banco de Dentes da PUCPR. É apresentada a autorização do responsável pelo Banco de Dentes da PUCPR.

Como critério de inclusão é apresentado: "Os dentes devem ser pré-molares inferiores, monorradiculados com canais retos."

Como critério de exclusão é apresentado: "Serão excluídos dentes que apresentem rizogênese incompleta, e/ou qualquer tipo de reabsorção, e/ou tratamento endodôntico prévio, e/ou dentes que não apresentem livre acesso ao forame."

Não se aplica ao caso a identificação de riscos e benefícios aos sujeitos de pesquisa.

Termo de consentimento livre e esclarecido e/ou Termo de compromisso para uso de dados.

N/A

Conclusões

O projeto atende às recomendações deste Comitê

Devido ao exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR, de acordo com as exigências das Resoluções Nacionais 196/96 e demais relacionadas a pesquisas envolvendo seres humanos, em reunião realizada no dia: **19/10/2011**, manifesta-se por considerar o projeto **Aprovado**.

Situação Aprovado

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 196/96, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

Curitiba, 19 de Outubro de 2011.

Prof. MSc. Naim Akel Filho
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
PUC PR

