

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

Luciane Geanini Pena dos Santos

**DIFUSÃO DE ÍONS HIDROXILA ATRAVÉS DA DENTINA
RADICULAR NOS CASOS DE RETRATAMENTO
ENDODÔNTICO: ESTUDO *EX VIVO***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de concentração: Endodontia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mara Cristina Santos Felipe

Florianópolis
2012

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

S237d Santos, Luciane Geanini Pena dos
Difusão de íons hidroxila através da dentina radicular
nos casos de retratamento endodôntico [dissertação] : estudo
ex vivo / Luciane Geanini Pena dos Santos ; orientadora, Mara
Cristina Santos Felipe. - Florianópolis, SC, 2012.
61 p.: il., grafs., tabs.

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

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Íons. 3. Hidróxido de cálcio. 4.
Tratamento dentário. I. Felipe, Mara Cristina Santos. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314

Luciane Geanini Pena dos Santos

**DIFUSÃO DE ÍONS HIDROXILA ATRAVÉS DA DENTINA
RADICULAR NOS CASOS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO:
ESTUDO EX VIVO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de MESTRE EM ENDODONTIA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ENDODONTIA e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 28 de Fevereiro de 2012.



Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Mara Cristina Santos Felipe

Orientadora



Prof. Dr. Gilson Blitzkow Sydney



Wilson Tadeu Felipe

A Maria, Mãe de Deus, que me acompanha em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Jaqueline e Junior, que eu amo e que são as pessoas mais doces e colaboradoras que eu conheço.

Aos meus pais, Vera e Isoli, pelo amor, dedicação e esforço para educar a mim e aos meus irmãos.

Com gratidão e amor dedico a vocês este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Mara Cristina Santos Felipe, pelos ensinamentos, disponibilidade, auxílio e dedicação durante a realização deste trabalho. Por servir-me como exemplo de profissional de extrema competência e de mulher forte e determinada.

Ao Prof. Dr. Wilson Tadeu Felipe, pelas suas valiosas sugestões, que contribuíram imensamente para o desenvolvimento deste trabalho. Pelo seu exemplo de sensatez e coerência.

Ao Prof. Dr. Sérgio Fernando Torres de Freitas, pela realização das análises estatísticas, pela paciência no auxílio da interpretação dos dados, por sua disponibilidade e simpatia.

Ao Prof. Dr. Gilson Blitzkow Sydney, por me honrar ao aceitar prontamente o convite para participar da banca de defesa deste trabalho.

Muitíssimo obrigada pelas suas valiosas participações no meu crescimento profissional e pessoal.

À Prof.^a Dr.^a Ana Maria H. Alves, pelo estímulo, apoio e ensinamentos. Pelo exemplo de pessoa honesta, justa e imparcial, pela agradável convivência, pelas conversas e pela amizade.

À Prof.^a Dr.^a Cleonice da Silveira Teixeira, pelos ensinamentos profissionais e pessoais. Pelo seu exemplo de determinação e competência e pela sua amizade.

Ao Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi, pelo apoio, incentivo e auxílio durante a realização da pesquisa. Por servir-me como modelo de pesquisador jovem, dedicado, versátil e bem sucedido. Pelas conversas, pela sua confiança e pela amizade.

À Prof.^a Dr.^a Maria Helena Pozzobon, pela amizade, carinho e motivação. Pelas conversas, pela compreensão, preocupação, disponibilidade, doçura e amabilidade. Por ser uma brava representante da nossa Santa Maria, RS.

Às minhas colegas de mestrado Josiane, Maybell, Gabriela e Claudia, pela convivência, colaboração, conversas e amizade.

Aos queridos Sérgio e Jackeline, sempre dispostos, amáveis e bem-humorados. Pelas suas amizades e colaborações nestes anos de pós-graduação.

À Marly Nunes pelos seus ensinamentos no laboratório.

À UFSC e a todos os funcionários que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu "amigo, alma gêmea" Patrick Venturini, pela sua amizade fraterna, pelo seu apoio, incentivo, confiança e por me compreender como ninguém.

Aos meus amigos e colegas Deniz Faccin, Maria Carolina Flores e Karla Nunes, pelas suas francas amizades, apoio, incentivo e motivação. Eu não teria conseguido sem vocês.

Aos queridíssimos amigos Ana Marta Flores, Lili Schulze, Pedro Morales e Ronaldo Rigueiras, pelas suas amizades, pelo carinho e pelos momentos divertidíssimos.

Às amigas e professoras Claudia Volpato e Mabel Cordeiro, pelos seus exemplos de competência profissional, honestidade e generosidade. Pelo carinho e confiança que sempre dispensaram a mim.

Aos amigos Paulo, Rose, Robson e Rodrigo Barcelos, pela amizade, generosidade e apoio.

E a todos que, de alguma forma, colaboraram com a minha formação e com a realização deste trabalho.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a difusão, através da dentina radicular, de íons hidroxila provenientes da pasta de hidróxido de cálcio (HC) colocada no canal radicular antes da obturação, efetuada com diferentes materiais, e após a remoção do material obturador e reinstrumentação endodôntica. Sessenta canais radiculares foram modelados pela técnica escalonada sob irrigação com hipoclorito de sódio 1% (HS). No final da instrumentação, os canais foram irrigados com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 17% e HS para a remoção da *smear layer*. A camada de cimento foi removida, a superfície radicular foi lavada com EDTA e os 3 mm apicais de cada raiz foram cobertos com um adesivo de presa rápida. Os canais foram preenchidos com HC e, após o selamento das cavidades de acesso, os dentes foram lavados e colocados em frascos individuais contendo 10 mL de água destilada, que teve seu pH medido após 7, 14, 21 e 28 dias (HC1). Após a remoção da pasta de HC, os canais foram divididos em cinco grupos iguais e obturados com Resilon/Real Seal (G1), guta-percha e cimento Endofill (G2), Sealapex (G3), AH Plus (G4) e MTA Fillapex (G5). Depois do armazenamento por 7 dias a 37°C em 100% de umidade relativa, o material obturador foi removido, os canais reinstrumentados, irrigados com EDTA e HS, e secos. A pasta de HC foi novamente inserida no canal e, depois do selamento, os dentes foram colocados em frascos contendo novos 10 mL de água destilada. Novamente o pH da água foi medido aos 7, 14, 21 e 28 dias (HC2). As leituras de pH inicial e final (HC1 e HC2) foram comparadas pelos testes ANOVA, ANOVA2 e Tuckey ($p < 0,05$). Os resultados revelaram que tanto as medidas HC1, como as HC2, aumentaram com o tempo; as medidas obtidas após a reinstrumentação (HC2) foram significativamente superiores às obtidas antes da obturação (HC1), exceto nas amostras dos canais obturados com Sealapex. Foi concluído que os íons hidroxila são capazes de se difundir pela dentina radicular; independentemente do cimento empregado, foi possível restabelecer a permeabilidade dentinária à difusão iônica após a reinstrumentação dos canais; o tempo influenciou positivamente na difusão iônica.

Palavras-chave: Difusão de íons hidroxila. Hidróxido de cálcio. Retratamento.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the diffusion through radicular dentine of hydroxyl ions from calcium hydroxide paste (CHP) placed in root canal before root canal filling by different materials and after the removal of the filling material and re-instrumentation. Sixty root canals were prepared by step-back technique, 1 mm short of the apical foramen under irrigation with sodium hypochlorite 1% (SH). At the end of instrumentation, the root canals were irrigated with ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 17% and SH for smear layer removal. The cementum layer was removed, the root surface was washed with EDTA, and the apical 3 mm of each root were covered with a fast-setting adhesive. The canals were filled with CHP, and after sealing the access openings, the teeth were washed and placed in individual vials containing 10 mL of distilled water, which had its pH measured after 7, 14, 21 and 28 days (CH1). After removal of CHP, the root canals were divided into five equal groups and filled with Resilon/Real Seal (G1), gutta-percha and Endofill (G2), Sealapex (G3), AH Plus (G4) and MTA Fillapex (G5) sealers. After storage for 7 days at 37°C in 100% relative humidity, the root canal filling was removed and the root canals were re-instrumented. After the final irrigation with EDTA and SH, the CHP was again inserted into the canals, the teeth sealed, washed and placed in new vials containing 10 mL of distilled water. Again the pH of water was measured at 7, 14, 21 and 28 days (CH2). The initial and final pH readings (CH1 and CH2) were compared by ANOVA, ANOVA2 e Tuckey tests ($p < 0.05$). The results showed that the CH1 and CH2 measurements increased with time; the measurements obtained after re-instrumentation (CH2) were significantly higher than those obtained before root canal filling (CH1), except for the canals filled with Sealapex. It was concluded that hydroxyl ions are able to diffuse through radicular dentine; regardless of the filling material, it was possible to re-establish dentin permeability to ionic diffusion after re-instrumentation; the time had a positive influence on the ionic diffusion.

Keywords: Calcium hydroxide. Endodontic retreatment. Hydroxyl ions diffusion.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias das medidas de pH das amostras de água dos diferentes grupos, registradas ao longo do período experimental.....	33
Tabela 2 – Resultados do teste ANOVA e comparações individuais pelo teste de Tuckey entre as médias das medidas de pH dos períodos V1, HC1 e V2.....	33
Tabela 3 – Resultados do teste ANOVA2, para comparação das médias de pH, de acordo com os materiais e períodos testados.....	34
Tabela 4 – Resultados do teste de Tuckey para comparações individuais das médias de pH entre os materiais.....	34
Tabela 5 – Resultados do teste de Tuckey para comparações individuais das médias de pH dos períodos Obturado, V3 e HC2....	35
Tabela 6 – Resultados do teste ANOVA2 e comparações individuais pelo teste de Tuckey das médias das medidas de pH dos períodos HC1 e HC2 com os dentes divididos por grupos.....	35
Tabela 7 – Medidas de pH das amostras de água em contato com os dentes dos diferentes grupos, registradas ao longo do período experimental.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	PROPOSIÇÃO.....	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	ARTIGO.....	23
	Difusão de íons hidroxila através da dentina radicular nos casos de retratamento endodôntico: estudo ex vivo.....	23
	Resumo.....	24
	Abstract.....	25
	Introdução.....	26
	Material e métodos.....	27
	<i>Obtenção e preparo dos dentes.....</i>	<i>27</i>
	<i>Medidas de pH antes da obturação dos canais.....</i>	<i>28</i>
	<i>Medidas de pH após a obturação dos canais.....</i>	<i>29</i>
	<i>Obtenção das medidas de pH e análise estatística.....</i>	<i>30</i>
	<i>Análise microscópica.....</i>	<i>30</i>
	Resultados.....	30
	<i>Efeito dos procedimentos realizados antes da obturação dos canais sobre as medidas de pH.....</i>	<i>31</i>
	<i>Efeito dos procedimentos realizados após a obturação dos canais sobre as medidas de pH.....</i>	<i>31</i>
	<i>Análise microscópica.....</i>	<i>32</i>
	Discussão.....	37
	Referências.....	39
	REFERÊNCIAS.....	45
	APÊNDICE 1 – Figura 2.....	57

APÊNDICE 2 – Tabela 7.....	59
ANEXO – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.....	61

1 INTRODUÇÃO

Vários tipos de micro-organismos desempenham papel decisivo no estabelecimento e manutenção da periodontite apical (SJÖGREN et al., 1991; SUNDQVIST, 1992). Assim, o principal objetivo do tratamento endodôntico é a eliminação desses micro-organismos e de seus subprodutos do sistema de canais radiculares (MARSHALL, MASSER, DUTE, 1960; PETERS et al., 2001; EL KARIM et al., 2007). Com esse intuito é realizado o preparo químico-mecânico do canal por meio de instrumentos endodônticos e de soluções irrigadoras com poder antimicrobiano (SJÖGREN et al., 1991; EL KARIM et al., 2007).

