

Maria Antonieta Veloso Carvalho de Oliveira

**Avaliação da influência do
remanescente de hidróxido de cálcio na
infiltração marginal de dentes tratados
endodonticamente**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do Título de
Mestre em Odontologia, Área de Concentração
em Clínica Odontológica Integrada.

Uberlândia, 2010

Maria Antonieta Veloso Carvalho de Oliveira

Avaliação da influência do remanescente de hidróxido de cálcio na infiltração marginal de dentes tratados endodonticamente

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos José Soares

Prof. Dr. Paulo Tambasco de Oliveira

Uberlândia, 2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Maria Otília e Luiz Fernando, em especial ao meu pai, que apesar de já terem se passado nove anos de seu falecimento, seu carinho e apoio sempre estiveram comigo. Sei que estaria muito feliz com mais esta conquista.

AGRADECIMENTOS

À Deus, mestre dos mestres, senhor de todos os meus passos, minha referência constante em todas as minhas atitudes, cuja proteção e força sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida. Ele fez por mim nesta pesquisa tudo o que sozinha eu não conseguiria.

Aos grandes amores da minha vida, meu marido Fábio e meu filho João Pedro, que mudaram comigo para Uberlândia apoiando e acreditando no meu sonho de fazer mestrado. Agradeço pela paciência, pelo amor e pela compreensão, pois não é nada fácil conviver com quem tem tanto o que pesquisar e estudar e tão pouco tempo para tudo mais.

À minha mãe, meu apoio constante, sempre me incentivando a querer mais e a lutar pelos meus objetivos.

Aos meus irmãos, meus tios por seu apoio e em especial, a minha avó por suas incansáveis orações.

Aos meus sogros, pelo apoio e por terem cuidado do meu filho em férias e feriados, para que eu pudesse me dedicar ao projeto.

Ao meu orientador Prof. João Carlos G. Biffi, meu grande mestre, que me ensinou muito com seu exemplo, seu caráter e sua concepção do que é a docência e a pesquisa científica. Agradeço pela atenção constante, pela paciência, pelo incentivo e por tudo que me ensinou. Se eu chegar a ser metade do mestre e professor que ele é, já me sentirei realizada como pessoa e como docente.

Ao Prof. Carlos José Soares, grande exemplo de pessoa e de professor, por seu apoio, sua atenção e por sempre estar pronto a ouvir, aconselhar e ajudar. Sua ajuda foi fundamental para que eu conseguisse me dedicar ao mestrado da maneira como fiz.

Aos professores da Dentística, Prof^a. Gisele, Prof^a. Veridiana, Prof. Paulo Vinícius e Prof. Paulo César, sempre dispostos a ajudar, a incentivar e a ensinar. Agradeço pela amizade, atenção e carinho.

À todos os professores do mestrado, por todo conhecimento e experiência passados, em especial a Prof^a. Paula Dechichi, ao Prof. Henner Alberto Gomide e ao Prof. Alfredo J. Fernandes Neto.

À aluna da graduação, Sara Teodoro Marra, meu braço direito em toda pesquisa. Agradeço por sua ajuda e dedicação.

Aos alunos da minha turma de mestrado, pois sei que aprendemos muito uns com os outros. Agradeço em especial, a Gabriela Mesquita, ao Luis Henrique Raposo e a Natália, pela amizade e pela ajuda que me deram na presente pesquisa.

Aos professores da Endodontia, Prof^a. Luciana, Prof. Paulo e Prof. Cássio, pelo muito que aprendi, assistindo as aulas e convivendo no dia-a-dia da universidade. Agradeço em especial a Prof^a Luciana, por toda ajuda e conselhos dados no meu processo de Qualificação.

À quem muito me ajudou desde a especialização, minha querida Eunice, meu anjo da guarda dentro da Endodontia.

À Thaís, minha amiga e companheira de especialização e depois de mestrado, pela ajuda no início do meu projeto, sem sua presença seria muito mais difícil enfrentar as idas ao frigorífico para conseguir as amostras.

À aluna Flávia, minha irmã mais nova de coração, agradeço pelo seu imenso carinho, sua constante presença e ajuda.

À Abgail, secretária do mestrado, agradeço por toda ajuda e atenção, e por sempre estar pronta a nos atender com um largo sorriso no rosto.

Ao Seu Advaldo, que muito me ajudou durante a parte experimental do projeto.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	1
RESUMO	2
ABSTRACT	4
1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
3 PROPOSIÇÃO	45
4 MATERIAL E MÉTODO	47
5 RESULTADOS	63
6 DISCUSSÃO	67
7 CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS	88
ANEXOS	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca(OH) ₂	- Hidróxido de cálcio
Ca(OH) ₂ PA	- Hidróxido de cálcio Puro Análise
CRCS	- Calciobiotric Root Canal Sealer
EDTA	- Etileno diamino tetra acético
EDTA-C	- EDTA associado à Cetavlon (brometo de cetilmetilamônio)
EDTA-T	- EDTA associado à Tergentol
ENDO PTC	- Peróxido de Ureia + Tween 80 + Carbowax
H ₂ O ₂	- Peróxido de Hidrogênio
KPa	- quilopascal (unidade de pressão e tensão)
Lima K	- Lima tipo Kerr
MB	- Megabyte
MPixels	- MegaPixels
MEV	- Microscopia Eletrônica de Varredura
MTA	- Agregado de Trióxido Mineral
mm	- milímetro
NaOCl	- Hipoclorito de sódio
NaOH	- Hidróxido de sódio
OZE	- Óxido de Zinco e Eugenol
pH	- potencial hidrogeniônico
PMCC	- Paramonoclorofenol Canforado
rpm	- rotações por minuto
torr	- torriceli, também chamado de milímetro de mercúrio (mmHg)

Resumo

A permanência de resíduos da medicação intracanal de hidróxido de cálcio mesmo após sua remoção clínica, independente da técnica ou material usado, é um fato comprovado pela literatura. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a influência do resíduo de Ca(OH)_2 na infiltração marginal de dentes tratados endodonticamente. Foram considerados dois níveis de infiltração, via forame apical e via terço médio radicular, sendo que a difusão do corante foi quantificada em extensão e profundidade. Setenta e dois dentes bovinos unirradiculares após o preparo biomecânico foram divididos em dois grupos (GI e GII) de 36 raízes cada. As amostras do grupo GI, após o preparo do canal foram imediatamente obturadas e as do grupo GII foram preenchidas com pasta de Ca(OH)_2 associada ao soro fisiológico. Decorridos sete dias a medicação foi removida e os canais foram obturados como o grupo GI pela técnica de condensação lateral com cimento à base de óxido de zinco e eugenol. Em metade das amostras do GI e GII ($n=18$) o terço apical e parte do terço médio foi removido e juntamente com as raízes que ficaram com o comprimento completo, foram imersas em corante tinta nanquim por 72 horas. Para avaliação da infiltração do corante foram realizadas secções transversais das amostras experimentais, as quais foram fotografadas e tiveram o perímetro infiltrado quantificado com o auxílio do software Image Tool 3.00. Após a análise dos valores relativos à extensão e à profundidade de infiltração, os menores valores de infiltração do corante foram encontrados nos grupos que receberam o Ca(OH)_2 , independente do nível de infiltração. Diante dos resultados, concluiu-se que o uso da medicação intracanal de Ca(OH)_2 diminuiu significativamente a infiltração marginal do corante tanto via forame apical quanto via terço médio radicular em relação à extensão e profundidade.

Palavras-chave: Infiltração marginal, hidróxido de cálcio, tinta nanquim.

Abstract

Abstract

The presence of calcium hydroxide intracanal medicament residual even after its clinical removal, regardless of the technique or material used, is a fact proven by the literature. The aim of this study was to evaluate the influence of remaining $\text{Ca}(\text{OH})_2$ on marginal leakage of endodontic treated teeth. Two levels of leakage were considered: through apical foramen and root's medium third and the dye diffusion was quantified in length and depth. Seventy-two single-rooted bovine teeth after root canal biomechanical preparation were divided into two groups GI and GII (n=36). Specimens of the GI group, after canal preparation were immediately obturated and the GII samples were filled with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ associated with saline solution. After seven days the medication was removed and the canals were filled likewise GI group by lateral condensation technique with a zinc oxide-eugenol sealer. Half of the specimens of GI and GII (n = 18) had their apical third and part of the medium third removed and alongside with the full-length roots , were immersed in India ink for 72 hours. For the evaluation of dye leakage the experimental specimens were cross-sectioned, photographed and had the infiltration perimeter measured by means of the Image Tool 3.00 software. After the analysis of length and depth infiltration, the lowest dye penetration values were found in $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medicament receiving groups, independently of the leakage level. Therefore, we concluded that the use of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ intracanal medicament significantly decrease the dye leakage through both apical foramen and root's medium third regarding length and depth.

Keywords: Dye leakage, calcium hydroxide, India ink.

1. Introdução

A permanência de resíduos da medicação intracanal de hidróxido de cálcio, mesmo após sua remoção clínica e independente da técnica de remoção ou material de irrigação usado, é um fato comprovado pela literatura (Porkaew *et al.*, 1990; Holland *et al.*, 1995b; Margelos *et al.*, 1997; Kim & Kim, 2002; Hosoya *et al.*, 2004; Contardo *et al.*, 2007; Alves-Baldevi, 2008; Salgado *et al.*, 2009). Vários foram os estudos e as explicações para responder ao questionamento, sobre qual seria a influência destes resíduos de Ca(OH)_2 na obturação do canal radicular (Porkaew *et al.*, 1990; Holland *et al.*, 1995a; 1995b; 1996; Chung *et al.*, 2001; Kim & Kim, 2002; Hosoya *et al.*, 2004; Barbizan *et al.*, 2008).

Na opinião de alguns autores, o Ca(OH)_2 remanescente seria incorporado ao cimento obturador, o que causaria por si só, decréscimo na permeabilidade da obturação (Porkaew *et al.*, 1990). Outros propuseram que estes resíduos determinariam aceleração do tempo de presa e principalmente a expansão de alguns cimentos, o que proporciona melhor adaptação às paredes do canal radicular (Holland *et al.*, 1995a; 1995b; 1996). Entretanto, vários estudos demonstraram que o Ca(OH)_2 em contato com o cimento obturador, influencia negativamente na adesão do cimento obturador à parede do canal radicular (Margelos *et al.*, 1997; Chung *et al.*, 2001; Hosoya *et al.*, 2004). Há ainda, a possibilidade do Ca(OH)_2 reagir com os fluídos teciduais formando carbonato de cálcio, o qual é reabsorvível e, em longo prazo, pode criar espaços na interface obturação-parede do canal radicular (Tronstad *et al.*, 1988; Porkaew *et al.*, 1990).

O comprometimento do selamento apical da obturação pode facilitar a penetração de fluídos teciduais para o interior do canal radicular e a difusão de irritantes e/ou bactérias (Wu & Wesselink, 1993). O fluído tecidual pode ser o provedor de nutrientes suficientes para permitir a sobrevivência e proliferação das bactérias, se estas não foram eliminadas durante o tratamento endodôntico

(Oliver & Abbott, 2001). Portanto, o selamento apical poderia ser a chave para o sucesso do tratamento endodôntico (Susini *et al.*, 2006).