O hipoclorito de sódio (NaOCl), em diferentes concentrações, é a solução irrigadora de eleição, pois apresenta ação antimicrobiana (BRYCE et al., 2009) e dissolvente de matéria orgânica, propriedades importantes no tratamento de dentes despolpados (SIQUEIRA et al., 2000). Apesar de o preparo mecânico reduzir consideravelmente o conteúdo microbiano, praticamente metade dos condutos abriga bactérias após rigorosa instrumentação (BYSTRÖM, SUNDQVIST, 1981). A complexidade anatômica da cavidade pulpar, caracterizada pela presença de canais laterais, túbulos dentinários e deltas apicais, associada à presença de bactérias em áreas de reabsorção na superfície externa da raiz, responde pela dificuldade de se obter a desinfecção do sistema de canais radiculares (BYSTRÖM, SUNDQVIST, 1981).

Portanto, parece sensato conciliar procedimentos que, aliados ao preparo mecânico, possam eliminar ou pelo menos diminuir a quantidade de bactérias que resistiram à instrumentação. Desde que realizada adequadamente, a obturação endodôntica é uma alternativa para atingir esse objetivo. Com o completo preenchimento do canal, é possível eliminar o espaço e os nutrientes necessários para a sobrevivência e proliferação bacteriana. Porém, a existência de falhas na obturação pode levar ao insucesso do tratamento. Além disso, micro-organismos remanescentes, alojados em ramificações do canal principal, em lacunas de reabsorção de cimento e dentina, ou mesmo no interior de túbulos dentinários expostos à superfície externa da raiz, têm os fluidos tissulares como fonte de nutrição e, praticamente, não sofrem as consequências de uma boa obturação (FELIPPE et al., 1998; VIEIRA et al., 2012).

Outro procedimento alternativo para complementar a desinfecção é o uso de uma medicação intracanal com poder antimicrobiano

(SJÖGREN et al., 1991; PETERS et al., 2001; EL KARIM et al., 2007). Dentre as disponíveis, o hidróxido de cálcio (HC) é a mais utilizada.

O HC se apresenta sob a forma de um pó branco, sem odor e de baixa solubilidade em água (MOHAMMADI, DUMMER, 2011). Desde sua introdução na Odontologia (HERMANN, 1920), seu uso tem sido proposto em diversas situações clínicas, tais como tratamento conservador da polpa dental, tampão apical em dentes com rizogênese incompleta, tratamento de reabsorções, de perfurações e em fraturas radiculares (MOHAMMADI, DUMMER, 2011). Além desses usos, alguns cimentos endodônticos apresentam HC na sua formulação com o objetivo de usufruir de suas propriedades terapêuticas quando da obturação do canal (ORSTAVIK, 2005; MOHAMMADI, DUMMER, 2011).

O mecanismo de ação do HC provém dos íons hidroxila e cálcio liberados pelo fármaco (TRONSTAD et al., 1981; SJÖGREN et al., 1991; ESTRELA et al., 1995b; HOSOYA et al., 2001; MOHAMMADI, DUMMER, 2011), os quais lhe conferem as propriedades bactericida e de indução da formação de tecido mineralizado (TRONSTAD et al., 1981; PORKAEW et al., 1990; ESTRELA et al., 1995a; ESTRELA et al., 1995b; HOSOYA et al., 2001; MOHAMMADI, DUMMER, 2011). Além dessas propriedades, estudos demonstraram que o uso do HC pode resultar na hidrólise do lipopolissacarídeo bacteriano e na eliminação do seu efeito residual tóxico (SAFAVI, NICHOLS, 1993, 1994; OLIVEIRA et al., 2005).

O efeito antimicrobiano do HC resulta da difusão de íons hidroxila que lhe conferem um pH de aproximadamente 12,5 a 12,8 (TRONSTAD et al., 1981; BYSTROM, CLAEISSON, SUNDQVIST, 1985; MOHAMMADI, DUMMER, 2011). Quando, no interior do canal radicular, esses íons se difundem através da dentina e ramificações do canal, tornam o meio alcalino (TRONSTAD et al., 1981) e impróprio à sobrevivência e proliferação bacteriana. O pH alcalino altera a permeabilidade da membrana citoplasmática, interferindo no metabolismo bacteriano (ESTRELA et al., 1995a; ESTRELA et al., 1995b).

Além de promover a desinfecção, os íons hidroxila criam um meio propício à deposição de tecido calcificado e, conseqüentemente, estimulam o reparo. Esses íons neutralizam o pH ácido das áreas de reabsorção, ocasionado pela liberação de ácido láctico pelos osteoclastos, e também ativam a fosfatase alcalina, enzima que desempenha papel importante na formação de tecido mineralizado (ESTRELA et al.,

1995b; MOHAMMADI, DUMMER, 2011). A fosfatase alcalina é uma enzima hidrolítica, cálcio-dependente, ativada em pH que varia de 8,6 a 10,3, que age pela liberação de fosfatase inorgânica dos ésteres dos fosfatos. Essa enzima separa os ésteres fosfóricos, liberando os íons fosfato que reagem com os íons cálcio provenientes da circulação sanguínea, formando um precipitado de fosfato de cálcio. Esse precipitado é a unidade molecular da apatita carbonatada, que está intimamente relacionada aos processos de mineralização (ESTRELA et al., 1995b; MOHAMMADI, DUMMER, 2011).

Os íons hidroxila e cálcio parecem agir sinergicamente na mineralização. Enquanto os íons hidroxila ativam a fosfatase alcalina, os íons cálcio reduzem a permeabilidade dos novos capilares do tecido de granulação (TRONSTAD et al., 1981) e controlam a velocidade de liberação dos íons hidroxila (GORDON, RANLY, BOYAN, 1985).

Deve ser salientado que, para o HC exercer seu efeito terapêutico, o canal radicular deve estar limpo, modelado e seco. Ademais, a pasta deve preencher o canal em toda a sua extensão, de forma densa e homogênea (FELIPPE, BORTOLUZZI, FELIPPE, 2002). O completo preenchimento pela pasta de HC pode ser verificado por meio de radiografias. Quando o canal está bem preenchido, a imagem radiográfica revela que a radiolucidez própria do espaço do canal radicular deixa de existir, sendo substituída por imagem radiopaca semelhante à dentina.

Felippe, Bortoluzzi, Felippe (2002) testaram, por meio de análise radiográfica, a capacidade de diferentes instrumentos levarem a pasta de HC ao canal radicular de forma a preenchê-lo densa e homogênea. Os autores verificaram que o melhor preenchimento se deu com o uso de seringa descartável munida de agulha (25 x 7), associado ao uso de espiral Lentulo ou de compactador de guta-percha.

Além do completo preenchimento, para que os íons hidroxila e cálcio possam se difundir pela massa dentinária é imprescindível que haja permeabilidade da dentina.

A dentina é composta por 70% de matéria inorgânica (apatita carbonatada), 20% de matéria orgânica (colágeno tipo I) e 10% de água. Anatomicamente, é caracterizada pela presença de túbulos que atravessam toda a sua extensão. Esses túbulos, denominados túbulos dentinários, abrigam os prolongamentos citoplasmáticos dos odontoblastos, presentes na polpa dental (TEN CATE, 2001).

Em condições fisiológicas, na porção coronária próxima à polpa os túbulos dentinários apresentam um diâmetro médio de 2,5 μm e uma

densidade de 45.000 túbulos/mm², enquanto que, próximo à junção amelodentinária, o diâmetro é de 0,9 µm e a densidade é de 20.000 túbulos/mm² (GARBEROGLIO, BRÄNNSTROM, 1976; TEN CATE, 2001).

Na dentina radicular, o diâmetro e a densidade dos túbulos variam nos diferentes terços do canal. No terço cervical, próximo à polpa, os túbulos apresentam diâmetro que varia de 2,73 a 2,12 µm e densidade de 38.000 túbulos/mm², enquanto que, nas proximidades do cimento, esses valores são de 1,83 a 1,19 µm e de 21.000 túbulos/mm². Em direção apical, a tendência é de os túbulos reduzirem em diâmetro e densidade, apresentando, no terço médio próximo à polpa, túbulos com diâmetro de 2,72 a 1,84 µm e densidade de 20.000 túbulos/mm² e, nas proximidades do cimento, o diâmetro varia de 1,68 a 1,00 µm, sendo a densidade de 15.000 túbulos/mm². No terço apical, próximo à polpa, o diâmetro apresenta valores entre 2,82 e 1,87 µm e a densidade é de 19.000 túbulos/mm², enquanto que, próximo do cimento, esses valores são de 1,34 a 0,70 µm e de 13.000 túbulos/mm² (PONCE, SAHLI, FERNANDEZ, 2001). Assim, tanto na dentina coronal (GARBEROGLIO, BRÄNNSTROM, 1976) como na dentina radicular (PONCE, SAHLI, FERNANDEZ, 2001), o diâmetro e o número dos túbulos reduzem progressivamente da polpa em direção ao esmalte e cimento, respectivamente.

A presença dos túbulos confere à dentina um grau de permeabilidade incomum aos tecidos duros (TEN CATE, 2001), a qual está relacionada à densidade e ao diâmetro dos túbulos dentinários (OUTHWAITE, LIVINGSTON, PASHLEY, 1976; PASHLEY, KALATHOOR, BURNHAM, 1986; PASHLEY et al., 1987; TAO, ANDERSON, PASHLEY, 1991). Além da presença dos túbulos, existe uma incidência variável de canais laterais e acessórios na dentina (HESSION, 1977).

A permeabilidade da dentina radicular é de interesse dos endodontistas, pois exerce influência direta sobre as patologias pulpare e periapicais e sobre o resultado dos procedimentos realizados durante o tratamento endodôntico (MARSHALL, MASSER, DUTE, 1960).

Fatores fisiológicos (como a idade do paciente), patológicos (como traumas e processos cariosos) (TEN CATE, 2001), bem como procedimentos endodônticos (PASHLEY, KALATHOOR, BURNHAM, 1986; TAO, ANDERSON, PASHLEY, 1991), podem reduzir a permeabilidade da dentina e, conseqüentemente, interferir na difusão dos íons cálcio e hidroxila provenientes do HC.

Em relação aos procedimentos endodônticos, durante a limpeza e modelagem do canal é formada uma camada de detritos sobre a superfície dentinária, composta por matéria orgânica e inorgânica. Denominada lama dentinária ou *smear layer*, essa camada possui duas zonas: a primeira, de espessura de 1 a 2 μm , e a segunda, que se estende para o interior dos túbulos dentinários (*smear plug*) e pode atingir 40 μm de profundidade (MADER, BAUMGARTNER, PETERS, 1984). Como essa camada de lama bloqueia as entradas de canais laterais e dos túbulos dentinários, quando se deseja utilizar o HC como curativo intracanal a sua remoção se torna necessária para liberar essas aberturas e permitir que haja a difusão dos íons cálcio e hidroxila através da dentina. A remoção pode ser realizada por meio de diferentes protocolos de irrigação (RÖDIG et al., 2010; ABARAJITHAN et al., 2011). O mais utilizado é uma irrigação final (após o preparo do canal) com solução de ácido etilenodiaminotetracético 17% (EDTA) seguida por irrigação com NaOCl em variadas concentrações (TEIXEIRA, FELIPPE, FELIPPE, 2005; CARVALHO et al., 2008; SAIF et al., 2008).

Previamente à obturação, toda a pasta de HC deve ser removida do canal radicular (RICUCCI, LANGELAND, 1997; DA SILVA et al., 2011), pois remanescentes da pasta podem acelerar a presa do cimento obturador e prejudicar a obturação (MARGELOS et al., 1997), dificultando a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários (RICUCCI, LANGELAND, 1997; DA SILVA et al., 2011). Além disso, sua remoção incompleta pode resultar em posterior dissolução da pasta remanescente e aparecimento de espaços vazios no canal radicular (RICUCCI, LANGELAND, 1997).

Lambriadinis, Margelos, Beltes (1999) avaliaram 3 protocolos de irrigação para a remoção do HC intracanal e encontraram melhores resultados com o emprego de solução de NaOCl 3%, seguido por irrigação com EDTA 17%. Çalt e Serper (1999) encontraram resultados semelhantes utilizando solução de EDTA 17%, seguida por solução de NaOCl 5%. Neste estudo, os autores investigaram a penetração intratubular de diferentes cimentos endodônticos após a remoção da pasta de HC e concluíram que eles podem penetrar de forma mais efetiva quando a remoção da pasta for adequada.

Durante a obturação do canal, a penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários é desejável. Apesar de não haver evidências *in vivo* sobre a relação da penetração intratubular de cimento e a eliminação de bactérias, essa penetração serve como um agente de bloqueio para evitar a recolonização bacteriana e inativar as bactérias

presentes nos túbulos ou as que tiverem acesso ao canal por infiltrações na obturação (SALEH et al., 2004; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009). A penetração dos cimentos pode atingir diferentes profundidades (KOUVAS et al., 1998; ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009) e é influenciada pelas suas propriedades físico-químicas, pelo modo como é manipulado (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009) e pela permeabilidade da dentina do dente tratado. Utilizando microscopia eletrônica de varredura, Kouvas et al. (1998) investigaram a penetração intratubular de diferentes cimentos endodônticos e encontraram valores médios entre 3 μm (Calcibiotic Root Canal Sealer) e 73 μm (Sealapex). Por meio de microscopia eletrônica confocal, Ordinola-Zapata et al. (2009) também avaliaram a penetração intratubular de diferentes materiais e encontraram valores entre 135 μm (GuttaFlow) e 616 μm (Sealapex).

Diversos cimentos estão disponíveis no mercado com diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas. Entretanto, até o momento nenhum deles apresenta todos os requisitos desejáveis citados na Especificação nº 57 da ANSI/ADA (American Dental Association), que normatiza os materiais obturadores.

Os cimentos são classificados segundo a sua composição. Os mais empregados são os medicamentosos (à base de óxido de zinco e eugenol), os resinosos e aqueles à base de HC. Mais recentemente surgiram os cimentos à base de agregado de trióxido mineral (MTA Fillapex).

Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol parecem ser os mais utilizados mundialmente. Produzidos com base nas fórmulas sugeridas por Grossman ou Rickert, foram modificados ao longo do tempo para melhorar suas propriedades como radiopacidade, tempo de presa e atividade antimicrobiana (GROSSMAN, 1982; LEE et al., 2002; ORSTAVIK, 2005). O Endofill é um cimento medicamentoso que apresenta poder antimicrobiano e estabilidade dimensional (KAZEMI, SAFAVI, SPÅNGBERG, 1993).

Os cimentos resinosos apresentam resina epóxica ou metacrilato na sua composição. Foram desenvolvidos com o intuito de melhorar o selamento das obturações e, dessa forma, prevenir a reinfecção do canal radicular (ORSTAVIK, 2005). O AH Plus é um cimento resinoso à base de resina epóxica bisfenol, que surgiu de uma alteração na composição do AH 26 na busca por melhores propriedades biológicas. É reconhecidamente o cimento resinoso de maior sucesso (ORSTAVIK, 2005).

A guta-percha apresenta vantagens como radiopacidade, biocompatibilidade, facilidade de manipulação e remoção. Entretanto, a desvantagem de não aderir às paredes dentinárias justifica o desenvolvimento de novos materiais obturadores (EZZIE et al., 2006; HASSANLOO et al., 2007; SANCHES CUNHA et al., 2007). O Real Seal é um cimento à base de resina metacrilato (ORSTAVIK, 2005) que faz parte de um sistema obturador proposto como substituto às obturações convencionais com guta-percha associada a uma variedade de cimentos (EZZIE et al., 2006; SANCHES CUNHA et al., 2007; TASDEMIR, YILDIRIM, ÇELIK, 2008). Esse sistema, à base de polímeros termoplásticos, interage quimicamente com a dentina e une-se às paredes do canal radicular por meio de *tags* intratubulares, formando uma unidade coesa entre a dentina, o cimento e os cones de resina (Resilon), denominada "monobloco" (SANCHES CUNHA et al., 2007; TASDEMIR, YILDIRIM, ÇELIK, 2008).

Os cimentos à base de HC foram idealizados com o intuito de melhorar a desinfecção e a biocompatibilidade, e para estimular a deposição de tecido mineralizado na região periapical (TAGGER, TAGGER, KFIR, 1988; STAEHLE et al., 1995; DA SILVA et al., 1997; LEE et al., 2002; ORSTAVIK, 2005). O Sealapex é um cimento à base de HC capaz de atingir maiores valores de pH quando comparado a outros cimentos do mesmo tipo (CRCS, Apexit e Sealer 26) (DA SILVA et al., 1997).

Finalmente, os cimentos à base de MTA também foram desenvolvidos com o intuito de melhorar o selamento apical e estimular a deposição de tecido mineralizado no periápice radicular e em locais de perfuração. O MTA Fillapex é um cimento à base de MTA lançado em 2010 pela Angelus (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil). Composto por resinas, sílica nanoparticulada, MTA, óxido de bismuto e pigmentos, apresenta-se em forma de pasta-pasta. Segundo o fabricante, pode ser empregado com ou sem os cones de guta-percha e, no caso de necessidade de retratamento, pode ser facilmente removido do canal por técnicas convencionais. Existem poucas pesquisas e informações sobre esse material. Sabe-se que apresenta atividade antimicrobiana contra *Enterococcus Faecalis* (MORGENTAL et al., 2011) e resistência aceitável aos testes de compressão (ASSMANN et al., 2012).

Infelizmente, o fracasso do tratamento endodôntico pode ocorrer por vários motivos, como inabilidade do profissional, dificuldade de se obter a desinfecção do canal, presença de falhas na obturação, selamento

coronal inadequado, exposição do material obturador à cavidade oral, etc. Diante do insucesso, a terapia de escolha, sempre que possível, deverá ser o retratamento endodôntico, o qual consiste na remoção do material obturador, realização de uma nova instrumentação e nova obturação do canal radicular (LOVDAHL et al., 1992).

No retratamento, o material obturador pode ser removido por meio de diversas técnicas. Entretanto, diferentes autores, ao utilizarem instrumentos manuais (SANCHES CUNHA et al., 2007), instrumentos rotatórios (OLIVEIRA et al., 2006; TASDEMIR, YILDIRIM, ÇELIK, 2008; ZAREI, SHAHRAMI, VANTANPOUR, 2009), instrumentos manuais e rotatórios (SHIRRMEISTER et al., 2006; HASSANLOO et al., 2007; SOMMA et al., 2008) e sistemas de aquecimento associados aos instrumentos manuais e/ou rotatórios (EZZIE et al., 2006; BODRUMLU et al., 2008), foram unânimes em afirmar que nenhuma das técnicas é eficiente na remoção completa dos materiais obturadores, principalmente dos cimentos resinosos (WILCOX et al., 1987; IMURA et al., 1998).

Também durante o retratamento, o uso do HC é importante para eliminar micro-organismos que resistiram ao preparo químico-mecânico (FAVA, 2001; ÇALISKAN, 2005). Entretanto, deve-se considerar que a permeabilidade da dentina de um dente previamente tratado pode estar reduzida principalmente por 2 fatores: se a pasta de HC foi utilizada no tratamento inicial, o cálcio ionizado, liberado pela pasta, pode ter interagido com os íons fosfato da dentina e produzido agregados locais de fosfato de cálcio (PASHLEY et al., 1986; PORKAEW et al., 1990; DEARDORFF et al., 1994; FELIPPE, 1998). Outro fator que pode diminuir a permeabilidade da dentina é a obturação realizada no tratamento inicial. A presença de remanescentes do material obturador sobre as paredes do canal, obstruindo as entradas ou penetrando nos canais laterais e nos túbulos, pode dificultar ou até mesmo impedir a difusão de íons hidroxila.

Apesar de indicado, não existem estudos que comprovem a difusão de íons hidroxila através da dentina radicular de dentes que estão sendo submetidos ao retratamento endodôntico. É possível que a reinstrumentação do canal possa restabelecer a permeabilidade da dentina, o que facilitaria a difusão dos íons através de todo o sistema de canais radiculares, condição essencial para que o medicamento exerça a sua atividade antimicrobiana.

2 PROPOSIÇÃO

2.1 OBJETIVO GERAL

2.1.1 Avaliar a difusão, através da dentina radicular, de íons hidroxila provenientes da pasta de hidróxido de cálcio nos casos de retratamento endodôntico.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Avaliar se o tipo de cimento utilizado na obturação influi na difusão iônica após a remoção da obturação.

2.2.2 Avaliar se a reinstrumentação do canal é capaz de restabelecer a permeabilidade dentinária.

2.2.3 Avaliar o efeito do tempo sobre a difusão de íons hidroxila.

2.2.4 Comparar a difusão, através da dentina radicular, de íons hidroxila provenientes da pasta de hidróxido de cálcio colocada no interior do canal radicular antes da obturação e após a remoção do material obturador e reinstrumentação endodôntica.

3 ARTIGO

Difusão de íons hidroxila através da dentina radicular nos casos de retratamento endodôntico: estudo *ex vivo*¹

Luciane Geanini Pena dos Santos, DDS

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

¹Artigo formatado conforme normas do **Journal of Endodontics**.

Resumo

Introdução: O objetivo desta pesquisa foi avaliar a difusão, através da dentina radicular, de íons hidroxila provenientes da pasta de hidróxido de cálcio (PHC) colocada no canal radicular antes da obturação, efetuada com diferentes materiais, e após a remoção do material obturador e reinstrumentação endodôntica.

Metodologia: Sessenta canais radiculares foram modelados pela técnica escalonada sob irrigação com hipoclorito de sódio 1% (HS). No final da instrumentação, os canais foram irrigados com ácido etilendiaminotetracético (EDTA) 17% e HS para a remoção da *smear layer*. A camada de cimento foi removida, a superfície radicular foi lavada com EDTA e os 3 mm apicais de cada raiz foram recobertos com um adesivo de presa rápida. Os canais foram preenchidos com PHC e, após o selamento das cavidades de acesso, os dentes foram lavados e colocados em frascos individuais contendo 10 mL de água destilada, que teve seu pH medido após 7, 14, 21 e 28 dias (HC1). Após a remoção da PHC, os canais foram divididos em cinco grupos iguais e obturados com Resilon/Real Seal (G1), guta-percha e cimento Endofill (G2), Sealapex (G3), AH Plus (G4) e MTA Fillapex (G5). Depois do armazenamento por 7 dias a 37°C em 100% de umidade relativa, o material obturador foi removido, os canais reinstrumentados, irrigados com EDTA e HS, e secados. A PHC foi novamente inserida no canal e, depois do selamento, os dentes foram colocados em frascos contendo novos 10 mL de água destilada. Novamente o pH da água foi medido aos 7, 14, 21 e 28 dias (HC2). As leituras de pH inicial e final (HC1 e HC2) foram comparadas pelos testes ANOVA, ANOVA2 e Tuckey ($p < 0,05$). **Resultados:** Tanto as medidas HC1 como as HC2 aumentaram com o tempo; as medidas obtidas após a reinstrumentação (HC2) foram significativamente superiores às obtidas antes da obturação (HC1), exceto nas amostras dos canais obturados com Sealapex. **Conclusões:** Os íons hidroxila são capazes de se difundir pela dentina radicular; independentemente do cimento empregado, foi possível restabelecer a permeabilidade dentinária à difusão iônica após a reinstrumentação dos canais; o tempo influenciou positivamente na difusão iônica.