Normalmente, a habilidade de selamento dos materiais obturadores, é avaliada por meio de testes de infiltração marginal, por serem de fácil execução e não requererem materiais sofisticados; mas seus resultados são questionáveis (Camps & Pashley, 2003). Isto ocorre devido a inúmeros fatores que podem influenciar nos resultados dos estudos de infiltração, como a experiência do operador, o período entre a obturação e a imersão, o tempo das amostras dentro do corante, o tipo de corante, a presença ou não da *smear layer*, a presença de ar ou líquido dentro do canal após sua obturação, a medição linear da infiltração (Wu & Wesselink, 1993). Pode-se citar ainda, a anatomia dentária, a morfologia do sistema de canais radiculares, a estrutura da dentina, a eficiência do preparo do canal radicular, o protocolo de irrigação, o tipo e a maneira de mistura do cimento e os materiais de obturação (Plotino *et al.*, 2007). A necessidade da padronização destes fatores é primordial. A variedade de métodos de avaliação e de seus parâmetros pode ser a maior razão da pobre concordância existente entre os achados relatados dos estudos de infiltração (Katz *et al.*, 1998; Editorial J Endod, 2007).

O principal desafio dos testes de infiltração no laboratório é desenvolver estruturas experimentais que possam gerar resultados reproduzíveis e conclusões precisas quanto à habilidade de selamento dos materiais e técnicas testados. A condição crucial para se conseguir isto é encontrar um método padronizado, confiável e reproduzível (De-Deus *et al.*, 2008).

Portanto, pareceu-nos importante a realização de um estudo de infiltração onde se utilizaria metodologia padronizada, de fácil reprodução e com resultados baseados em análises quantitativas adequadas, para avaliar a influência do remanescente de Ca(OH)_2 na infiltração marginal de dentes tratados endodonticamente. Consideraram-se dois níveis de infiltração marginal do corante, via forame apical e via terço médio radicular, quantificando a

difusão da tinta nanquim em extensão e profundidade. A hipótese a ser testada é de que a permanência de resíduos de Ca(OH)_2 aderidos às paredes do canal, pode modificar o padrão de infiltração marginal favorecendo a penetração do corante, por tratar-se de material fisicamente instável.

2. Revisão de Literatura

2.1. Remoção da medicação intracanal de hidróxido de cálcio

Margelos *et al.* (1997) realizaram estudo para avaliar a hipótese da interação entre os resíduos de Ca(OH)_2 e os componentes dos cimentos endodônticos à base de OZE. Além disso, foi avaliada a eficiência da remoção do Ca(OH)_2 como medicação no canal radicular. Na primeira etapa, os autores pesquisaram a interação entre o Ca(OH)_2 e os cimentos de OZE, através da incorporação de pequenas camadas de Ca(OH)_2 ao cimento. Estereomicroscópio foi utilizado para analisar o efeito do Ca(OH)_2 no mecanismo de presa dos cimentos, em vários intervalos de tempo (5, 10, 20 e 30 minutos). Na segunda etapa, a mesma análise foi feita, porém com o uso de dois cimentos endodônticos à base de OZE (Roth 811 e Procosol). A terceira e última etapa, avaliou a eficiência da remoção do Ca(OH)_2 de dentro do sistema de canais radiculares por vários agentes. Vinte canais foram instrumentados e preenchidos com pasta de Ca(OH)_2 . Após três dias, para a remoção da medicação empregou-se irrigação com diferentes soluções (NaOCl 2,25% e EDTA.2NaOH 15%), com ou sem a limpeza das paredes dos canais. As amostras foram seccionadas longitudinalmente para serem fotografadas e analisadas. A análise dos resultados mostrou que, houve interação entre o Ca(OH)_2 e o eugenol de todos os cimentos à base de OZE. O Ca(OH)_2 interferiu no mecanismo de endurecimento dos cimentos, os quais se apresentavam quebradiços e com estrutura granular. E a intensidade de atuação do Ca(OH)_2 foi proporcional à superfície na qual estava em contato. Quanto à eficiência da remoção da medicação intracanal, nenhum dos tratamentos testados conseguiu remover totalmente os resíduos de Ca(OH)_2 dos canais radiculares. Os autores concluíram que essa interação observada entre o Ca(OH)_2 e os cimentos de OZE, pode criar desde uma dificuldade para introdução do cone de guta-percha em toda a extensão de trabalho e até mesmo comprometer a capacidade seladora do cimento, o que gera em longo prazo, o insucesso na obturação.

Çalt & Serper (1999), avaliaram a penetração de diferentes cimentos nos túbulos dentinários após colocação e remoção da medicação intracanal de Ca(OH)_2 . Compararam o efeito de duas técnicas de remoção de pastas de Ca(OH)_2 associadas ao soro fisiológico, com o uso somente de irrigação de NaOCl 5% ou de EDTA 17% seguido pelo NaOCl 5%. Para tal pesquisa foram utilizadas 36 raízes instrumentadas com limas Kerr e preenchidas com a medicação intracanal por uma semana. Após a remoção da medicação pela irrigação com diferentes agentes, as amostras foram obturadas pela técnica de condensação lateral com a variação do cimento (CRCS, AH 26 e Ketac-Endo). Secções longitudinais foram feitas das raízes para análise através da MEV. Os resultados demonstraram que, somente quando se usou a irrigação de EDTA 17% seguida de NaOCl 5% observou-se a completa remoção dos resíduos de Ca(OH)_2 e a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários .

Lambrianidis *et al.* (1999), investigaram se as diferenças na composição das pastas de Ca(OH)_2 influenciariam na eficiência da remoção com três soluções irrigantes. Três pastas de Ca(OH)_2 foram utilizadas: Calxyl, Pulpdent pasta e Ca(OH)_2 PA misturado com água destilada. Dentes unirradiculares humanos foram instrumentados pela técnica Step-back e divididos em três grupos (n=17), em que se variou a composição da pasta de Ca(OH)_2 usada para preenchimento. Decorridos três dias, cada grupo foi subdividido em três subgrupos (n=5), de acordo com o método de remoção da medicação intracanal. O subgrupo I foi irrigado com solução salina, instrumentado com lima 25K e finalizado com solução salina. O subgrupo II passou pelo mesmo método do subgrupo I, mas as irrigações foram realizadas com NaOCl a 3%. E o subgrupo III foi irrigado com NaOCl a 3%, instrumentado com lima 25K e finalizado com irrigação de EDTA 17%. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e fotografados para que a proporção de hidróxido de cálcio contado por área do total da superfície do canal fosse calculada e analisada por um processador de imagens. Observaram que nenhum método testado foi eficiente em remover o medicamento das paredes,

enquanto que a concentração diferente de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nas pastas usadas teve pouca influência na eficácia dos métodos aplicados para removê-los.

Kenee *et al.* (2006), avaliaram a quantidade de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ remanescente nas paredes dos canais radiculares após a remoção da medicação com diferentes técnicas. Doze canais mesiais de molares inferiores com anatomia padronizada foram instrumentados com Profile .04. Em seguida foram segmentados longitudinalmente e separados e “jigs” de acrílico foram confeccionados, a fim de reposicionar as partes seccionadas. Após a instrumentação, os canais foram preenchidos com uma pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Calasept). Quatro técnicas de remoção da medicação foram realizadas, sendo que no primeiro grupo foi usada lima memória e irrigação de NaOCl a 5,25% (5,0 ml). E nos outros grupos foram combinadas a primeira técnica a 2,5 ml de EDTA 17% com a instrumentação rotatória Profile .04 no comprimento de trabalho ou com a utilização do ultrassom (8 a 10 segundos). Os resultados analisados a partir de fotografias digitalizadas das seções longitudinais mostraram que nenhuma técnica removeu todo o $\text{Ca}(\text{OH})_2$. A utilização de instrumentação rotatória ou do ultrassom não apresentou diferenças entre si, mas removeu mais $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do que a técnica que envolveu somente a irrigação e a lima memória. As irrigações não apresentaram resultados diferentes entre si. A adição de instrumento rotatório ou ultrassônico resultou em canais mais limpos.

Lambrianidis *et al.* (2006), compararam a eficiência da remoção de pastas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ associadas a diferentes veículos, usando duas técnicas de remoção da medicação. Sessenta e quatro dentes humanos unirradiculares foram instrumentados na técnica Step-back com limas Hedströen e divididos em três grupos (n=21) de acordo com a medicação usada por 10 dias. O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foi associado com a clorexidina na forma de gel ou solução ou com soro fisiológico. A remoção da medicação intracanal foi realizada com instrumentação (lima memória) e irrigação com NaOCl 1% e EDTA 17%, com ou sem patência do forame apical, com lima 10 Hedströen. Os dentes foram seccionados longitudinalmente para exposição interna do canal, a fim de serem

fotografados. As imagens foram escaneadas e classificadas de 1 a 4, de acordo com os resíduos nos terços do canal. O medicamento foi encontrado em todos os dentes examinados. O Ca(OH)_2 associado à clorexidina gel registrou maior quantidade de resíduos, enquanto que o associado à clorexidina solução apresentou menores resíduos. Assim, nenhuma técnica usada para remover a medicação foi totalmente eficiente e a utilização da patência facilitou a remoção mais efetiva da medicação no terço apical.

Nandini *et al.* (2006), analisaram a eficiência de duas soluções quelantes (EDTA 17% e ácido cítrico) combinadas com agitação ultrassônica, na remoção do Ca(OH)_2 usado como medicação intracanal. Quarenta dentes unirradiculares anteriores foram instrumentados e preenchidos com Metapex (associação do Ca(OH)_2 com óleo de silicone e iodofórmio) ou Ca(OH)_2 PA misturado com água destilada. Após sete dias, a medicação foi removida com uma das soluções quelantes, agitados pelo uso do ultrassom por um minuto. A análise do volume de Ca(OH)_2 que permaneceu nas paredes do canal radicular foi feita através de imagens das amostras, realizadas através da tomografia após a colocação da medicação e após sua remoção. As duas soluções quelantes removeram grande parte do Ca(OH)_2 associado à água destilada, enquanto o Metapex foi melhor removido pelo ácido cítrico. Porém, nenhum dos métodos removeu completamente os resíduos de Ca(OH)_2 das paredes dos canais das amostras. Os resultados demonstraram que o veículo usado na pasta de Ca(OH)_2 é um fator importante quanto à remoção, a considerar que o veículo oleoso é mais difícil de remover que o aquoso.

Van der Sluis *et al.* (2007), determinaram a capacidade de remoção da pasta de Ca(OH)_2 de um sulco artificial padronizado no terço apical, por meio da irrigação passiva com ultrassom. Sessenta pré-molares inferiores foram usados e cada forame apical foi preparado com instrumento GT número 30, taper 0.06. Os dentes foram seccionados longitudinalmente, e em cada metade um sulco de tamanho padronizado foi feito na parede com canal a 2,0-6,0 mm do ápice. Os sulcos foram preenchidos com a medicação de Ca(OH)_2 associado ao veículo aquoso (Ultracanal). O uso dos sulcos foi uma tentativa,

segundo os autores, de simular a situação do Ca(OH)_2 que permanece no canal após a instrumentação. Em seguida, as metades foram reunidas e divididas em três grupos (n=16) para a remoção da medicação, aonde as amostras do G1 foram irrigadas pelo ultrassom com 50 ml de NaOCl 2%; o G2 irrigadas pelo ultrassom usando 50 ml de água e G3 irrigadas com seringa usando 50 ml de NaOCl 2%. O remanescente da medicação no sulco foi quantificado através de imagens feitas das secções longitudinais das raízes, com câmera digital acoplada a um microscópio, antes e após a remoção do Ca(OH)_2 . A quantidade de resíduos de Ca(OH)_2 foi classificada com scores de 0 a 3. O grupo G1 apresentou menor quantidade de resíduos que G2 e G3, mas não houve diferença estatística entre G2 e G3. A irrigação passiva com ultrassom utilizando o NaOCl 2% foi mais eficiente na remoção da medicação dentro dos sulcos artificiais.