Palavras-chave: Difusão de íons hidroxila. Hidróxido de cálcio. Retratamento.

Abstract

Introduction: The aim of this research was to evaluate the diffusion through radicular dentine of hydroxyl ions from calcium hydroxide paste (CHP) placed in root canal before root canal filling by different materials and after the removal of the filling material and re-instrumentation. **Methods:** Sixty root canals were prepared by step-back technique, 1 mm short of the apical foramen under irrigation with sodium hypochlorite 1% (SH). At the end of instrumentation, the root canals were irrigated with ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 17% and SH for smear layer removal. The cementum layer was removed, the root surface was washed with EDTA, and the apical 3 mm of each root were covered with a fast-setting adhesive. The canals were filled with CHP, and after sealing the access openings, the teeth were washed and placed in individual vials containing 10 mL of distilled water, which had its pH measured after 7, 14, 21 and 28 days (CH1). After removal of CHP, the root canals were divided into five equal groups and filled with Resilon/Real Seal (G1), gutta-percha and Endofill (G2), Sealapex (G3), AH Plus (G4) and MTA Fillapex (G5) sealers. After storage for 7 days at 37°C in 100% relative humidity, the root canal filling was removed and the root canals were re-instrumented. After the final irrigation with EDTA and SH, the CHP was again inserted into the canals, the teeth sealed, washed and placed in new vials containing 10 mL of distilled water. Again the pH of water was measured at 7, 14, 21 and 28 days (CH2). The initial and final pH readings (CH1 and CH2) were compared by ANOVA, ANOVA2 e Tuckey tests ($p < 0.05$). **Results:** The CH1 and CH2 measurements increased with time; the measurements obtained after re-instrumentation (CH2) were significantly higher than those obtained before root canal filling (CH1), except for the canals filled with Sealapex. **Conclusions:** Hydroxyl ions are able to diffuse through radicular dentine; regardless of the filling material, it was possible to re-establish dentin permeability to ionic diffusion after re-instrumentation, and the time had a positive influence on the ionic diffusion.

Keywords: Calcium hydroxide. Endodontic retreatment. Hydroxyl ions diffusion.

Introdução

Várias espécies de micro-organismos desempenham papel decisivo no estabelecimento e manutenção de periodontites apicais (1, 2). Assim, o principal objetivo do tratamento endodôntico é a eliminação desses micro-organismos e de seus subprodutos do sistema de canais radiculares (3-5). Com esse intuito é realizado o preparo mecânico do canal, associado ao uso de soluções desinfetantes, principalmente o hipoclorito de sódio (HS) em diferentes concentrações (1, 5).

Outro procedimento alternativo que pode complementar a desinfecção é o uso de uma medicação intracanal com poder antimicrobiano (1, 4, 5). Dentre as disponíveis, a pasta de hidróxido de cálcio (HC) é a mais utilizada.

O HC se apresenta sob a forma de um pó branco, sem odor e de baixa solubilidade em água (6). Desde sua introdução na Odontologia (Hermann, 1920), seu uso tem sido proposto em diversas situações clínicas, tais como tratamento conservador da polpa dental, tampão apical em dentes com rizogênese incompleta, tratamento de reabsorções, de perfurações e em fraturas radiculares (6). Além desses usos, alguns cimentos endodônticos apresentam HC na sua formulação com o objetivo de usufruir de suas propriedades terapêuticas quando da obturação do canal (6, 7).

O mecanismo de ação do HC provém dos íons hidroxila e íons cálcio liberados pelo fármaco (1, 6, 8-10), os quais lhe conferem as propriedades bactericida e de indução da formação de tecido mineralizado (6, 8-12).

O efeito antimicrobiano provém dos íons hidroxila que propiciam um pH bastante elevado ao material, de aproximadamente 12,5 a 12,8 (6). Esses íons se difundem através da dentina e ramificações do canal, tornando o meio alcalino (8) e impróprio à sobrevivência e proliferação bacteriana. Além de promover a desinfecção, os íons hidroxila criam um meio propício à deposição de tecido calcificado, pois neutralizam o pH ácido de áreas de reabsorção e ativam a fosfatase alcalina, enzima que desempenha papel importante na formação de tecido mineralizado (6, 9).

Para que o HC exerça seu efeito terapêutico, o canal radicular deve estar limpo, modelado e seco, e a pasta deve preencher o canal em toda a sua extensão, de forma densa e

homogênea (13). Além disso, é imprescindível que haja permeabilidade da dentina para que ocorra a difusão iônica pela massa dentinária.

O uso do HC tem sido indicado durante o retratamento endodôntico (14, 15) No entanto, nesses casos a permeabilidade da dentina pode estar bastante diminuída. Se a PHC foi utilizada no tratamento inicial, o cálcio ionizado e liberado pelo fármaco pode ter interagido com os íons fosfato da dentina e produzido agregados locais de fosfato de cálcio, reduzindo a sua permeabilidade (11, 16). Ademais, a obturação realizada no tratamento inicial também pode ter diminuído a permeabilidade dentinária pela presença de remanescentes do material obturador, principalmente cimento, que pode obstruir a entrada ou penetrar nos canais laterais e nos túbulos dentinários. A penetração dos cimentos pode atingir diferentes profundidades (17, 18) e é influenciada pelas propriedades físico-químicas do material, pelo modo como é manipulado (18) e pela permeabilidade da dentina do dente tratado.

Não existem estudos que comprovem a difusão de íons hidroxila através da dentina radicular nos casos de dentes submetidos ao retratamento endodôntico. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a difusão, através da dentina radicular, de íons hidroxila provenientes da PHC colocada no interior do canal radicular antes da obturação, efetuada com diferentes materiais, e após a remoção do material obturador e reinstrumentação endodôntica.

Material e métodos

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Processo 976) (Anexo 1).

Obtenção e preparo dos dentes

Foram selecionados 60 dentes humanos, superiores e inferiores, com raízes completas, retas ou levemente curvas, extraídos por razões alheias a esta pesquisa e doados através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Realizado o acesso ao canal, o comprimento de cada dente (CD) foi obtido introduzindo-se uma lima K calibre 10 até o forame apical. O preparo foi realizado pela técnica escalonada,

até 1 mm aquém do CD, com limas Flexofile e limas K (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) executando-se movimentos de limagem. A matriz apical foi obtida com 2 instrumentos de calibre superior ao que se ajustou no limite apical e a modelagem complementada com o uso de instrumentos manuais. Nos terços cervical e médio foram empregadas brocas Gates-Glidden (Dentsply) n^{os} 1 a 3. Entre os usos de cada instrumento ou broca, os canais foram irrigados com 2 mL de hipoclorito de sódio 1% (HS) (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil).

Concluída a modelagem, a superfície radicular foi riscada com lápis grafite para orientar a remoção da camada de cimento com pontas diamantadas e curetas periodontais. Na sequência, os canais foram irrigados com 3 mL de solução de ácido etilendiaminotetracético 17% – EDTA (Merck, Darmstadt, Hessen, Alemanha) e 3 mL de HS 1% (17), e as superfícies radiculares enxaguadas com EDTA no intuito de remover a camada de lama. A fim de neutralizar os resíduos dessas soluções, os canais foram irrigados com 10 mL de água destilada e os dentes permaneceram imersos em outros 10 mL por 24 horas.

Posteriormente, os canais foram secados com pontas de papel absorvente e a superfície das raízes, com gaze. Depois de colocar uma bolinha de algodão na câmara pulpar, as cavidades de acesso foram seladas com Citodur (Dorident, Viena, Áustria). Aproximadamente 3 mm da porção apical de cada raiz foram recobertos com adesivo de presa rápida (Araldite, Ciba-Geigy S. A., Taboão da Serra, SP, Brasil).

Medidas de pH antes da obturação dos canais

Depois da presa do adesivo, os dentes foram novamente lavados em água destilada, divididos aleatoriamente em 5 grupos (n = 12) e mantidos nos frascos plásticos individuais por 7 dias, imersos em 10 mL de água destilada (pH = 5,85). Passado este período, foi efetuada a medição do pH da água contida nos frascos – Vazio 1 (V1).

Retirados da água, e após a remoção do selamento coronal e secagem, os canais foram preenchidos com HC (Reagen, Curitiba, PR, Brasil) manipulado com propilenoglicol (Quimidrol, Joinville, SC, Brasil) na proporção de 0,712 g para 0,4 mL. O completo preenchimento foi monitorado por meio de

radiografias. Depois do selamento coronal com Citodur, os dentes foram lavados em água destilada e devolvidos aos seus frascos plásticos contendo 10 mL de água destilada. Medições do pH da água foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias (HC1).

Feita a medição do pH no 28º dia, o selamento coronal e a PHC foram removidos. A remoção da pasta foi realizada por meio de irrigação com água destilada (10 mL) e uso do instrumento memória. Depois, os canais foram novamente irrigados com EDTA e HS e, em seguida, os canais e os dentes foram enxaguados e mantidos em 10 mL de água destilada por 24 horas para neutralização das soluções. Após esse período, secagem dos canais e selamento coronal com Citodur, os dentes foram armazenados em 10 mL de água destilada (pH = 5,33) por 7 dias quando, então, o pH da água foi medido – Vazio 2 (V2).

Medidas de pH após a obturação dos canais

Na sequência, os canais foram obturados pela técnica da compactação lateral com Resilon/Real Seal (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, EUA) (Grupo 1), guta-percha e cimentos Endofill (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) (Grupo 2), Sealapex (Kerr-Sybron, Orange, EUA) (Grupo 3), AH Plus (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) (Grupo 4) e MTA Fillapex (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil) (Grupo 5), e manipulados conforme instruções dos fabricantes. Concluída a obturação, os dentes foram radiografados a fim de se verificar a qualidade da obturação. Efetuado o selamento coronal, os dentes foram armazenados por uma semana a 37°C em 100% de umidade a fim de permitir a presa dos cimentos. Decorrido esse período, foram lavados com água destilada e devolvidos aos seus frascos contendo 10 mL de água destilada, onde permaneceram por 7 dias, quando nova aferição do pH foi executada (Obturado).

Posteriormente, foi realizada a remoção do material obturador no sentido coroa-ápice, de maneira parcelada, empregando o eucaliptol (S. S. White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) como solvente. Os canais foram reinstrumentados, sendo a matriz apical refeita com 2 limas de calibre superior às anteriormente utilizadas. Brocas Gates-Glidden n^{os} 4 a 6 foram usadas nos terços cervical e médio. Os dentes foram, então, radiografados nos sentidos próximo-proximal e vestibulo-palatal

(Apêndice 1, Figura 2) a fim de se registrar a qualidade da remoção do material obturador. Depois de receber uma irrigação final com EDTA e HS, os canais foram irrigados com 10 mL de água destilada, secados e o selamento coronal realizado como já descrito. Os dentes foram mantidos em água destilada por 24 horas e, depois, novamente armazenados por 7 dias em 10 mL de água destilada (pH = 5,69) quando, então, o pH foi medido – Vazio 3 (V3).

Finalmente, após remover o selamento coronal, cada canal foi irrigado com água destilada, secado e a pasta de hidróxido de cálcio foi novamente introduzida como descrito anteriormente. Novas medidas do pH foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias (HC2).

Obtenção das medidas de pH e análise estatística

As medidas de pH foram realizadas com pH-metro (Micronal S. A., modelo B-374) previamente calibrado com soluções padrões (pH 7,0 e 9,0). As medidas foram registradas após um período de 30 segundos de contato do eletrodo com a água dos frascos. Entre uma e outra leitura, o eletrodo foi lavado com água destilada.

Os valores de pH registrados foram submetidos à análise estatística pelos testes ANOVA, ANOVA2 e Tuckey, num nível de significância de 5%.

Análise microscópica

Ao final do experimento, 2 dentes de cada grupo foram submetidos ao processamento histológico para avaliar, através de microscopia ótica, se a remoção do cimento radicular foi bem sucedida.

Resultados

As médias das medidas de pH das amostras provenientes dos diferentes grupos encontram-se expressas na Tabela 1. Os valores absolutos do pH de cada amostra encontram-se expressos no Apêndice 2 (Tabela 7).

Efeito dos procedimentos realizados antes da obturação dos canais sobre as medidas de pH

Como os procedimentos realizados antes da obturação foram iguais para todos os dentes, as medidas de pH das amostras em cada um dos períodos foram agrupadas, sendo as médias submetidas ao teste ANOVA a fim de se observar o efeito dos diferentes procedimentos efetuados (Tabela 2).

Partindo de um pH inicial de 5,85, o pH de praticamente todas as amostras teve um pequeno aumento após 7 dias de armazenamento em água (V1), com uma média de 6,64. Após 7, 14, 21 e 28 dias da colocação do HC, houve um aumento expressivo nos valores de pH da maioria das amostras, sendo as médias desses períodos significativamente superiores à obtida em V1 (Tabela 2). Sete dias após a remoção do HC, a média dos valores do pH de V2 (8,05) foi menor do que as apresentadas em qualquer dos períodos com HC1, porém sem diferença significativa (Tabela 2).

Em função da grande diferença observada de V1 para os outros períodos, foi realizado novo teste ANOVA sem a variável V1, para tentar identificar diferenças entre HC1 e V2. O teste confirmou o resultado, com $F = 1,03$ e $p = 0,3874$, sem diferenças significantes entre os períodos HC1 e V2.

A Figura 1A ilustra as médias das medidas de pH dos diferentes grupos, obtidas nos períodos prévios à obturação.

Efeito dos procedimentos realizados após a obturação dos canais sobre as medidas de pH

Na comparação dos resultados obtidos nos diversos grupos foram consideradas as duas variáveis: material obturador e período experimental. Desta forma, as análises comparativas das medidas de pH registradas foram feitas comparando-se os materiais nos diversos períodos e os períodos para um mesmo material.

Comparando-se as medidas de pH das amostras dos 5 grupos experimentais em todos os períodos, foi observado que, na interação materiais obturadores *versus* períodos experimentais, não houve diferença estatisticamente significativa entre nenhum dos materiais para qualquer um dos períodos (Tabela 3).

As medidas de pH das amostras de água de cada um dos períodos pós-obturação foram reunidas por grupo. As médias foram calculadas e submetidas ao teste ANOVA2 e a comparações individuais pelo teste de Tuckey, a fim de se observar a influência dos materiais empregados. O teste de Tuckey revelou que o comportamento do pH variou entre os materiais, sendo que as amostras provenientes do Grupo 3 (Sealapex) apresentaram valores significativamente menores ($p = 0,0037$) do que as dos Grupos 5 (MTA Fillapex) e 4 (AH Plus) (Tabela 4).

A Tabela 5 expressa as médias das medidas de pH nos diferentes períodos pós-obturação. Para tanto, as medidas das amostras de cada um dos períodos foram agrupadas, sendo as médias submetidas ao teste ANOVA2 e a comparações individuais pelo teste de Tuckey. O teste ANOVA2 revelou que as maiores medidas foram obtidas com HC2 em qualquer um dos períodos, as quais foram significativamente diferentes ($p < 00001$) daquelas dos períodos Obturado (7,15) e V3 (6,54). O HC2 nos períodos de 14 a 28 dias apresentou os valores mais elevados, e equivalentes entre si.

A Figura 1B ilustra as médias das medidas de pH dos diferentes grupos, obtidas nos períodos posteriores   obturação.

Na Tabela 6 encontram-se expressas as médias das medidas de pH das amostras, divididas em grupos, para os períodos HC1 e HC2, submetidas ao teste ANOVA2 e a comparações individuais pelo teste de Tuckey. Foi constatado que, para os grupos 1, 2, 4 e 5, as médias das medidas de pH no período HC2 foram estatisticamente superiores às obtidas no período HC1. Para o Grupo 3 (Sealapex), as médias dos períodos HC1 e HC2 foram equivalentes.

Análise microscópica

A análise em microscopia ótica mostrou que o procedimento realizado para a remoção da camada de cimento radicular foi bem sucedido (Figura 1C).

Tabela 1 – Médias das medidas de pH das amostras de água dos diferentes grupos, registradas ao longo do período experimental

Grupos	V1	Hidróxido de Cálcio 1 (HC1)				V2	OBT.	V3	Hidróxido de Cálcio 2 (HC2)			
		7d	14d	21d	28d				7d	14d	21d	28d
G1 RS* Média	6,65	8,35	8,49	8,40	8,36	8,21	7,21	6,57	9,98	10,79	10,48	10,64
G2 EF Média	6,57	8,59	9,01	8,55	9,08	8,39	7,04	6,49	9,90	10,19	10,01	10,36
G3 S Média	6,74	8,73	8,77	8,78	8,73	7,97	7,15	6,57	9,28	10,00	9,90	10,03
G4 AH Média	6,65	8,35	8,49	8,40	8,18	7,62	7,15	6,57	10,36	10,99	10,67	11,09
G5 MTA Média	6,58	8,61	8,82	8,53	8,61	8,03	7,18	6,47	10,41	10,82	11,13	11,57
Média Total	6,64	8,52	8,72	8,53	8,59	8,05	7,15	6,53	9,98	10,55	10,44	10,73

* RS = Real/Seal – EF = Endofill – S = Sealapex – AH = AH Plus – MTA = MTA Fillapex

Tabela 2 – Resultados do teste ANOVA e comparações individuais pelo teste de Tuckey entre as médias das medidas de pH dos períodos V1, HC1 e V2

Comparações individuais pelo teste de Tuckey – $p < 0,01^*$	
Períodos	Médias
HC1 14d	8,72
HC1 28d	8,59
HC1 21d	8,53
HC1 7d	8,52
V2	8,05
V1	6,64

* $F = 11,81$ ($p < 0,0001$)

Barra vertical indica equivalência estatística.

Tabela 3 – Resultados do teste ANOVA2, para comparação das médias de pH, de acordo com os materiais e períodos testados

	GL	QM	GL	QM	F	P
Materiais	4	7,339	325	1,855	3,956	0,0037
Períodos	5	209,33	325	1,855	112,83	< 0,0001
Interação	20	0,955	325	1,855	0,514	0,9600

Tabela 4 – Resultados do teste de Tuckey para comparações individuais das médias de pH entre os materiais

Comparações individuais pelo teste de Tuckey*	
Grupos	Médias
G5 (MTA)	9,60
G4 (AH Plus)	9,47
G1 (Real Seal)	9,28
G2 (Endofill)	9,00
G3 (Sealapex)	8,83

* F = 3,96 (p = 0,0037)

Barra vertical indica equivalência estatística.

Tabela 5 – Resultados do teste de Tuckey para comparações individuais das médias de pH dos períodos Obturado, V3 e HC2

Comparações individuais pelo teste de Tuckey*	
Períodos	Médias
HC2 28d	10,73
HC2 14d	10,55
HC2 21d	10,44
HC2 7d	9,98
Obturado	7,15
V3	6,53

F = 112,83 (p < 00001)

Barra vertical indica equivalência estatística.

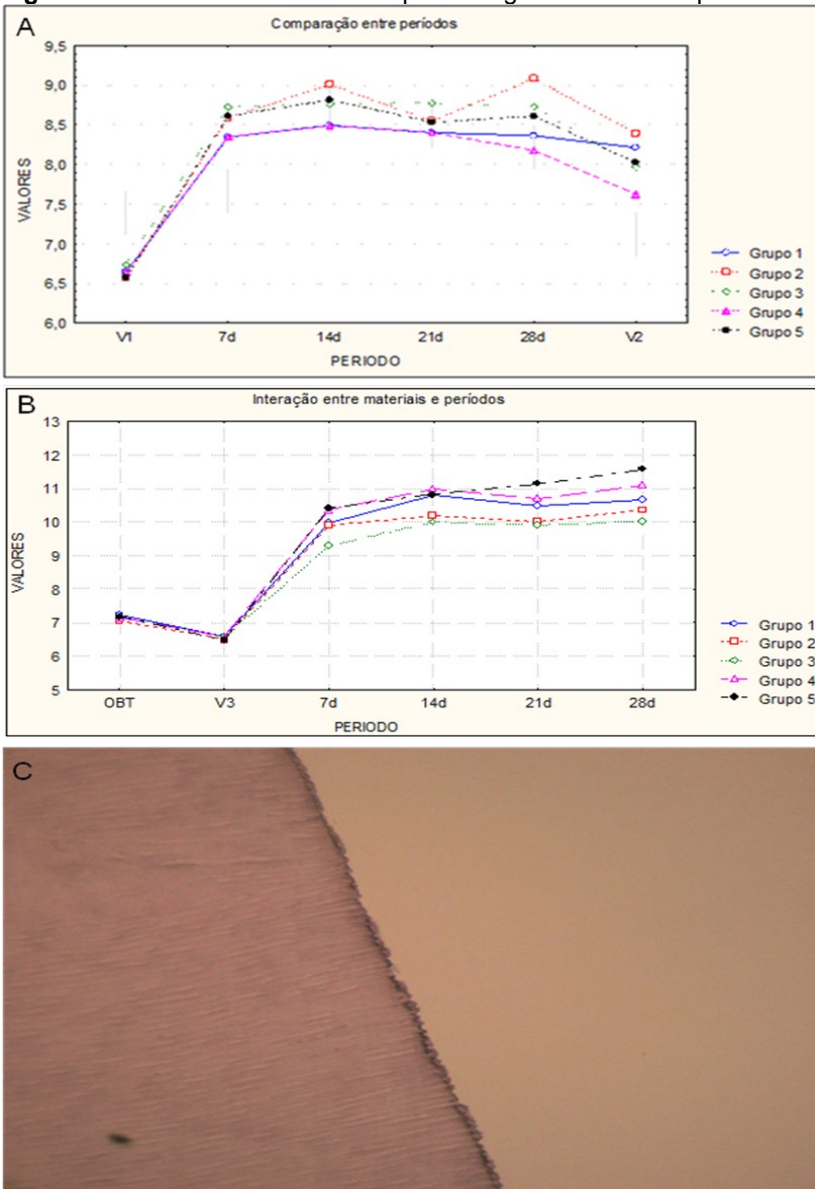
Tabela 6 – Resultados do teste ANOVA2 e comparações individuais pelo teste de Tuckey das médias das medidas de pH dos períodos HC1 e HC2 com os dentes divididos por grupos

Comparações individuais pelo teste de Tuckey*	
Grupo / Período	Médias
Grupo 5 / HC2	10,98
Grupo 4 / HC2	10,78
Grupo 1 / HC2	10,47
Grupo 2 / HC2	10,12
Grupo 3 / HC2	9,81
Grupo 2 / HC1	8,81
Grupo 3 / HC1	8,75
Grupo 5 / HC1	8,64
Grupo 1 / HC1	8,40
Grupo 4 / HC1	8,36

F = 2,49 (p < 0,0424)

Barra vertical indica equivalência estatística.