Alves-Baldevi (2008), comparou a eficiência de duas técnicas para a remoção do Ca(OH)_2 como medicação intracanal nos terços radiculares. Noventa incisivos inferiores bovinos foram seccionados transversalmente, para permitir a padronização do comprimento da raiz (18,0 mm). Após o preparo do canal, os dentes foram divididos em dois grupos de acordo com a técnica de remoção (n=45): Grupo A - técnica manual de remoção da medicação, Grupo B - técnica manual e aplicação do ultrassom. A medicação intracanal utilizada foi a associação do Ca(OH)_2 à diferentes veículos (n=10), sendo: G1- Soro fisiológico; G2- Ca(OH)_2 PA; G3- Polietilenoglicol; G4-Polietilenoglicol + PMCC e G5- sem medicação (n=5, controle). Os dentes foram armazenados em umidade a 100%. Após sete dias a medicação foi removida e as raízes seccionadas longitudinalmente. A porção interna do canal radicular foi avaliada por meio de imagens fotográficas digitalizadas e os remanescentes quantificados macroscopicamente com software Image Tool 3.00 e foram avaliados e comparados os terços cervical, médio e apical. De acordo com o teste U de Mann-Whitney, só houve diferença estatística significativa quando se comparou o Ca(OH)_2 associado ao soro, uma vez que foi mais efetiva a sua remoção ao se empregar a técnica manual com o auxílio do ultrassom. Com

relação aos terços avaliados, não houve diferença estatística significativa entre eles, quanto à impregnação do remanescente da medicação nas paredes do canal. Quanto aos veículos utilizados, observou-se a maior impregnação da medicação quando se usou o Ca(OH)_2 com o Polietilenoglicol + PMCC e a menor quando o Ca(OH)_2 foi associado ao soro fisiológico. Nenhuma das técnicas removeu completamente o Ca(OH)_2 das paredes da canal radicular.

Manna (2008), quantificou o Ca(OH)_2 remanescente nos três terços do canal radicular, após a remoção da medicação. Quarenta e cinco dentes bovinos unirradiculares após a remoção de suas coroas foram preparados biomecanicamente e receberam medicação intracanal. A amostra foi dividida em grupos ($n=10$) de acordo com o veículo associado ao Ca(OH)_2 na medicação: soro fisiológico, Polietilenoglicol com (Calen PMCC) ou sem PMCC (Calen). Após o período de sete dias a medicação foi removida, sob a ação mecânica da lima memória associada à irrigação de soro fisiológico, até que o refluxo da solução irrigante se apresentasse límpida. As raízes foram seccionadas longitudinalmente, fotografadas e as imagens digitalizadas foram usadas para quantificação macroscópica dos resíduos de Ca(OH)_2 com o auxílio do software Image Tool 3.00. Os resultados apresentaram diferença estatística entre os terços quando o Ca(OH)_2 foi associado ao soro fisiológico, no que os maiores valores encontrados no terço apical e os menores no terço cervical. Com relação aos demais veículos, somente o Polietilenoglicol com o PMCC mostrou diferença estatística entre o terço cervical e o apical, cujos valores foram mais elevados no terço apical. Todos os canais apresentaram remanescentes de Ca(OH)_2 em seu interior após a remoção da medicação, independente do veículo utilizado.

Salgado *et al.* (2009), avaliaram a eficiência da limpeza da medicação de Ca(OH)_2 do canal radicular por meio da análise pela MEV. Cinquenta e quatro pré-molares unirradiculares após a instrumentação, foram preenchidos com pasta de Ca(OH)_2 associado à solução anestésica (Lidocaína 1%) pelo período de 36 horas. Para a remoção da medicação as amostras foram divididas em cinco grupos ($n=10$), de acordo com a solução usada

(NaOCl 0,5%, EDTA-C, ácido cítrico 15%, EDTA-T 17%) e no último grupo, foi feita a limpeza do canal com instrumento memória, seguido de irrigação com NaOCl associado à ENDO PTC e EDTA-T. Secções longitudinais foram feitas das raízes para a análise através da MEV por cinco diferentes examinadores. Os resultados mostraram que o terço apical apresentou a maior quantidade de resíduos de Ca(OH)_2 em todos os grupos. O grupo que recebeu somente irrigação de NaOCl 0,5% apresentou os piores resultados, enquanto o último grupo em que as soluções irrigantes foram todas associadas e no qual se usou a lima memória, teve os melhores resultados. Mas, como nos estudos anteriores, nenhuma das técnicas removeu completamente a medicação intracanal das paredes dos canais radiculares.

2.2. Hidróxido de cálcio avaliado em estudos de infiltração

Weisenseel *et al.* (1987), compararam a infiltração em dentes com ápice aberto obturados, com ou sem o uso prévio de tampão apical de Ca(OH)_2 . Quarenta e quatro dentes unirradiculares tiveram seus ápices abertos mecanicamente e foram divididos em dois grupos, em que se variou o uso ou não de um tampão apical de Ca(OH)_2 previamente à obturação. Após 48 horas, foram imersos em corante azul de metileno a 2% por dois dias, sendo em seguida seccionados longitudinalmente para análise. Os resultados da quantificação da penetração do corante, mostraram que as amostras com tampões de Ca(OH)_2 demonstraram infiltrações significativamente menores que o outro grupo, sem tampões. Os autores concluíram que o tampão de Ca(OH)_2 promove barreira efetiva para a guta-percha e o cimento condensados, o que melhora o selamento do canal radicular em dentes com ápice aberto.

Porkaew *et al.* (1990), avaliaram a infiltração apical em dentes obturados após o uso de medicação intracanal com Ca(OH)_2 . Empregaram 66 dentes humanos unirradiculares, divididos aleatoriamente em quatro grupos ($n=18$). Três grupos foram medicados com pastas com Ca(OH)_2 , em diferentes veículos e ingredientes (soro fisiológico, iodofórmio, óleo de silicone). Após

uma semana, a medicação foi removida com lima acima da lima memória empregada no ápice associada com irrigação de NaOCl 5,25%. Um dente de cada grupo foi examinado ao MEV e os demais obturados com cimento à base óxido de zinco e eugenol (Grossman) pela técnica de condensação lateral. Em seguida, as amostras foram imersas em azul de metileno a 2%, onde permaneceram por duas semanas. Os dentes foram seccionados longitudinalmente para posterior análise linear da infiltração do corante. A avaliação do volume de corante infiltrado foi realizada após a diluição de todas as raízes dos três grupos em ácido nítrico a 50% por 48 horas. Observaram-se as infiltrações lineares e volumétricas e os maiores valores foram encontrados nas amostras que não receberam medicação intracanal, enquanto nos três grupos que receberam a medicação a infiltração de corante foi similar. Isto levou os autores a afirmarem que os diferentes veículos e ingredientes nas pastas com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ testadas não fizeram diferença na infiltração apical; além disso, a utilização de instrumento mais calibroso do que o último empregado na instrumentação, não foi suficiente para remover totalmente o curativo de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Holland *et al.* (1993), analisaram os diferentes procedimentos para remoção do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ usado como medicação intracanal no interior dos canais radiculares, através da infiltração marginal com corante. Assim, oitenta dentes foram preparados biomecanicamente, dos quais receberam ou não o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ associado à água destilada por uma semana. A medicação foi removida por diferentes procedimentos, com o uso da lima memória ou de mais duas limas com diâmetro maior para ampliar a luz do canal radicular, em associação com a irrigação de NaOCl 1% e/ou EDTA. Em seguida, os dentes foram obturados com cimento à base OZE pela técnica de condensação lateral e, após 24 horas, imersos em azul de metileno a 2% em ambiente a vácuo. Decorridas mais 24 horas, os dentes foram seccionados longitudinalmente e as infiltrações marginais avaliadas e submetidas à análise estatística. Os resultados obtidos demonstraram que o emprego do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ antes da obturação, determina menor infiltração marginal, independente do procedimento usado para sua

remoção. Segundo os autores, isso determina significativa melhora na qualidade do selamento marginal da obturação do canal radicular.

Holland & Murata (1993), consideraram o crescente emprego do Ca(OH)_2 como medicação intracanal e realizaram um estudo para avaliar seu efeito no selamento marginal após a obturação dos canais. Foram empregados cem dentes humanos unirradiculares, os quais tiveram suas coroas removidas e os canais radiculares instrumentados. Destes, 60 raízes foram divididas em três grupos que receberam medicação intracanal de Ca(OH)_2 , associada a dois veículos hidrossolúveis e um não-hidrossolúvel. Decorridos sete dias, a medicação foi removida e os canais obturados pela técnica de condensação lateral, com variação do tipo de cimento à base de OZE ou de Ca(OH)_2 . Os dentes que não receberam a medicação foram obturados da mesma forma que os outros grupos. Todas as amostras foram imersas em azul de metileno a 2%, em ambiente a vácuo, onde permaneceram por 12 horas. Os resultados encontrados após a análise estatística demonstraram que o emprego do Ca(OH)_2 como medicação gerou diminuição na infiltração marginal dos dentes obturados com cimento à base de OZE. O mesmo não ocorreu com os dentes obturados com cimento à base de Ca(OH)_2 (Sealapex). Quando se comparou os cimentos, os maiores valores de infiltração do corante foram apresentados pelas amostras em que se usou o cimento à base de OZE. Os autores observaram que não houve diferenças significativas entre os grupos que receberam o Ca(OH)_2 associados a diferentes veículos (soro fisiológico, propilenoglicol ou glicerina). Tal observação os levou a afirmarem que as diferentes formulações da medicação de Ca(OH)_2 pareceram não influenciar nos resultados da infiltração pelo corante.

Holland *et al.* (1995a), estudaram se o uso do Ca(OH)_2 , como curativo de demora, determina melhora na qualidade seladora da obturação do canal em curto e médio prazos. Foram instrumentadas cento e quarenta raízes de dentes humanos, para colocação de medicação intracanal de Ca(OH)_2 associado à água destilada em metade das amostras. Após uma semana a medicação foi removida com o auxílio de lima Kerr e irrigação de NaOCl a 1%.

Todas as amostras, inclusive as que não receberam o curativo, foram obturadas pela técnica de condensação lateral com variação do cimento (FillCanal, AH 26 e Apexit). Divididas em dois grupos após 24 horas da obturação, metade das raízes foram imersas em corante azul de metileno a 2% em ambiente a vácuo. A outra metade destas raízes, após armazenamento em ambiente com água e temperatura de 37°C por trinta dias, também foi imersa no corante. Decorrido o período de 12 horas no corante, as amostras foram seccionadas ao meio longitudinalmente para observação em lupa estereoscópica. Os maiores valores de infiltração foram encontrados com o cimento à base de óxido de zinco e eugenol (FillCanal) e os menores com o cimento à base de Ca(OH)_2 (Apexit), independente do uso ou não do Ca(OH)_2 . Os grupos que receberam a medicação intracanal apresentaram menor infiltração do que os grupos que não receberam nos dois períodos, em curto e médio prazo. Quanto à diferença de infiltração entre os períodos, os maiores resultados foram encontrados após trinta dias. A conclusão dos autores foi que o emprego do curativo de demora com Ca(OH)_2 determina melhor selamento marginal e que esse efeito é mantido em médio prazo (30 dias).

Holland *et al.* (1995b), analisaram a infiltração apical de dentes obturados pela técnica de condensação lateral após o uso de medicação intracanal de Ca(OH)_2 . Cento e vinte dentes unirradiculares humanos foram instrumentados até a lima 40K, e metade deles receberam medicação intracanal de Ca(OH)_2 associado ao propilenoglicol. Passados três dias, a amostra foi dividida em seis grupos (n=10) para remoção da medicação, por meio de diferentes procedimentos. O Ca(OH)_2 foi removido com o uso de irrigação de água destilada e limas Kerr, com variação de diâmetro da lima 40 até a 70, ou seja, até cinco limas de diâmetro acima da lima memória. O mesmo preparo biomecânico com variação do diâmetro da lima no ápice, foi realizado nos dentes que não receberam medicação intracanal. Todas as amostras foram obturadas com cimento à base de OZE e imersas em azul de metileno a 2% em ambiente a vácuo por 24 horas. A infiltração foi analisada por meio das secções longitudinais dos dentes e os resultados demonstraram

menores valores de penetração do corante nos dentes que receberam a medicação prévia à obturação. Além disso, a utilização de instrumentos mais calibrosos do que o último empregado na instrumentação não foi efetivo na remoção do Ca(OH)_2 .

Holland *et al.* (1996), avaliaram se o uso de cones de guta-percha com Ca(OH)_2 na ponta promove redução na infiltração apical. Cento e dez raízes de dentes unirradiculares foram preparadas biomecanicamente e trinta delas receberam medicação intracanal de Ca(OH)_2 associada ao propilenoglicol. Após uma semana, a medicação foi removida e todos os dentes, inclusive os que não receberam a medicação, foram obturados pela técnica de condensação lateral com variação do cimento (Endomethasone, Grossman e OZE) e o tipo do cone de guta-percha (convencional ou com Ca(OH)_2). A imersão no corante azul de metileno a 2% foi feita em ambiente a vácuo por 24 horas, e os dentes foram então seccionados longitudinalmente para análise da infiltração. Os maiores valores de infiltração de corante foram encontrados nos grupos que não receberam Ca(OH)_2 seja na forma de medicação ou associado ao cone de guta-percha. Diante dos resultados os autores concluíram que os cones de guta-percha com Ca(OH)_2 , melhoram a qualidade do selamento apical das obturações.

Kontakiotis *et al.* (1997), realizaram estudo empregando método de infiltração diferente na tentativa de reproduzir os resultados encontrados por Holland *et al.* em 1995. Os autores usaram o método de infiltração de corante e o modelo de transporte de fluido, para medir a infiltração de canais obturados com ou sem o uso prévio de medicação intracanal. Oitenta segmentos de raízes de dentes unirradiculares após a instrumentação foram divididos em dois grupos (n=40), em que se preencheu ou não com medicação de Ca(OH)_2 associada a água destilada. Passados quinze dias, removeu-se a medicação e os dentes dos dois grupos foram obturados pela técnica de condensação lateral com cimento à base de OZE (Tubli-Seal). Vinte raízes de cada grupo tiveram a infiltração medida com o modelo de transporte de fluido nos períodos de 24 horas, e em 2, 4, 8 e 16 semanas após a obturação. Enquanto, as outras

vinte raízes foram imersas em solução azul de metileno a 1% por 48 horas. Essas amostras foram seccionadas longitudinalmente para análise da infiltração e os resultados não demonstraram correlação entre os dois métodos usados. Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais somente quando se empregou o método de infiltração de corante. Neste método os menores valores de infiltração foram encontrados nos grupos em que se usou previamente a medicação com Ca(OH)_2 . Os autores sugeriram que esses baixos valores de penetração do azul de metileno, podem ser explicados pela incompatibilidade deste corante com substâncias alcalinas, como o Ca(OH)_2 , que podem promover sua descoloração.

Wu *et al.* (1998), realizaram estudo para observar a estabilidade da cor do azul de metileno a 1% em contato com diferentes materiais obturadores. Os materiais testados foram: amálgama, Ca(OH)_2 associado ao soro fisiológico, cimento à base OZE, MTA, ionômero de vidro (Fuji II) e cimento provisório à base de OZE e sulfato de cálcio (Cavit). Foram empregados tubos de silicone e raízes dentes unirradiculares, ambos com tamanho padronizado de 10,0 mm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro interno. Os materiais foram colocados no interior dos tubos e das raízes, e após 48 horas, imersos em corante azul de metileno. A densidade óptica da solução corante foi medida antes da imersão, e em 24, 48 e 72 horas após a imersão. O azul de metileno sofreu descoloração em todos os intervalos de tempo testados, para todos os materiais nos tubos e nas raízes, exceto para o Fuji II. Já no período de 24 horas, no grupo do Ca(OH)_2 a densidade óptica da solução corante diminuiu em 73% nos tubos de silicone. A conclusão diante dos resultados foi a de que o azul de metileno pode ser descolorido por alguns materiais obturadores, o que pode gerar resultados não confiáveis nos estudos de infiltração quando essa solução corante é utilizada.

Çaliskan *et al.* (1998), compararam o efeito de duas pastas à base de Ca(OH)_2 usadas como curativo na habilidade de selamento de dois diferentes cimentos obturadores. Após a instrumentação, oitenta e oito raízes

foram divididas em seis grupos (n=10), dos quais quatro foram preenchidos com pasta de Ca(OH)₂ associada a água ou glicerina. Após quinze dias, a medicação intracanal foi removida e todas as amostras dos seis grupos foram obturadas pela técnica de condensação lateral com cimento à base de Ca(OH)₂ (CRCS) ou de OZE (Diaket). A imersão no corante tinta nanquim foi realizada em ambiente a vácuo por sete dias, e a quantidade de infiltração foi analisada através de cortes longitudinais. Vinte raízes serviram como grupos controle e as oito raízes restantes, receberam a medicação de Ca(OH)₂ com os dois diferentes veículos para análise no MEV. As infiltrações médias mostraram que a pasta de Ca(OH)₂ com água foi mais efetiva que a associação com glicerina na redução da infiltração apical quando o cimento à base de OZE foi utilizado. Entretanto, não houve influência de nenhuma das pastas na obturação quando se usou o cimento à base de Ca(OH)₂. Os resultados indicaram, que a presença de resíduos de Ca(OH)₂ não é o único fator na redução da infiltração apical, pois o tipo de cimento usado também é importante.

Moraes *et al.* (2000), avaliaram a influência do curativo de Ca(OH)₂ na marcação da infiltração do corante azul de metileno a 2% em canais obturados com cimentos à base de OZE ou pasta de Ca(OH)₂. Empregou-se 188 raízes de dentes unirradiculares, que após a instrumentação foram divididos em grupos de acordo com o uso ou não do EDTA antes e/ou após a colocação da medicação intracanal. O Ca(OH)₂ associado ao propilenoglicol foi removido após quinze dias nos grupos que receberam a medicação. Em seguida, todos os grupos foram obturados pela técnica de condensação lateral com guta-percha associada ao cimento à base de OZE ou à pasta de Ca(OH)₂ associado ao propilenoglicol. Imediatamente após a obturação, foi realizada a imersão das amostras na solução de azul de metileno a 2% durante 72 horas. As infiltrações foram medidas nos secções longitudinais das amostras com o emprego de microscópio óptico com ocular micrométrica. Os resultados demonstraram que o Ca(OH)₂ tanto na forma de medicação quanto de pasta obturadora interferiu na marcação da infiltração marginal, diminuindo sua magnitude. É interessante ressaltar que os grupos obturados com a pasta de

Ca(OH)₂ e guta-percha apresentaram menores valores de infiltração pelo corante do que três dos quatro grupos obturados com o cimento à base de OZE, independente do uso ou não de medicação intracanal.

Kim & Kim (2002), examinaram a influência do Ca(OH)₂ usado como medicação intracanal e de duas técnicas para sua remoção, na capacidade de selamento da obturação. Foram empregadas 81 raízes com configuração similar, seccionadas de molares inferiores, divididas em três grupos (n=25). Dois grupos receberam medicação intracanal de Ca(OH)₂ associado a água destilada por sete dias. A remoção da medicação foi feita através de duas técnicas variando a irrigação com NaOCl a 2,5% e/ou EDTA 15% e usando somente a lima memória ou lima de diâmetro maior que a lima memória. As amostras dos três grupos foram obturadas pela técnica de condensação lateral com cimento à base de OZE (Tubli-Seal) e em seguida imersas em corante tinta nanquim durante quatorze dias. A análise da infiltração do corante foi feita através das secções transversais realizadas dos últimos 5,0 mm das raízes. Os resultados demonstraram que os grupos que receberam o Ca(OH)₂ apresentaram infiltração significativamente maior que o grupo controle. Mas entre os grupos que receberam a medicação não houve diferença estatística na infiltração, independente do método de remoção do Ca(OH)₂.

Goldberg *et al.* (2002), avaliaram a influência do Ca(OH)₂ na obturação de canais laterais simulados, nos três terços do canal radicular. Foram utilizados vinte dentes unirradiculares que, após a instrumentação tiveram canais laterais confeccionados nas faces mesial e distal, um em cada terço do canal, no total de seis em cada amostra. Metade das amostras recebeu medicação intracanal de Ca(OH)₂ por sete dias e após a remoção com a lima memória e irrigação de NaOCl 2,5%, foram obturados juntamente com os outros dentes com cimento resinoso (AH 26) e guta-percha termoplastificada (Ultrafill). Todos os dentes foram radiografados e os resultados mostraram que os dentes do grupo que não receberam o Ca(OH)₂ apresentaram maior número de canais laterais obturados. Os autores concluíram que os resíduos de

Ca(OH)₂ podem bloquear as entradas dos canais laterais, ao reduzir ou impedir a penetração do cimento ou guta-percha dentro deles.

Hosoya *et al.* (2004), realizaram um estudo *in vitro* para determinar os efeitos dos vários tipos de resíduos de Ca(OH)₂ dentro do canal radicular nas propriedades físicas e na habilidade de selamento de diferentes cimentos endodônticos. O experimento foi dividido em duas partes: na primeira, vinte raízes de dentes unirradiculares foram instrumentadas e receberam pastas de Ca(OH)₂ com diferentes veículos (água destilada, silicone e propilenoglicol). Passadas duas semanas, a medicação intracanal foi removida com lima memória e irrigação alternada de NaOCl 5% e H₂O₂ 3%, e em seguida as raízes foram seccionadas longitudinalmente para observação. Na segunda parte, cem raízes foram instrumentadas com limas Kerr e oitenta destas receberam as diferentes pastas de Ca(OH)₂ usadas na primeira parte do experimento, e removidas da mesma forma. Todas as cem raízes foram obturadas pela técnica de condensação lateral com variação do tipo de cimento: à base de óxido de zinco com eugenol (Canals) ou sem (Canals-N), à base de ionômero de vidro (Ketac-Endo) ou de Ca(OH)₂ (Sealapex). As amostras foram imersas em corante tinta nanquim por quatro semanas e em seguida diafanizadas. Os resultados da análise dos resíduos de Ca(OH)₂ do primeiro experimento, demonstraram que a maior quantidade de resíduos no terço apical foi encontrada quando se associou o Ca(OH)₂ com silicone. No segundo experimento, as pastas de Ca(OH)₂ influenciaram nas propriedades físicas dos cimentos, ao diminuir a viscosidade, o tempo de trabalho e o tempo de presa de todos os cimentos testados. Quanto à análise da infiltração do corante, os menores valores foram encontrados quando se usou o cimento à base de Ca(OH)₂ na obturação de todos os grupos que receberam a medicação intracanal. Os autores consideraram que o contato com o Ca(OH)₂ mudou a habilidade de selamento dos cimentos; porém, a melhoria de selamento observada não pode ser interpretada como um resultado relevante clinicamente.