Figura 1 – Médias das medidas de pH e imagem de microscopia ótica



Gráficos com as médias das medidas de pH das amostras dos diferentes grupos obtidas nos períodos prévios (A) e posteriores (B) à obturação. Imagem de microscopia ótica (40 x) da superfície externa da dentina, evidenciando a remoção da camada de cimento (C).

Discussão

A dentina radicular apresenta um grau de permeabilidade incomum aos tecidos duros (18), a qual está relacionada à espessura das paredes radiculares e ao diâmetro e número dos túbulos dentinários (16, 21-23).

Durante os procedimentos de limpeza e modelagem do canal, uma camada de lama é formada sobre a superfície da dentina, bloqueando as entradas dos canais laterais e dos túbulos dentinários. Quando se deseja utilizar o HC como curativo intracanal, a remoção dessa lama é necessária para permitir que haja a difusão dos íons através da dentina. Neste estudo, a remoção da lama foi realizada com EDTA e HS, conforme proposto por Teixeira, Felipe, Felipe (19).

Considerando que a presença do cimento poderia dificultar ou até impedir a difusão iônica (8, 23, 24), procedeu-se à remoção desse tecido para permitir uma melhor análise do fenômeno da difusão. A análise em microscopia ótica mostrou que o procedimento realizado para esse fim, e já relatado em estudos prévios (25, 26), foi bem sucedido (Figura 1C).

O recobrimento do terço apical das raízes com o adesivo de presa rápida se deve ao fato de que essa região apresenta maior concentração de canais laterais (27). O selamento desse terço e do acesso coronário, bem como a seleção de raízes íntegras, nos faz crer que a difusão iônica ocorreu, principalmente, através da dentina dos terços cervical e médio. Obviamente, a presença de canais laterais nesses terços não pode ser totalmente descartada.

Durante o experimento, antes de fazer as medições de pH dos períodos V1, V2 e V3, os dentes foram postos nos frascos contendo água de pH conhecido (5,85; 5,33; 5,69). Embora essas medidas fossem levemente ácidas, foi percebido que os diferentes procedimentos realizados no decorrer dos períodos foram capazes de alterá-las, deixando-as mais próximas de um pH neutro. Os valores de V1 sugerem que a própria estrutura dental é capaz de aumentar o pH da água, conforme observado por outros autores (25, 26, 28, 29). Ainda que os dentes e os canais tenham sido lavados com água destilada, também não se pode descartar a possibilidade de que resíduos da solução de HS tenham elevado o pH, como citado por Felipe et al. (26).

As maiores medidas de pH obtidas após a colocação inicial do HC, quando comparadas aos valores de V1, confirmam a difusão dos íons hidroxila através da dentina radicular, como verificado por diversos autores (10, 12, 30). As diferenças de médias de pH dos diversos grupos demonstram que a dentina de cada dente apresenta permeabilidade distinta (25, 28). Variações no número, diâmetro e comprimento dos túbulos dentinários e a presença de canais laterais podem justificar as discrepâncias de valores registrados (31). Ademais, mesmo que o processamento histológico tenha mostrado sucesso na remoção do cimento, a possibilidade de haver remanescentes desse tecido em algum dos dentes não pode ser desconsiderada.

Tanto antes como depois da obturação, foi observado que os valores de pH aumentaram gradativamente e atingiram valores máximos depois da 2ª semana de uso do HC, como verificado por outros pesquisadores (10, 12, 24, 25, 32). Provavelmente isso ocorre porque os íons hidroxila são tamponados pelos componentes da dentina (33), o que reforça a ideia de Nerwich, Figdor, Messer (24) de que é necessário tempo para que a dentina radicular seja alcalinizada em profundidade.

Sete dias após a remoção da PHC houve redução não significativa no valor médio do pH (V2). Em algumas amostras foi observado um pequeno aumento da medida, provavelmente porque resíduos do HC foram capazes de manter a estrutura dental alcalinizada.

Considerando que alguns cimentos endodônticos podem alterar o pH da dentina (7, 34-38), um estudo paralelo foi realizado para avaliar o pH da água em contato com pastilhas de cada um dos cimentos aqui empregados. A ordem decrescente de medidas foi: Sealapex (10,55), MTA Fillapex (10,54), Real Seal (10,35), AH Plus (7,85) e Endofill (7,40). Apesar dessas medidas, foi observado que no período "Obturado" as médias de pH das amostras de todos os grupos foram similares e permaneceram próximas do neutro, demonstrando que os diferentes cimentos não foram capazes de promover a alcalinização da massa dentinária.

Nos períodos prévios à obturação, as amostras dos dentes do Grupo 3 (Sealapex) apresentaram valores de pH elevados quando comparados aos dos demais grupos, sendo inferiores apenas aos do Grupo 2 (Endofill). Entretanto, nos períodos

posteriores à obturação, os dentes desse grupo não mantiveram o mesmo padrão de difusão. É possível que a penetração intratubular do Sealapex tenha sido o fator responsável por esses resultados. Em pesquisas com microscopia eletrônica de varredura (17) e confocal (18), foi verificado que o Sealapex foi o cimento que mais penetrou nos túbulos dentinários. Futura investigação, por meio de microscopia eletrônica de varredura, será conduzida com as raízes utilizadas neste estudo a fim de avaliar a profundidade de penetração de cada um dos cimentos.

Em todos os períodos HC2 foi registrado grande aumento nos valores de pH, sugerindo que após o esvaziamento e a reinstrumentação dos canais foi possível restabelecer a permeabilidade dentinária. Provavelmente isso se deve à redução na espessura das paredes radiculares (23, 39) e consequente remoção do material obturador, o que possibilitou melhor acesso dos íons hidroxila à superfície radicular externa.

Vale ressaltar que, embora se tenha procurado reduzir o número de variáveis, esta pesquisa não reproduz plenamente as condições clínicas. A inexistência de pesquisas desenvolvidas com a mesma metodologia aqui empregada dificultou a discussão dos resultados. Futuros trabalhos deverão ser conduzidos para melhor orientar os profissionais no uso da medicação de HC no retratamento endodôntico.

Foi concluído que os íons hidroxila são capazes de se difundir pela dentina radicular; independentemente do cimento empregado, foi possível restabelecer a permeabilidade dentinária à difusão iônica após o retratamento; e que o tempo influenciou positivamente na difusão iônica.

Referências

1. Sjögren U, Figdor D, Spangberg L. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* 1991;24:119-25.
2. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod* 1992;16:427-30.

3. Marshall FJ, Massler M, Dute HL. Effect of endodontic treatments on permeability of root dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1960;13:208-23.
4. Peters LB, Wesselink PR, Buijs FJ, Van Winkelhoff AJ. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2001;27:76-81.
5. El Karim I, Kennedy J, Hussey D. The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:560-9.
6. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J* 2011;44:697-730.
7. Orstavik D. Materials used for the root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics* 2005;12:25-38.
8. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissue after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 1981;7:17-21.
9. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe Júnior O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J* 1995;6:85-90.
10. Hosoya N, Takahashi G, Arai T, Nakamura J. Calcium concentration and pH of the periapical environment after applying calcium hydroxide into root canals in vitro. *J Endod* 2001;27:343-6.
11. Porkaew P, Retief DH, Barfield RD, Lacefield WR, Soong SJ. Effect of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *J Endod* 1990;16:369-74.
12. Estrela C, Sydney GB, Pesce HF, Felipe Júnior O. Diffusion of hydroxyl ions of various calcium hydroxide pastes. *Braz Dent J* 1995;6:5-9.

13. Felipe WT, Bortoluzzi EA, Felipe MCS. Preenchimento do canal radicular com pasta de hidróxido de cálcio. Uma comparação de técnicas. *J Bras Endo/Perio* 2002;3:50-4.
14. Fava, LRG. Calcium hydroxide in endodontic retreatment after two nonsurgical and two surgical failures: report of a case. *Int Endod J* 2001;34:72-8.
15. Çaliskan, MK. Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2012;200:242-8.
16. Pashley DH, Kalathoor S, Burnham D. The effects of calcium hydroxide on dentin permeability. *J Dent Res* 1986;65:417-20.
17. Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, Parissis-Messimeris S, Boutsoukis A. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol*. 1998;14:191-5.
18. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MSZ, Perochena AC, Vivan RR, Camargo EJ, Garcia RB, Bernardeli N, Gutmann JL, de Moraes IG. 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:450-7.
19. Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: a SEM analysis. *Int Endod J* 2005;38:285-90.
20. Ten Cate AR. *Histologia bucal*. 5ed., Guanabara Koogan, 2001.
21. Outhwaite WC, Livingston MJ, Pashley DH. Effects of changes in surface area, thickness, temperature, and post-extraction time on human dentine permeability. *Arch Oral Biol* 1976;21:599-603.

22. Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR. Regional variability in the permeability of human dentine. *Arch Oral Biol* 1987;32:519-23.
23. Tao L, Anderson RW, Pashley DH. Effect of endodontic procedures on dentin permeability. *J Endod* 1991;17:583-8.
24. Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod.* 1993;19:302-6.
25. Felipe MCS. Estudo in vitro do transporte de íons hidroxila e cálcio através da dentina radicular. Florianópolis, SC: UFSC – BU, 1998. Dissertação apresentada ao curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.
26. Felipe MCS, Felipe WT, Espezim CS, Freitas SFT. Effectiveness of NaOCl alone or in combination with edta on the diffusion of hydroxyl ions released by calcium hydroxide paste. *J Appl Oral Sci* 2006;1:1-5.
27. Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994;77:172-6.
28. Deardorf KA, Swartz ML, Newton CW, Brown CE Jr. Effect of root canal treatments on dentin permeability. *J Endod.* 1994;20:1-5.
29. Esberard RM, Carnes DL Jr, del Rio CE. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. *J Endod.* 1996;22:402-5.
30. Chamberlain TM, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. pH changes in external root surface cavities after calcium hydroxide is placed at 1, 3 and 5 mm short of the radiographic apex. *Dent Traumatol* 2009;25:470-4.

31. Fogel HM, Marshall FJ, Pashley DH. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res* 1988;67:1381-5.
32. Simon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:459-64.
33. Wang JD, Hume WR. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J* 1988;21:17-26.
34. Tagger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J Endod* 1988;14:588-91.
35. Staehle HJ, Spiess V, Heinecke A, Müller H-P. Effect of the root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:163-8.
36. Da Silva LA, Leonardo MR, da Silva RS, Assed S, Guimarães IFL. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. *Int Endod J* 1997;30:205-9.
37. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod* 2002;29:684-8.
38. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349-53.
39. Guignes P, Faure J, Maurette A. Relationship between endodontic preparations and human dentin permeability measured in situ. *J Endod* 1996;22:60-7.

REFERÊNCIAS²

ABARAJITHAN, M. et al. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an *in vitro* study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology**, v.112, n.3, p.407-411, 2011.

ASSMANN, E. et al. Dentin Bond Strength of Two Mineral Trioxide Aggregate-based and One Epoxy Resin-based Sealers. **Journal of Endodontics**, v.38, n. 2, p.219 -221, 2012.

BODRUMLU, E. et al. Efficacy of 3 Techniques in Removing Root Canal Filling Material. **Journal of Canadian Dental Association**, v.74, n.8, p.721-721e, 2008.

BRYCE, G. et al. Contemporary Root Canal Irrigants Are Able to Disrupt and Eradicate Single- and Dual-Species Biofilms. **Journal of Endodontics**, v.35, n.9, p.1243-1248, 2009.

BYSTRÖM, A.; CLAEISSON, R; SUNDQVIST, G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. **Endodontics and Dental Traumatology**, v.1, n.5, p.170-175, 1985.

BYSTRÖM, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scandinavian Journal of Dental Research**, v.89, n.4, p.321-328, 1981.