Holland *et al.* (2004), estudaram se a diminuição na quantidade de Ca(OH)_2 na formulação de cones de guta-percha influenciaria na infiltração de dentes obturados com este tipo de cone. Em 1996, Holland *et al.* avaliaram a infiltração de cones de guta-percha com Ca(OH)_2 , e após realizarem a modificação na quantidade de Ca(OH)_2 para estarem dentro das especificações da nova ISO 6877, realizaram este novo estudo. Cinquenta raízes humanas unirradiculares foram instrumentadas e obturadas pela técnica de condensação lateral com cimento à base de OZE com variação do tipo de cone de guta-percha principal e acessórios, com ou sem Ca(OH)_2 na formulação. A imersão no corante azul de metileno a 2% em ambiente a vácuo durou 24 horas e em seguida, as amostras foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual para análise da infiltração. Os menores valores de infiltração do corante foram observados nos dentes obturados com cones principal e acessórios de guta-percha contendo Ca(OH)_2 . Diante desses resultados os autores concluíram que os cones com Ca(OH)_2 tornaram as obturações mais herméticas.

Moraes *et al.* (2005), verificaram a influência da medicação intracanal de Ca(OH)_2 sobre a capacidade de dois corantes em marcar a dentina, quando incorporados ao cimento obturador. Quarenta raízes de pré-molares inferiores foram instrumentadas e metade delas recebeu medicação intracanal de Ca(OH)_2 associado ao propilenoglicol. Decorridos quinze dias, a medicação foi removida e as quarenta amostras foram obturadas pela técnica de condensação lateral e cimento à base de OZE. Antes da obturação, os corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% foram incorporados ao cimento durante a espatulação. As raízes foram seccionadas transversalmente, após quinze dias, nos três terços do canal radicular para análise da possível infiltração do corante. Os resultados demonstraram menor marcação do corante no grupo que recebeu medicação e foi infiltrado com o azul de metileno. Entretanto, não houve diferença estatística entre os grupos que receberam ou não a medicação e foram infiltrados com a Rodamina B.

Concluiu-se que o Ca(OH)_2 interfere negativamente na capacidade marcadora do azul de metileno, ao reduzi-la consideravelmente.

Brandão (2005), avaliou se o curativo de Ca(OH)_2 apresenta influência no selamento de obturações de canais. Setenta raízes após a instrumentação foram divididas em dois grupos, um dos quais recebeu medicação de Ca(OH)_2 associada ao propilenoglicol por quinze dias. A remoção da medicação foi feita com irrigação abundante de soro fisiológico e limagem discreta com lima memória. Em seguida, todas as amostras, as que receberam ou não o Ca(OH)_2 , foram obturadas pela técnica de condensação lateral e cimento à base de OZE. A infiltração marginal foi avaliada, primeiramente, com o sistema de transporte de fluido e, posteriormente, as mesmas raízes foram imersas em corante, metade delas em Rodamina B a 0,2% e a outra metade em azul de metileno a 0,5%, ambas pelo período de 72 horas. A análise da infiltração dos corantes foi feita por meio de fotografias digitalizadas das secções longitudinais das amostras. Os resultados obtidos mostraram que, tanto no sistema de transporte de fluido, como na utilização da Rodamina B, o curativo de Ca(OH)_2 não teve qualquer influência no selamento apical das obturações. Todavia, os resultados foram diferentes quando a marcação foi feita com azul de metileno. Os menores valores de infiltração ocorreram nos grupos que receberam o curativo de Ca(OH)_2 . Os autores concluíram que o Ca(OH)_2 não melhora a capacidade de selamento das obturações, mas que pode ter apresentado alguma interação química com o azul de metileno, o que deve ter promovido sua descoloração e resultou, portanto, em dados pouco confiáveis.

Contardo *et al.* (2007), investigaram a influência do Ca(OH)_2 usado como medicação intracanal na qualidade de selamento apical de dois diferentes cimentos. A hipótese dos autores foi a de que o Ca(OH)_2 afetaria o selamento apical dos cimentos testados: um à base de silicone (RoekoSeal) e o outro à base de resina dual (Scotchbond MP + C&B Cement). Oitenta canais de incisivos superiores, com comprimento e diâmetro apical padronizados, foram instrumentados com limas rotatórias (GT Rotary NiTi) e divididos em

quatro grupos (n=20). Dois grupos receberam medicação intracanal de Ca(OH)_2 associado a água destilada por sete dias e em seguida removida com a lima memória e irrigação de NaOCl 5,25%. A remoção do Ca(OH)_2 foi repetida até que não fosse observado nenhum resíduo de medicação pelo microscópio. Os dentes dos quatro grupos foram obturados com guta-percha termoplastificada (System B) com variação do tipo de cimento. Passadas 48 horas, as amostras foram imersas em tinta nanquim por dois dias e posteriormente diafanizadas para mensuração da penetração do corante. Os grupos que receberam a medicação de Ca(OH)_2 mostraram maior infiltração do que os que não receberam, independente do tipo de cimento usado. Diante desses resultados, os autores concluíram que o Ca(OH)_2 interfere na habilidade de selamento dos dois cimentos usados, aumentando a infiltração apical, devido à presença de seus debrís ao longo das paredes do canal radicular.

Kontakiotis *et al.* (2008), conduziram estudo *in vitro* para determinar a influência em curto e em longo prazo do uso do Ca(OH)_2 e da clorexidina associados ou sozinhos, na habilidade de selamento de canais obturados. Noventa dentes unirradiculares humanos foram instrumentados, após a remoção de suas coroas, com limas Kerr e brocas Gates-Glidden. Em seguida, foram divididos em quatro grupos experimentais (n=20), nos quais as amostras de três grupos receberam medicação intracanal de Ca(OH)_2 e clorexidina a 2%, usados sozinhos ou em associação. O último grupo foi obturado com cimento resinoso (AH 26) pela técnica de condensação lateral, imediatamente após a instrumentação. A medicação intracanal foi removida após o período de quatorze dias através de irrigação com NaOCl a 2,5 % e EDTA a 17% e limpeza com o auxílio da lima memória. As raízes foram obturadas da mesma forma que o grupo que não recebeu a medicação e armazenadas durante 48 horas em ambiente a 37°C e 100% de umidade. Decorrido esse período todos os grupos, passaram pelo teste de transporte de fluido após três horas e após seis meses da obturação. Não houve diferença estatística entre os grupos em termos de infiltração, quando se realizou o teste em curto ou longo prazo (seis

meses). Os autores puderam concluir que nenhuma das medicações usadas antes da obturação do canal radicular pareceu afetar negativamente em curto ou longo prazo a habilidade de selamento dos canais obturados.

2.3. Influência do hidróxido de cálcio como medicação nos cimentos endodônticos

Chung *et al.* (2001), avaliaram a resistência de união de cimentos à base de ionômero de vidro na dentina exposta a medicação intracanal. Cento e vinte câmaras coronárias de dentes bovinos anteriores foram limpas com hipoclorito de sódio a 2,6% por 30 segundos, para colocação das medicações que permaneceram por sete dias. Para isso foram divididos em quatro grupos (n=30), em que se variaram a medicação, Ca(OH)₂, clorexidina a 0,12% e formocresol e o tipo de cimento à base de ionômero de vidro (Ketac-Endo, KT 308 e ZUT) aplicado posteriormente sobre a dentina. Após 48 horas da colocação dos cimentos, as amostras passaram pelo teste de cisalhamento para ver a resistência de união. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos quando se usou como medicação a clorexidina e no grupo controle com água destilada. Porém, nos grupos em que se usou o Ca(OH)₂ e o formocresol, o cimento Ketac-Endo apresentou a menor resistência de união. O Ca(OH)₂ e o formocresol enfraqueceram significativamente a aderência do Keta-Endo à parede da dentina.

Wang *et al.* (2006), realizaram estudo para determinar a influência da medicação intracanal de Ca(OH)₂ na habilidade de selamento dos canais obturados com o sistema Resilon. Quarenta e sete raízes unirradiculares foram instrumentadas (Profile Serie 29.04) e divididas em três grupos (n=15), dos quais dois receberam medicação intracanal de Ca(OH)₂ associado à clorexidina a 2% por sete dias. Após a remoção da pasta de Ca(OH)₂ com o uso de lima ou ultrassom e irrigação de EDTA 17%, as amostras foram obturadas com os cones de resina e cimento Epiphany do sistema Resilon. O teste de infiltração bacteriológica foi feito pelo período de 30 dias com o *Streptococcus mutans*. Os resultados não apresentaram diferença estatística

significativa entre os grupos que receberam a medicação intracanal e o grupo controle, que não recebeu. Não houve também diferença na infiltração nos grupos em que o Ca(OH)_2 foi removido com lima ou pelo ultrassom. Frente aos resultados deste estudo, o Ca(OH)_2 como medicação intracanal não afetou negativamente o selamento apical do canal radicular obturado pelo sistema Resilon.

Barbizam *et al.* (2008), avaliaram a resistência de união do cimento resinoso Epiphany às paredes de dentina após o uso de curativo de Ca(OH)_2 . Foram instrumentadas quinze raízes de dentes humanos, com limas rotatórias de Níquel-Titânio (Race) e divididas em três grupos (n=5) para receberem medicação intracanal. Dois grupos receberam Ca(OH)_2 associado à solução salina ou clorexidina gel a 2% e o grupo controle foi preenchido somente com solução salina. Passados dez dias, a medicação foi removida com o uso de lima rotatória e irrigação com solução salina. As raízes de todos os grupos foram obturadas somente com o cimento resinoso (Epiphany) e após 48 horas seccionadas transversalmente em discos de 2,0 mm de espessura. Os testes de resistência de união (push-out) realizados em máquina de ensaio mecânico, apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre os dois grupos que receberam o Ca(OH)_2 . Entretanto, estes dois grupos apresentaram significativo decréscimo nos valores de resistência de união quando comparados ao grupo controle. O uso do Ca(OH)_2 como medicação intracanal diminuiu a adesão do cimento Epiphany às paredes dos canais radiculares, embora os valores de resistência à união estejam dentro das médias aceitáveis encontradas na literatura.

2.4. O uso de dentes bovinos como amostras experimentais

Camargo *et al.* (2006), compararam o pH e a liberação de íon cálcio após o uso de pastas de Ca(OH)_2 com diferentes veículos em dentes bovinos e dentes humanos. Quarenta e seis dentes humanos e o mesmo número de dentes bovinos foram instrumentados, após a remoção de suas coroas. As raízes foram divididas em quatro grupos de acordo com o tipo de veículo

associado ao Ca(OH)_2 (detergente, soro fisiológico, propilenoglicol). Decorridos sete e quatorze dias, o pH e os íons de cálcio foram mensurados. Os resultados demonstraram não haver diferença estatística entre os dentes bovinos e os dentes humanos na análise de pH em todos os grupos. Com relação à liberação dos íons cálcio, os dentes bovinos apresentaram estatisticamente maior liberação que os dentes humanos. Segundo os autores, isso ocorreu provavelmente devido ao maior calibre dos túbulos dentinários dos dentes incisivos bovinos usados no estudo em relação aos pré-molares humanos. A conclusão foi de que é possível usar os dentes bovinos para estudos relacionados ao Ca(OH)_2 .

Camargo *et al.* (2007), realizaram um estudo para avaliar o número e diâmetro dos túbulos dentinários nos três terços dos canais radiculares de dentes bovinos e humanos. A proposta foi estabelecer possíveis parâmetros para o uso de dentes bovinos no lugar de dentes humanos na pesquisa científica. Os dentes tiveram as coroas e o tecido pulpar removidos para limpeza das paredes do canal radicular com limas Hedström e ultrassom, e então seccionados longitudinalmente. Após a análise na MEV das seções encontraram como resultados que, quanto ao diâmetro dos túbulos não foi encontrada diferença estatística entre os dentes dos dois espécimes estudados. Quanto ao número dos túbulos dentinários, os dentes bovinos apresentaram um número significativamente maior que os dentes humanos.

2.5. Estudos de infiltração relevantes para a metodologia da presente pesquisa

Matloff *et al.* (1982), compararam em estudo *in vitro*, diferentes métodos usados para avaliar a infiltração marginal de canais radiculares obturados com o emprego do corante azul de metileno e três tipos de radioisótopos. Sessenta e três dentes unirradiculares sem a coroa foram instrumentados com lima Kerr e obturados pela técnica de condensação lateral com cimento à base de OZE (Roth Type 801). No momento da infiltração, as raízes foram divididas em três grupos (n=20), para serem imersas em soluções

com azul de metileno associado a um dos três tipos de isótopos radioativos. Decorrido o período de 48 horas, as raízes foram seccionadas longitudinalmente para avaliação da penetração dos marcadores. Os resultados demonstraram que a maior penetração ocorreu com o corante azul de metileno.

Goldman *et al.* (1989), propuseram determinar, se a remoção do ar aprisionado no interior do canal radicular obturado ou não, poderia estabelecer resultados mais significativos em um método de infiltração de corante. O estudo foi dividido em duas partes, com um total de 110 dentes unirradiculares. Na primeira parte foram instrumentados noventa dentes, subdivididos em mais seis grupos (n=15), onde se variou a posição da amostra dentro do corante e o uso ou não do vácuo prévio à imersão. Após a imersão no corante violeta cristal a 1% durante 3 horas, os dentes foram seccionados longitudinalmente ao meio. Outros vinte dentes foram instrumentados e obturados na segunda parte do estudo, para posterior imersão no mesmo corante e pelo mesmo período usado na primeira etapa. Houve a divisão dos dentes em dois grupos (n=10), em que metade deles passou pelo ambiente a vácuo por 10 minutos antes da colocação no corante e a outra metade foi infiltrada de forma passiva. Com o objetivo de ver se os resultados seriam diferentes, mais uma variável foi incluída nessa segunda parte do estudo. Um defeito na obturação foi confeccionado através da colocação de um fio ortodôntico (com diâmetro equivalente a lima nº 10K) no forame dos canais antes da condensação dos cones de guta-percha. Esse fio foi removido 72 horas após a obturação com condensação lateral e cimento à base de OZE (Roth Sealer). A quantificação do corante foi feita como na primeira parte utilizando as duas secções longitudinais obtidas de cada dente. Os resultados demonstraram que a maior infiltração do corante ocorreu com as amostras na posição horizontal, quando a infiltração foi passiva. Com relação ao uso ou não do vácuo, os dentes que passaram previamente no ambiente a vácuo, apresentaram penetração do corante em todo seu comprimento. Os autores baseados nos resultados

sugeriram que a remoção do ar aprisionado no canal radicular antes de estudos em que se usa corante, pode ser significativa em laboratório.

Pollard *et al.* (1990), testaram a influência do tempo decorrido pós-obturação para imersão de dentes na soluço marcadora da infiltra o. O estudo utilizou sessenta dentes caninos humanos que foram instrumentados e obturados pela técnica de condensac o lateral com cimento   base de OZE (Roth 801). As amostras foram divididas em três grupos (n=20) para a imersão no corante tinta nanquim, com varia o do intervalo de tempo entre a obtura o e a imersão: imediato, após 24 horas ou sete dias. Todos os dentes permaneceram durante sete dias no corante, para serem em seguida diafanizados e analisados com o auxílio de um estereomicroscópio. Após os resultados serem tabulados e analisados estatisticamente, constatou-se que não houve diferença na infiltra o entre os grupos. Isto levou os autores a deduzirem que, o tempo entre a obtura o e a imersão em corante não   crítico.

Limkangwalmongkol *et al.* (1991), realizaram estudo de infiltra o apical para avaliar a habilidade de selamento de quatro cimentos obturadores: dois   base de hidróxido de cálcio (Apexit e Sealapex), um   base de óxido de zinco de eugenol (Tubli-Seal) e um   base de resina (AH 26). Cento e vinte e cinco dentes unirradiculares com um único canal foram instrumentados após a remo o de suas coroas e obturados pela técnica de condensac o lateral. Antes da obtura o, foram divididos em quatro grupos (n=25), com varia o do cimento associado   guta-percha, e mais um grupo controle, no qual não houve a coloca o de cimento. Passado o período de 1 a 3 semanas, todas as raízes foram imersas no corante azul de metileno a 2% e centrifugadas durante 3 minutos. Em seguida, foram lavadas para a remo o do corante e incluídas em resina epóxica, para pudessem ser cortadas em sec oes transversais de 0,5 mm de espessura a partir do ápice. Após a análise da penetra o do azul de metileno em todas as amostras, os resultados demonstraram o melhor selamento nas raízes obturadas com o cimento resinoso. Diante desse resultado, os autores questionaram a eficácia dos cimentos   base de Ca(OH)₂

no aumento da habilidade de selamento e o motivo do uso desses cimentos; uma vez que os efeitos de reparo e calcificação gerados pelo Ca(OH)_2 são desejáveis de ocorrerem antes da obturação do canal radicular e não depois.

Limkangwalmongkol *et al.* (1992) repetiram toda a metodologia do estudo realizado pelo mesmo grupo em 1991, exceto nos cortes das amostras após a infiltração com solução azul de metileno. Ao contrário do estudo anterior, foram usadas secções longitudinais para análise da penetração do corante. E como no estudo anterior, o melhor selamento foi encontrado nas raízes obturadas com o cimento resinoso (AH 26). Vale ressaltar a diferença encontrada na infiltração do corante entre os cimentos dos estudos, considerando que a única alteração foi o tipo de secção das amostras. No primeiro estudo, em que se analisaram secções transversais, os resultados da média de penetração do corante em milímetros foram 1,67 (Apexit), 2,28 (Sealapex), 1,95 (Tubli-Seal) e 0,82 (AH 26). Enquanto no estudo que analisou os cortes longitudinais, os resultados encontrados foram 1,33 (Apexit), 4,59 (Sealapex), 5,58 (Tubli-Seal) e 0,48 (AH 26).

Chohayed (1992), em seu estudo de infiltração para comparar técnicas de obturação, utilizou blocos simulados de plástico e dentes extraídos. Dentre os objetivos da pesquisa, era estabelecer se corantes diferentes poderiam gerar diferentes graus de microinfiltração e se o tempo de imersão contribuiria com penetração desses corantes. Além disso, outra proposta do autor foi comparar a efetividade dos canais simulados em blocos de plástico (blocos Lexan) com dentes humanos na condução de estudos de infiltração. Vinte blocos de plástico Lexan foram obturados com cimento resinoso (AH 26) com variação da técnica e após 24 horas, imersos em corante azul da Prússia a 5% por uma semana. No segundo experimento, trinta e dois dentes unirradiculares sem as coroas foram instrumentados e obturados da mesma forma que os blocos de plástico. Porém nessa parte da pesquisa, as amostras foram divididas para serem imersas em dois tipos de corantes (azul da Prússia e tinta nanquim) e por tempos diferentes (1 ou 2 semanas). Todos os dentes foram diafanizados para avaliação da penetração dos corantes. Os resultados

apresentaram a maior infiltração no grupo de dentes no qual se utilizou a tinta nanquim como corante e a menor nos blocos plásticos. Não foi encontrada diferença estatística quando se variou o tempo de imersão nos corantes, quanto ao grau de infiltração. Segundo o autor, os blocos plásticos com canais simulados não são apropriados para avaliação de técnicas de obturação, por não imitarem a configuração anatômica dos dentes humanos.

Dickson & Peters (1993), realizaram estudo, dos quais um dos objetivos foi comparar a infiltração apical com o corante tinta nanquim com ou sem o vácuo. Instrumentos rotatórios (Canal Masters) foram utilizados em sessenta e oito raízes de incisivos centrais superiores humanos para limpeza do canal radicular. As amostras foram divididas em grupos de acordo com a técnica de obturação usada (condensação lateral com ou sem o amolecimento prévio do cone principal) e o emprego ou não do vácuo. Quando o vácuo foi usado, a imersão na tinta nanquim foi realizada antes com as amostras em posição vertical e a região apical voltada para cima. Decorridos cinco dias, todas as raízes foram diafanizadas para observação em estereomicroscópio. Não houve diferença estatística nos resultados de penetração do corante entre os grupos em que se utilizou ou não o vácuo.

Karagöz-Küçükay *et al.* (1993), avaliaram se o momento de imersão das amostras no corante e o uso da centrífuga influenciariam na mensuração da infiltração apical. Oitenta e quatro dentes unirradiculares com um único canal e sem as coroas foram instrumentados com lima Kerr pela técnica Step-back e obturados com guta-percha termoplastificada (Ultrafil System). Após a obturação foram divididos em quatro grupos (n=20), onde se variou o momento de imersão das raízes no corante tinta nanquim (imediate ou 72 horas pós-obturaçã) e o uso ou não da centrífuga por 20 minutos antes da colocação no corante. Passadas 72 horas dentro da tinta nanquim, as amostras foram diafanizadas para análise da penetração do corante. Como resultados, não foram encontrados diferenças estatísticas entre os grupos com diferentes momentos de imersão e com o uso ou não da centrífuga. Apesar destes resultados, os autores sugeriram que a variação do intervalo de tempo da

imersão depois da obturação pode influenciar na mensuração da infiltração apical e nos resultados entre estudos similares, devido ao uso de diferentes materiais obturadores.

Wu *et al.* (1994), realizaram estudo para avaliar as propriedades de selamento de quatro cimentos endodônticos (AH 26, Ketac-Endo, Sealapex e Tubli-Seal) com diferentes espessuras de camada na obturação (0,05 e 0,25 mm). Foram utilizados 260 cilindros (4,0 x 7,0 mm) seccionados de raízes bovinas, com o canal radicular alargado até o diâmetro de 3,0 mm. Cento e sessenta cilindros de guta-percha termoplastificada foram confeccionados para obturação dos canais, as quais metade possuía 3,0 mm de diâmetro e outra metade 2,5 mm. Antes da obturação as amostras foram divididas em grupos com variação do tipo do cimento e o diâmetro do cilindro de guta-percha. Decorrido o período de sete dias, as amostras passaram pelo método de transporte de fluídos para determinar o deslocamento de bolhas de ar dentro de um tubo capilar e assim detectar espaços ao longo da obturação. Os resultados de infiltração variaram de acordo com a espessura da camada dos quatro cimentos testados (0,05 ou 0,25 mm). Diante disso, os autores puderam afirmar que a espessura da camada do cimento influenciou na habilidade de selamento da obturação do canal radicular. A partir desses resultados outro questionamento surgiu: se essas amostras fossem testadas após ter decorrido um ano da obturação, será que os resultados seriam semelhantes? Wu *et al.* armazenaram as amostras utilizadas no estudo acima por um ano em água a 37°C, e em 1995 repetiram o teste de transporte de fluídos para mensuração da infiltração. Os cimentos AH 26, Ketac-Endo e Tubli-Seal apresentaram menor infiltração do que no teste realizado no ano anterior, independente da espessura da camada usada. Quanto ao cimento à base de Ca(OH)_2 , o Sealapex, este apresentou maior infiltração nas amostras com camada de 0,25 mm, e nas de camada de 0,05 mm de cimento não houve diferença estatística com os resultados encontrados anteriormente. Os autores puderam concluir que a infiltração do cimento muda com o tempo e que a menor espessura da

camada de cimento na obturação pode diminuir a velocidade de dissolução do cimento.