ÇALISKAN, MEHMET KEMAL. Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology**, v.200, n.2, p.242-248, 2012.

²Baseada na NBR 6023:2002 da ABNT.

CARVALHO, A. S. et al. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. **Journal of Endodontics**, v.34, n.11, p.1396-1400, 2008.

CHAMBERLAIN, T. M.; KIRKPATRICK, T. C.; RUTLEDGE, R. E.; pH changes in external root surface cavities after calcium hydroxide is placed at 1, 3 and 5 mm short of the radiographic apex. **Dental Traumatology**, v.25, n.5, p.470-474, 2009.

DA SILVA, J. M. et al. Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v.112, n. 6, p.820-824, 2011.

DA SILVA, L. A. et al. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. **International Endodontic Journal**, v.30, p.205-209, 1997.

DEARDORF, K. A. et al. Effect of root canal treatments on dentin permeability. **Journal of Endodontics**, v.20, n.1, p.1-5, 1994.

DE DEUS, G. et al. Penetração intratubular de cimentos endodônticos. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v.16, n.4, p.332-336, 2002.

EL KARIM, I.; KENNEDY, J.; HUSSEY, D. The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v.103, n.4, p.560-569, 2007.

ESBERARD, R. M.; CARNES, D. L. JR; DEL RIO, C. E. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. **Journal of Endodontics**, v.22, n.8, p.402-405, 1996.

ESTRELA, C. et al. Diffusion of hydroxyl ions of various calcium hydroxide pastes. **Brazilian Dental Journal**, v.6, n.1, p.5-9, 1995.

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

EZZIE, E. et al. Efficacy of Retreatment Techniques for a Resin-Based Root Canal Obturation Material. **Journal of Endodontics**, v.32, n.4, p.341-344, 2006.

FAVA, L. R. G. Calcium hydroxide in endodontic retreatment after two nonsurgical and two surgical failures: report of a case. **International Endodontic Journal**, v.34, n.1, p.72-78, 2001.

FELIPPE, M. C. S. Estudo *in vitro* do transporte de íons hidroxila e cálcio através da dentina radicular. Florianópolis, SC: UFSC – BU, 1998. Dissertação apresentada ao curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

FELIPPE, M. C. S. et al. Effectiveness of NaOCl alone or in combination with EDTA on the diffusion of hydroxyl ions released by calcium hydroxide paste. **Journal of Applied Oral Science**, v.14, n.1, p.1-5, 2006.

FELIPPE, W. T.; BORTOLUZZI, E. A.; FELIPPE, M. C. S. Preenchimento do canal radicular com pasta de hidróxido de cálcio. Uma comparação de técnicas. **Jornal Brasileiro de Endo/Perio**, v.3, n.8, p.50-54, 2002.

FOGEL, H. M.; MARSHALL, F. J.; PASHLEY, D. H. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. **Journal of Dental Research**, v.67, n.11, p.1381-1385, 1988.

GARBEROGLIO, R.; BRÄNNSTRÖM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. **Archives of oral biology**, v.21, n.6, p.355-652, 1976.

GORDON, T. M; RANLY, D. M.; BOYAN, B. D. The effects of calcium hydroxide on bovine pulp tissue: variations in pH and calcium concentration. **Journal of Endodontics**, v.11, n.4, p.156-160, 1985.

GROSSMAN, L. The effect of pH of rosin on setting time of root canal cements. **Journal of Endodontics**, v.8, n.7, p.326-327, 1982.

GUIGNES, P.; FAURE, J.; MAURETTE, A. Relationship between endodontic preparations and human dentin permeability measured in situ. **Journal of Endodontics**, v.22, n.2, p.60-67, 1996.

HASSANLOO, A. et al. Retreatment efficacy of the Epiphany soft resin obturation system. **International Endodontic Journal**, v.40, n.8, p.633-643, 2007.

HESSION, R. W. Endodontic Morphology. II. A radiographic analysis. **Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology** v.44, n.4, p.610-20, 1977.

HOSOYA, N. et al. Calcium Concentration and pH of the periapical environment after applying calcium hydroxide into root canals in vitro. **Journal of Endodontics**, v.27, n.5, p.343-346, 2001.

IMURA, N. et al. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. **International Endodontic Journal**, v.33, n.4, p.361-366, 2000.

KAZEMI, R. B.; SAFAVI, K. E.; SPÅNGBERG, L. S. Dimensional changes of endodontic sealers. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology**, v.76, n.6, p.766-791, 1993.

KENEE, D. M. et al. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 6, p.563 - 565, 2006.

KOUVAS, V. et al. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. **Endodontics & Dental Traumatology**, v.14, n.4, p.191-195, 1998.

LAMBRIADINIS, T.; MARGELOS, J.; BELTES, P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. **Journal of Endodontics**, v.25, n.2, p.85-88, 1999.

LEE, K. W. et al. Adhesion of Endodontic Sealers to Dentin and Gutta-Percha. **Journal of Endodontics**, v.29, n.10, p.684-688, 2002.

LOVDAHL, P. E. Endodontic retreatment. **Dental Clinics of North America**, v.36, n.2, p.473-90, 1992.

MADER, C. L.; BAUMGARTNER, J. C.; PETERS, D. D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. **Journal of Endodontics**, v.10, n.10, p.477-483, 1984.

MARGELOS, J. et al. Interaction of Calcium Hydroxide with Zinc Oxide-Eugenol Type Sealers: A Potential Clinical Problem. **Journal of Endodontics**, v.23, n.1, p.43-48, 1997.

MARSHALL, F. J.; MASSLER, M.; DUTE, H. L. Effect of endodontic treatments on permeability of root dentine. **Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology**, v.13, n.2, p.208-223, 1960.

MOHAMMADI, Z.; DUMMER, P. M. H. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. **International Endodontic Journal**, v.44, n.8, p.697-730, 2011.

MORFIS, A. et al. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. **Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology**, v.77, n.7, p.172-176, 1994.

MORGENTAL, R. D. et al. Antibacterial activity of two MTA-based root canal sealers. **International Endodontic Journal**, v.44, n.12, p.1128-1133, 2011.

OLIVEIRA, D. P. et al. Comparison Between Gutta-Percha and Resilon Removal Using Two Different Techniques in Endodontic Retreatment. **Journal of Endodontics**, v.32, n.4, p.362-364, 2006.

OLIVEIRA, L. D. et al. In vitro effects of calcium hydroxide and polymyxin B on endotoxins in root canals. **Journal of Dentistry**, v.33, n.2, p.107-114. 2005.

ORDINOLA-ZAPATA, R. et al. 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 Endodontology**, v.108, n.3, p.450-457, 2009.

ORSTAVIK, D. Materials used for the root canal obturation: technical, biological and clinical testing. **Endodontic Topics**, v.12, n.1, p.25-38, 2005.

OUTHWAITE, W. C.; LIVINGSTON, M. J.; PASHLEY, D. H. Effects of changes in surface area, thickness, temperature, and post-extraction time on human dentine permeability. **Archives of oral biology**, v.21, n.10, p. 599-603, 1976.

PASHLEY, D. H.; KALATHOOR, S.; BURNHAM, D. The Effects of Calcium Hydroxide on Dentin Permeability **Journal of Dental Research**, v.65, n.3, p.417-420, 1986.

PASHLEY, D. H. et al. Regional variability in the permeability of human dentine. **Archives of oral biology**, v.32, n.7, p.519-523, 1987.

PETERS, L. B. et al. Viable Bacteria in Root Dentine Tubules of Teeth with Apical Periodontitis. **Journal of Endodontics**, v.27, n.2, p.76-81, 2001.

PONCE, E. H.; SAHLI, C. C.; FERNANDEZ, J. A. V. Study of dentinal tubule architecture of permanent upper premolars: evaluation by SEM. **Australian Endodontic Journal**, v.27, n.2, p.66-72, 2001.

PORKAEW, P. et al. Effect of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. **Journal of Endodontics**, v.16, n.8, p.369-374, 1990.

RICUCCI, D.; LANGELAND, K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. **International Endodontic Journal**, v.30, n.6, p.418-421, 1997.

RÖDIG, T. et al. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. **Journal of Endodontics**, v.36, n.12, p.1983-1987, 2010.

SAFAVI, K. E; NICHOLS, F. C. Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharide by calcium hydroxide treatment. **Journal of Endodontics**, v.20, n.3, p.127-129, 1994.

SAFAVI, K. E; NICHOLS, F. C. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. **Journal of Endodontics**, v.19, n.2, p.76-78, 1993.

SAIF, S. et al. Effect of Irrigants and Cementum Injury on Diffusion of Hydroxyl Ions through the Dentinal Tubules. **Journal of Endodontics**, v.34, n.1, p.50 - 52, 2008.

SALEH, I. M. et al. Survival of *Enterococcus Faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers *in vitro*. **International Endodontic Journal**, v.37, n.3, p.193-198, 2004.

SANCHES CUNHA, R. et al. In Vitro Evaluation of the Cleansing Working Time and Analysis of the Amount of Gutta-Percha or Resilon Remnants in the Root Canal Walls after Instrumentation for Endodontic Retreatment. **Journal of Endodontics**, v.33, n.12, p.1426-1428, 2007.

SCHIRRMEISTER, J. F. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. **International Endodontic Journal**, v.39, n.2, p.150-156, 2006.

SIMON, S. T.; BHAT, K. S.; FRANCIS, R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, v.80, n.4, p.459-464, 1995.

SIQUEIRA, J. F. Jr; RÔÇAS, I. N.; FAVIERI, A.; LIMA, K. C. Chemomechanical Reduction of the Bacterial Population in the Root Canal after Instrumentation and Irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% Sodium Hypochlorite. *Journal of Endodontics*, v.26, n.6, p.331-334, 2000.

SJÖGREN, U.; FIGDOR, D.; SPANGBERG, L. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *International Endodontic Journal*, v.24, n.3, p.119-125, 1991.

SOMMA, F. et al. The Effectiveness of Manual and Mechanical Instrumentation for the Retreatment of Three Different Root Canal Filling Materials. *Journal of Endodontics*, v.34, n.4, p.466-469, 2008.

STAEHLE, H. J. et al. Effect of the root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. *Endodontics & Dental Traumatology*, v.11, n.4, p.163-168, 1995.

SUNDQVIST, G. Ecology of the root canal flora. *Journal of Endodontics*, v.16, n.9, p.427-430, 1992.

TAGGER, M.; TAGGER, E.; KFIR, A. Release of calcium hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, v.14, n.12, p.588-591, 1988.

TAO, L.; ANDERSON, R. W.; PASHLEY, D. H. Effect of endodontic procedures on dentin permeability. *Journal of Endodontics*, v.17, n.12, p.583-588, 1991.

TASDEMIR, T.; YILDIRIM, T.; ÇELİK, D. Comparative study of removal of current endodontic fillings. **Journal of Endodontics**, v.34, n.3, p.326-329, 2008.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C. S.; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **International Endodontic Journal**, v.38, n.5, p.285-290, 2005.

TEN CATE, A. R. **Histologia Bucal**. 5ed., Guanabara Koogan, 2001.

TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **Journal of Endodontics**, v.21, n. 7, p.349-353, 1995.

TRONSTAD, L. et al. pH changes in dental tissue after root canal filling with calcium hydroxide. **Journal of Endodontics**, v.7, n.1, p.17-21, 1981.

VIEIRA, A. et al. Dentinal Tubule Infection as the Cause of Recurrent Disease and Late Endodontic Treatment Failure: A Case Report. **Journal of Endodontics**, v.38, n.2, p.250-254, 2012.

WANG, J. D., HUME, W. R. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. **International Endodontic Journal**, v.21, n.1, p.17-26, 1988.

WILCOX, L. R. et al. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. **Journal of Endodontics**, v.13, n.9, p.453-457, 1987.