Roda & Gutmann (1995), com o propósito de determinar se a aplicação ou não do vácuo antes da infiltração apical de corante gera diferença estatística significativa nos resultados, realizaram um estudo em que o teste foi repetido da mesma forma duas vezes. Oitenta raízes de dentes unirradiculares foram divididas em dois grupos (n=40) que passaram pela mesma metodologia. Destes, o segundo grupo foi feito um mês após o primeiro, pelo mesmo operador. As amostras foram instrumentadas pela técnica Step-back (limas Kerr) e obturadas com cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealapex) e condensação lateral. A imersão no corante tinta nanquim foi realizada por 24 horas, com variação entre o uso ou não do vácuo antes da infiltração (por 5 minutos). Após a diafanização as raízes foram fotografadas e examinadas no estereomicroscópio. Todas as etapas foram feitas no outro grupo após trinta dias e os resultados não apresentaram diferença estatística entre os grupos que usaram ou não o vácuo e nem entre os grupos feitos em diferentes momentos. Os autores afirmaram não haver relevância clínica aparente para o uso do vácuo, além de poder produzir artefatos nas amostras.

Masters *et al.* (1995), compararam o padrão de infiltração do corante em canais de raízes humanas com canais simulados em tubos de vidro, com ou sem o vácuo. Quarenta raízes calcificadas com um único canal e com 12,0 mm de comprimento foram instrumentadas com limas Canalmaster-U. Quarenta tubos de vidro padronizados com 0,5 mm de diâmetro e 12,0 mm de comprimento também foram incluídos neste estudo. Metade das amostras dos grupos (n=20) de raízes e de tubos de vidro foi obturada com guta-percha termoplastificada sem cimento. Todas as raízes e tubos de vidro obturados ou não foram imersos em corante azul de metileno a 2% por 72 horas. Antes da imersão, raízes e tubos foram divididos em dois grupos em que metade de cada passou por ambiente a vácuo durante 3 minutos antes da infiltração e permaneceu nesse ambiente por mais 10 minutos após estarem cobertos de corante. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e a guta-percha

removida para análise da penetração do corante. O grupo de raízes demonstrou penetração significativamente maior do que os tubos de vidro, independente se estavam ou não obturados. Enquanto não houve diferença significativa na infiltração do corante das raízes com canais obturados com ou sem o uso do vácuo. Na opinião dos autores, o diâmetro do espaço pode ter contribuído para as diferenças na penetração do corante e o uso do vácuo pode não ser necessário para estudos de infiltração de corante em raízes com canais obturados.

Kazemi & Spandberg (1995), tentaram determinar a correlação entre o grau de penetração do corante em espaços padronizados com o uso de diferentes condições de pressão atmosférica. Espaços padronizados com diâmetros de 0,5 e 0,22 mm foram criados em sessenta raízes de dentes humanos através de fios ortodônticos inseridos antes da colocação de cimento obturador (AH 26). As amostras foram divididas em cinco grupos (n=10), variando a pressão atmosférica após a imersão no corante azul de metileno a 2%. Um deles realizou imersão passiva no corante por sete dias, enquanto os outros quatro grupos após a imersão no corante passaram pelo vácuo com pressões atmosféricas diferentes para a remoção do ar (10 torr, 260 torr ou 510 torr) por 30 minutos. Após a remoção do corante, as raízes foram envolvidas em fino cilindro de resina para serem cortadas em secções transversais de 0,4 mm. A quantificação da penetração do corante apresentou a menor infiltração nas raízes que não usaram vácuo. Entretanto, nos outros quatro grupos, a mudança dos níveis de pressão não gerou diferença estatística nos valores de difusão do corante, independente do diâmetro do espaço no canal. Mesmo a mínima pressão no vácuo permitiu que o azul de metileno penetrasse extensivamente nos espaços padronizados.

Pathomvanich & Edmunds (1996), compararam quatro técnicas de infiltração apical com o objetivo de avaliar a extensão de penetração do corante azul de metileno. Quarenta blocos de resina com canais simulados foram instrumentados com limas Flexofile (técnica Step-back) e obturados com cimento à base de OZE (Tubli Seal) pela técnica de condensação lateral. Após

uma semana, as amostras foram divididas em quatro grupos com variação do método de produção de infiltração do corante: imersão passiva (48 horas), antecedida ou não por ambiente a vácuo (15 minutos) ou ambiente pressurizado (5 minutos) e uso somente da centrífuga durante a imersão (10 minutos). Todos os canais foram observados com o uso de estereomicroscópio e os resultados demonstraram que os menores valores de infiltração ocorreram quando se usou somente a imersão passiva, enquanto não houve diferença estatística entre as outras três técnicas. Quanto ao uso dos blocos de resina, os autores recomendaram seu uso somente em estudos cujos objetivos são comparar métodos de infiltração, investigar variações no interior de amostras experimentais e avaliar a qualidade do preparo e obturação dos canais radiculares.

Youngson *et al.* (1998), por meio de uma série de estudos *in vitro*, compararam a habilidade de infiltração de quatro diferentes corantes em penetrar nos túbulos dentinários. A eosina 5%, o azul de metileno 2%, o nitrato de prata 50% e a tinta nanquim foram os corantes em que se testaram o pH, o tamanho da partícula e a capacidade de infiltração. No estudo do tamanho da partícula, investigou-se a oscilação do tamanho das partículas dentro da solução do corante tinta nanquim (de < 1 um a 600 um). A infiltração dos corantes foi estudada em 42 pré-molares nos quais foram feitas cavidades nas faces vestibular e lingual (3,0 mm x 1,5 mm). Após a remoção da *smear layer* e impermeabilização, os dentes foram imersos nos corantes pelo período de uma hora. As amostras foram seccionadas longitudinalmente através das cavidades, com ou sem o uso de água. Os resultados da análise das imagens demonstraram pouca diferença estatística entre as áreas de penetração em dentina dos quatro corantes. Não houve diferenças no efeito de infiltração do corante, com relação ao pH ou à técnica de secção das amostras (com ou sem água). Além disso, a tinta nanquim demonstrou ser um corante apropriado para testes de microinfiltração, por apresentar partículas com tamanhos variáveis.

Tamse *et al.* (1998), compararam, em um estudo *in vitro*, dois métodos de avaliação da infiltração apical com diferentes corantes (eosina,

azul de metileno, tinta nanquim e azul Procion brilhante). Cento e vinte raízes foram instrumentadas pela técnica Step-back e obturadas através da condensação lateral com cimento à base de OZE (Roth 801). Em seguida foram divididas em seis grupos (n=20), de acordo com o método de preparo das amostras para análise da infiltração e o corante utilizado. Quatro grupos foram imersos, cada um deles com um dos quatro corantes em ambiente a vácuo durante 72 horas. Foram em seguida, seccionadas transversalmente em fatias de 0,7 mm de espessura para medição da infiltração através de um estereomicroscópio. Os outros dois grupos foram imersos em tinta nanquim ou azul Procion brilhante da mesma forma descrita anteriormente, e passaram pelo método de diafanização. Após a análise não foi encontrada diferença estatística quando se comparou os quatro corantes. Entretanto, quando os métodos de avaliação foram comparados houve infiltração significativamente maior nos cortes transversais do que nas amostras diafanizadas. Os resultados permitiram que os autores concluíssem que o método de avaliação, mais do que as propriedades dos corantes, foi a principal diferença entre os resultados.

Katz *et al.* (1998), com o objetivo de reexaminar métodos usados para infiltração apical, realizaram um estudo *in vitro* para avaliar se a posição do ápice durante a penetração de corante tem efeito no teste de selamento apical da raiz. Cento e trinta e dois dentes unirradiculares tiveram suas coroas removidas, para instrumentação (técnica Step-back) e obturação com gutapercha sem cimento pela técnica de condensação lateral. Divididos em quatro grupos (n=33), as raízes foram imersas em tinta nanquim com variação da posição do ápice (voltado para cima ou para baixo e na horizontal). Após a imersão no corante, três grupos passaram por ambiente a vácuo por 15 minutos e o quarto grupo foi submetido à infiltração passiva. Decorrido o período de 72 horas, as amostras de todos os grupos foram diafanizadas para avaliação da penetração da tinta nanquim. A maior infiltração ocorreu quando a raiz foi posicionada com o ápice voltado para cima. Não houve diferença estatística entre as amostras posicionadas horizontalmente com ou sem vácuo. Os autores puderam concluir que a posição do ápice da raiz é importante

quando se avalia a infiltração apical nos modelos experimentais nas condições em ambiente a vácuo.

Barthel *et al.* (1999), realizaram um estudo afim de determinar a correlação *in vitro* entre testes de infiltração de canais obturados com bactérias (*Staphylococcus epidermids*) e corante (fucsina básica). Foram usados 96 dentes humanos unirradiculares, os quais tiveram suas coroas removidas para instrumentação (Step-back) e obturação com condensação lateral com variação do tipo de cimento (AH 26, Ketac-Endo e Roth's 801). Após 21 dias, as raízes tiveram 1,0 mm apical removido e foram impermeabilizadas para o teste bacteriológico. Passados 38 dias em ambiente a 37°C, as amostras foram imersas em corante fucsina básica por 48 horas. Não houve correlação entre os resultados dos dois testes. A análise da infiltração, não demonstrou diferença estatística entre os grupos dos três cimentos no teste bacteriológico. Entretanto, no teste com o corante os maiores valores de infiltração foram encontrados no grupo com AH 26 comparado com o Ketac-Endo. Segundo os autores, o resultado desse estudo sugere que o tamanho molecular do agente penetrante não pode ser um parâmetro relevante, para determinar um teste apropriado para se avaliar a habilidade de selamento da obturação do canal radicular.

Pommel *et al.* (2001), compararam três métodos de avaliação de selamento apical, testando técnicas de obturação do canal radicular. Trinta e seis incisivos centrais superiores que tiveram suas coroas removidas, foram instrumentados com limas Profile .04 e .06 e divididos em três grupos (n=12) de acordo com a técnica de obturação utilizada. Um cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Sealite) foi usado em todas as três técnicas de obturação, das quais, uma termoplastificada (Thermafil) e as outras duas com um cone único de guta-percha, com condensação vertical quente ou com Lentullo. Decorrido o período de 24 horas, as amostras passaram pelos três testes na seguinte ordem: transporte de fluídos (por 24 horas), método eletroquímico (após 1 dia, 1 e 2 semanas) e penetração de corante azul de metileno a 1% (por 24 horas). As raízes foram seccionadas longitudinalmente ao meio para a

análise da penetração do corante. Os testes classificaram as técnicas de obturação em ordens diferentes de aumento de infiltração, pois os resultados dependeram do método de avaliação usado. A falta de correlação entre os resultados dos três métodos levou os autores a se questionarem: poderiam confiar em um estudo quando o resultado do teste depende do método utilizado?