ZAREI, M.; SHAHRAMI, F.; VANTAPOUR, M. Comparison between gutta-percha and Resilon retreatment. **Journal of Oral Science**, v.51, n.2, p.181-185, 2009.

APÊNDICE 1 – Figura 2

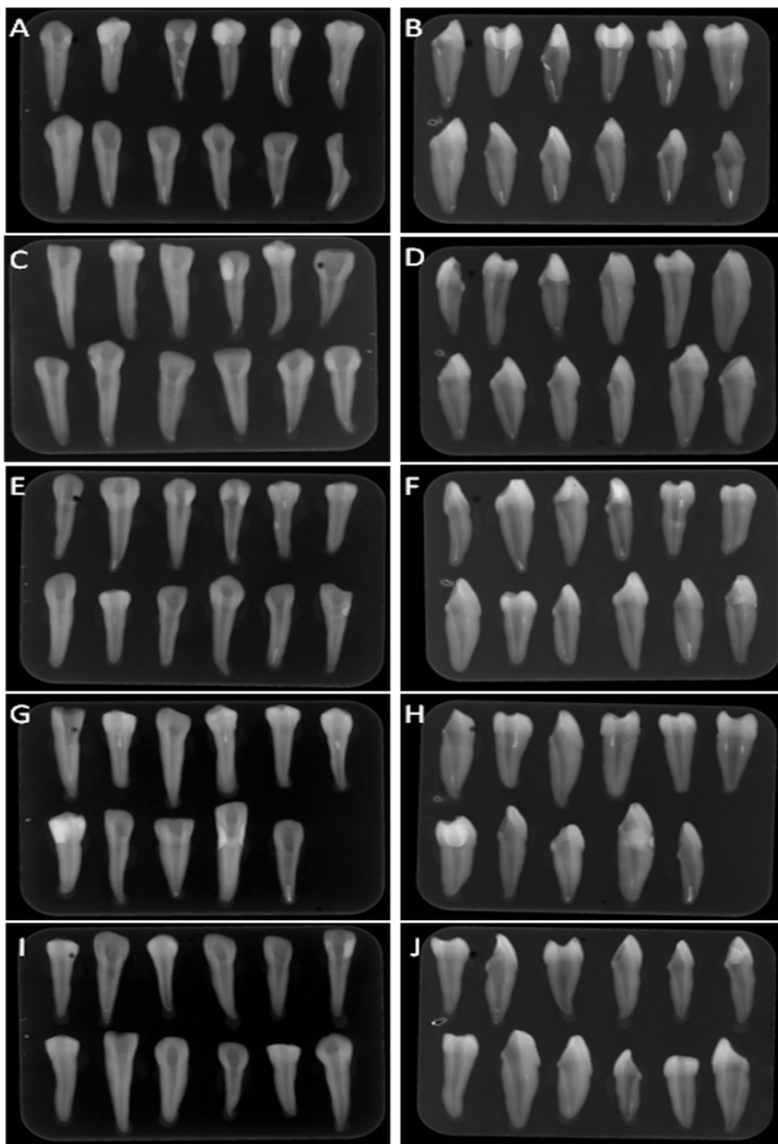


Figura 2 – Imagens de radiografias nos sentidos próximo-proximal e vestibulo-palatal para confirmação do esvaziamento dos canais do G1 (A, B), G2 (C, D), G3 (E, F), G4 (G, H) e G5 (I, J).

Grupos	V1	Hidróxido de Cálcio 1 (HC1)				V2	OBT.	V3	Hidróxido de Cálcio 2 (HC2)			
		7d	14d	21d	28d				7d	14d	21d	28d
G1 RS*												
1	6,52	6,68	6,72	6,74	6,92	7,74	7,02	5,78	10,48	11,50	12,30	11,35
2	6,65	7,02	7,14	7,78	6,64	6,71	7,14	5,20	10,62	11,96	11,28	12,16
3	7,02	8,15	7,13	6,75	7,43	7,48	7,26	7,08	8,52	8,53	7,29	7,28
4	6,72	6,53	7,11	7,59	7,15	8,96	7,18	5,36	11,32	12,12	12,19	12,01
5	6,65	11,04	11,09	10,73	11,67	10,84	8,20	6,38	8,26	7,97	7,89	7,81
6	6,94	9,45	11,40	11,38	11,90	7,72	7,23	7,22	11,44	11,96	11,51	12,24
7	6,59	7,80	7,10	7,10	7,28	7,43	7,05	6,98	8,86	11,41	11,20	11,53
8	6,59	6,98	7,31	7,06	6,68	7,56	7,04	6,97	11,69	12,13	11,72	11,62
9	6,06	10,30	8,97	8,60	7,74	7,91	7,32	7,18	8,75	8,00	8,27	7,98
10	6,65	7,45	7,99	8,05	7,45	7,94	7,19	6,92	10,89	11,08	11,29	12,85
11	6,56	11,57	12,12	12,04	12,07	10,90	7,35	6,99	10,50	11,74	12,03	11,78
12	6,83	7,21	7,85	7,02	7,43	7,40	6,56	6,82	8,43	11,08	8,76	9,14
G2 EF												
13	5,92	6,96	6,75	6,28	7,13	7,16	6,94	6,60	7,53	7,38	6,88	6,78
14	6,29	6,52	6,43	5,74	7,01	7,33	7,08	5,59	11,13	11,60	8,72	8,62
15	6,72	11,35	11,80	12,19	11,31	6,60	6,92	6,14	9,48	9,95	10,92	11,10
16	6,58	7,18	7,63	6,92	7,26	7,43	7,02	6,92	10,89	11,65	11,93	11,41
17	6,60	6,80	7,07	7,02	7,52	7,73	7,13	7,01	8,46	8,24	8,72	10,45
18	6,63	11,26	11,77	12,07	12,27	7,83	7,18	6,71	11,40	11,84	12,01	11,47
19	6,88	6,92	7,18	7,20	6,87	7,44	7,24	5,99	8,36	7,93	6,43	8,26
20	7,01	7,73	7,55	7,02	7,18	7,56	7,06	5,98	11,00	10,94	11,75	12,34
21	6,39	7,13	6,92	5,77	7,19	9,95	6,88	5,40	9,92	11,69	11,05	12,09
22	6,62	9,00	11,12	10,84	11,69	10,04	6,78	7,05	11,53	11,89	12,11	12,38
23	6,62	11,24	11,91	9,60	11,42	10,82	7,11	7,62	11,33	11,30	12,16	11,97
24	6,54	10,98	11,97	11,96	12,18	10,84	7,21	6,88	7,73	7,88	7,44	7,49
G3 S												
25	6,72	6,82	7,15	7,07	7,55	7,13	7,06	6,86	10,00	11,06	11,52	12,00
26	6,79	11,70	11,88	12,23	11,51	8,32	7,20	5,48	11,48	11,29	11,34	11,55
27	6,98	7,77	7,62	7,04	7,47	7,75	7,18	6,39	8,21	8,29	7,93	8,27
28	6,68	11,59	11,88	12,09	12,40	10,50	7,15	7,16	10,25	11,44	11,88	12,23
29	6,74	6,65	6,47	6,47	6,57	8,54	7,38	7,17	6,57	7,07	7,62	8,15
30	6,44	6,85	6,58	6,78	7,17	7,28	7,12	6,96	11,12	11,71	11,01	12,03
31	6,79	7,70	7,28	7,28	7,32	7,26	6,89	5,15	8,43	8,65	9,14	7,85
32	7,12	11,40	11,75	11,57	11,79	7,82	7,33	5,90	9,35	11,92	8,80	9,71
33	6,65	7,12	7,38	7,86	6,32	7,92	7,14	6,84	8,00	7,93	7,64	6,74
34	6,65	11,52	12,08	12,22	11,89	7,81	7,20	7,06	9,45	10,79	11,25	11,88
35	6,68	8,45	7,79	7,34	7,48	8,07	7,07	6,88	7,92	8,31	9,18	7,78
36	6,62	7,15	7,36	7,37	7,28	7,24	7,15	7,04	10,65	11,62	11,51	12,14

Grupos	V1	Hidróxido de Cálcio 1 (HC1)				V2	OBT.	V3	Hidróxido de Cálcio 2 (HC2)			
		7d	14d	21d	28d				7d	14d	21d	28d
G4 AH												
37	6,95	7,23	7,26	7,38	7,18	7,46	7,05	6,00	11,37	11,75	12,02	12,12
38	5,65	11,26	11,38	11,69	11,29	7,79	7,22	6,48	9,68	11,59	11,13	11,92
39	7,06	6,82	6,98	7,14	6,73	7,52	7,33	6,98	9,86	10,81	10,53	8,81
40	6,67	11,77	11,92	11,76	11,41	9,42	7,18	5,48	11,67	12,02	11,42	12,54
41	6,80	7,44	8,00	7,95	7,35	7,68	7,04	6,84	9,02	8,62	8,57	8,76
42	6,62	7,10	7,35	7,38	7,59	7,43	7,00	6,92	9,90	10,99	11,51	11,28
43	6,71	7,49	7,49	7,46	7,84	7,25	7,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44	6,68	9,05	7,72	7,10	6,42	7,18	6,89	6,99	11,42	11,89	8,42	11,56
45	6,87	7,80	7,52	7,48	7,11	7,48	7,32	6,05	8,30	7,95	8,42	8,62
46	6,57	6,87	7,34	6,88	6,41	7,11	7,06	6,87	11,20	11,73	11,92	11,42
47	6,67	10,78	11,85	11,62	11,58	7,68	7,30	6,76	11,79	12,15	11,75	12,87
48	6,52	6,62	7,08	7,02	7,24	7,50	7,26	6,87	9,71	11,42	11,74	12,08
G5 MTA												
49	6,62	6,73	6,45	6,60	6,76	6,92	8,16	6,54	11,31	11,83	12,06	12,63
50	6,58	11,54	11,85	12,17	12,18	8,50	7,13	6,93	11,07	11,81	12,78	11,76
51	6,62	11,08	11,62	11,78	11,15	7,69	7,01	7,02	10,68	11,69	12,25	12,02
52	6,18	8,70	7,64	7,02	7,38	7,14	6,92	5,11	9,79	10,32	10,98	12,58
53	6,59	7,06	7,09	7,14	7,37	9,80	6,86	6,87	11,09	11,82	11,61	12,26
54	6,68	6,63	6,75	7,15	7,26	7,71	7,16	5,24	9,14	8,90	10,64	11,56
55	6,53	7,73	7,73	6,59	7,14	7,81	7,07	6,02	9,12	8,62	7,64	7,77
56	6,67	10,90	11,94	11,57	10,84	7,93	7,19	6,00	9,35	9,28	10,05	11,55
57	6,46	7,16	7,76	6,92	6,87	7,45	7,24	6,81	11,52	11,96	12,15	11,83
58	6,68	10,68	11,83	11,26	11,62	10,61	7,16	6,82	11,53	11,02	11,32	11,51
59	6,69	7,41	7,67	7,31	7,44	7,67	7,30	7,13	10,53	11,89	10,91	11,60
60	6,65	7,73	7,47	6,90	7,33	7,11	6,92	7,13	9,79	10,72	11,18	11,78
Média	6,64	8,52	8,72	8,53	8,59	8,05	7,15	6,53	9,98	10,55	10,44	10,73

* RS = Real/Seal – EF = Endofill – S = Sealapex – AH = AH Plus – MTA = MTA Fillapex

ANEXO – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos



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

CERTIFICADO N°

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

PROCESSO:

FR:

TÍTULO:

AUTOR:

APROVADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

FLORIANÓPOLIS, ____ de ____ de ____.

Coordenador do CEPSH UFSC