Camps & Pashley (2003), compararam o método clássico de penetração de corante com o método de extração de corante, tendo o método de transporte de fluido como controle. Quarenta raízes de dentes humanos foram instrumentadas (Profile .04 e .06) e obturadas pela técnica de condensação lateral, em que se variou o tipo do cimento a cada dez amostras (Pulp Canal Sealer, Sealapex, AH Plus e Ketac-Endo). O selamento apical foi avaliado em todas as amostras com os três métodos, na seguinte sequência: transporte de fluido, penetração de corante (azul de metileno a 2%) e extração do corante. Não houve correlação entre os resultados encontrados pelo método de infiltração do corante e os outros dois métodos que, entre si, tiveram valores estatisticamente semelhantes. Enquanto no método de infiltração de corante não houve diferença entre os quatro cimentos, nos outros dois métodos, o cimento Sealapex que tem como base o Ca(OH)_2 , apresentou os maiores valores de maior infiltração.

Karagenç *et al.* (2006), realizaram estudo *in vitro* para comparar quatro testes de avaliação do selamento coronário de dentes obturados. Instrumentação com lima manual (técnica Step-back) foi realizada em 144 dentes unirradiculares anteriores. As amostras foram divididas em oito grupos com variação da técnica de obturação (Thermafil e condensação lateral) e do teste de avaliação (infiltração de corante azul de metileno, eletroquímico, bacteriológico e transporte de fluidos). Diferente do estudo de Pommel *et al.* (2001), antes da imersão no corante as amostras passaram por ambiente a vácuo. Os resultados dos quatro testes foram contraditórios e os valores de infiltração coronária variaram de acordo com o teste utilizado. Segundo os autores, isso pode ser devido às diferenças nos princípios de trabalho dos

vários métodos utilizados e da natureza diferente dos materiais testados. E ainda questionaram a relevância clínica dos testes de infiltração frente à pobre correlação encontrada entre os vários métodos utilizados no presente estudo.

Roggendorf *et al.* (2007), realizaram estudo *in vitro* para avaliar a influência da umidade na infiltração apical de cinco tipos de cimentos. Cento e vinte dentes incisivos inferiores instrumentados (Flexmaster) foram irrigados no final da limpeza com etanol 70% para acelerar a secagem dos canais radiculares e em seguida secos com cones de papel. Metade das amostras foi obturada imediatamente com a técnica do cone único variando o tipo de cimento (AH Plus, Apexit, Ketac-Endo, RoekoSeal e Tubli-Seal). Enquanto que a outra metade, foi armazenada em uma câmara molhada a 37°C durante sete dias para que as paredes do canal radicular permanecessem úmidas. Decorrido esse período, foram obturadas da mesma forma que as outras amostras, também com variação do cimento. Nos dois grupos, esperou-se sete dias para total secagem dos cimentos, antes da imersão no corante azul de metileno a 5% e centrifugação por 3 minutos. Para a análise da infiltração do corante, os dentes foram incluídos em resina epóxica e cortados em secções transversais de 1,0 mm cada. Os resultados demonstraram que o efeito da umidade na infiltração apical dependeu do tipo do cimento, pois afetou negativamente o AH Plus e o Ketac-Endo, enquanto que nos outros três cimentos, diminui a penetração do corante.

Plotino *et al.* (2007), avaliaram se o momento de aplicação do vácuo poderia influenciar na habilidade de penetração do corante. Para tal, foram utilizados 960 tubos capilares de vidro divididos em 48 grupos (n=20). Os grupos foram formados de acordo com o diâmetro interno dos tubos (0,3 ou 0,8 mm), posição dos tubos dentro do corante (horizontal ou vertical), condições de pressão (0, 5, 35 ou 70 KPa), momento de uso do vácuo (antes ou após a imersão) e tempo de imersão no corante (30 minutos ou 7 dias). Os resultados da análise da infiltração do corante azul de metileno a 2% mostraram que os menores valores foram encontrados nas amostras que não passaram pelo vácuo. A máxima extensão de penetração linear do corante obtida ocorreu

quando a pressão foi aplicada antes da imersão das amostras no azul de metileno. Com relação aos espaços usados (diâmetro interno), não houve diferença estatística entre os dois tipos (0,3 ou 0,8 mm) quanto à penetração linear do corante. A posição vertical das amostras durante a imersão pareceu influenciar negativamente na infiltração. Os autores concluíram que a aplicação do vácuo, antes da imersão das amostras no corante, pode influenciar na profundidade de penetração do corante.

De-Deus *et al.* (2008), avaliaram e compararam os resultados de sensibilidade e habilidade selamento entre o teste bacteriológico e o método de extração de corante. Oitenta incisivos inferiores humanos com canais retos e comprimento padronizado foram instrumentados com limas rotatórias (Sistema K3) e obturados com cimento à base de OZE (Endofill). Nessa etapa, foram divididos em três grupos (n=20), nos quais se variou a técnica de obturação empregada, duas termoplastificadas (Sytem B e Thermafil) e a de condensação lateral. Após uma semana, o teste bacteriológico foi realizado em todas as amostras que permanecerem expostas a saliva humana por cem dias. A imersão no corante azul de metileno a 2% foi feita em todos os grupos por 48 horas e, em seguida, o que penetrou desse corante foi extraído para mensuração. As três técnicas de obturação apresentaram infiltração semelhante nos dois testes, apesar das diferenças claras nas configurações de cada uma delas. Diante desses resultados, os autores sugeriram que: (1º) os dois modelos de infiltração podem ser pouco sensíveis para detectar diferenças entre as técnicas de obturação, e (2º) as diferenças entre as amostras poderiam ser muito pequenas em termos de habilidade de selamento.

3. Proposição

A presente pesquisa teve como objetivo:

Avaliar a influência do remanescente de hidróxido de cálcio na infiltração marginal de dentes tratados endodonticamente, com canais obturados pela técnica de condensação lateral da guta-percha e cimento à base de óxido de zinco e eugenol. Consideraram-se dois níveis de infiltração, via forame apical e via terço médio radicular, quantificando a difusão do corante em extensão e em profundidade.

Material e Método

4. Material e Método

4.1. Seleção dos dentes

Foram selecionados incisivos bovinos de animais adultos com raízes completamente formadas e canais únicos. Após a extração os dentes foram armazenados em formol a 10% (Oxidial, Mar Del Plata, Argentina) e o tecido mole aderido na raiz foi removido com auxílio de lâmina de bisturi nº 15 (Golgran, São Paulo, Brasil).

Dentre 650 dentes extraídos, foram selecionados 128 que apresentavam raiz reta, ápice estreito e abertura do forame coincidindo com o término do ápice radicular. Com o intuito de facilitar a instrumentação dos canais, as coroas dentárias foram eliminadas com disco diamantado de dupla face (Buehler, Wawkegan, USA) montado em cortadeira de precisão (Buehler, Wawkegan, USA) à velocidade de 350 rpm (Figuras 1A e 1B). Somente foram empregadas as raízes que apresentavam 20,0 mm de comprimento e sem a presença de dentina obliterando a entrada do canal radicular (Figura 2A).

A remoção do tecido pulpar foi realizada com extirpa-nervo nº 30 (8000 München 70, Germany), e permaneceram no estudo aqueles dentes cujo diâmetro anatômico era compatível com lima (Sybron Kerr, Orange, USA) tipo Kerr nº 40 (Figuras 2B e 2C).

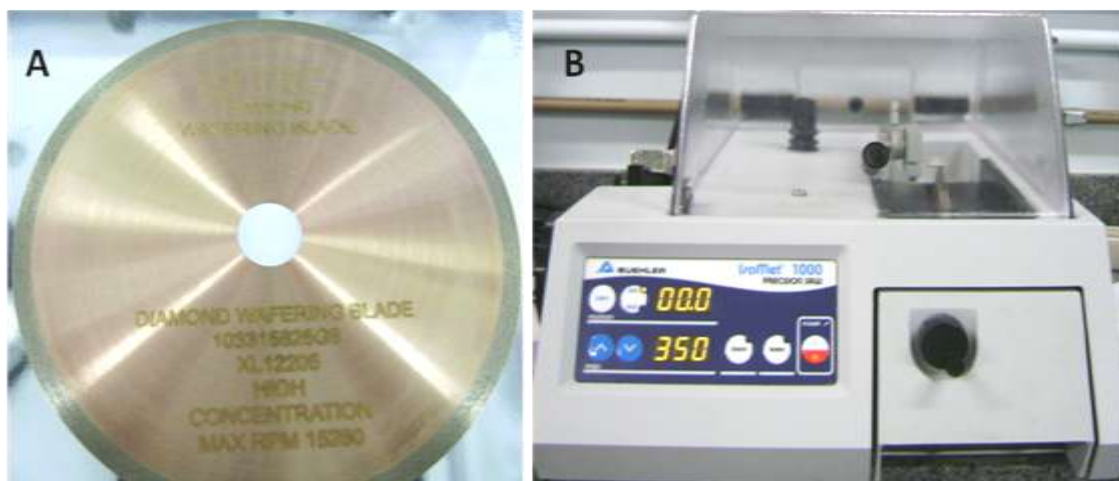


Figura 1. A. Disco diamantado de dupla face; B. Cortadeira de precisão.

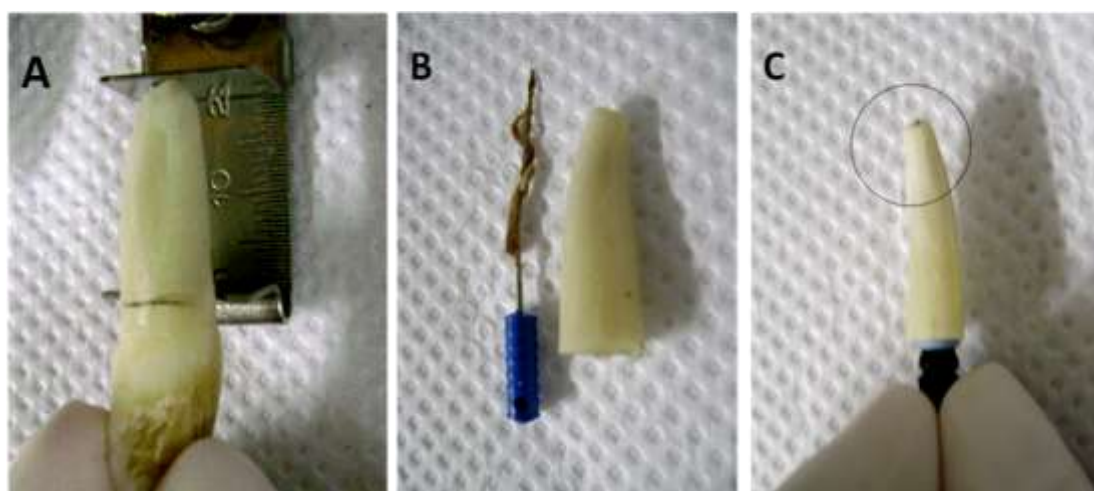


Figura 2. A. Marcação do comprimento das raízes (20,0 mm); B. Remoção do tecido pulpar; C. Seleção das raízes com diâmetro anatômico compatível a lima 40 K.

4.2. Preparo dos canais

O preparo biomecânico de 84 raízes foi realizado por um único operador. Durante a instrumentação do canal era estabelecido o batente apical a 1,0 mm do forame (19,0 mm). Utilizou-se a técnica escalonada regressiva

com a lima inicial (Sybron Kerr, Orange, USA), o instrumento memória do tipo K nº 55 e recuo escalonado até a lima (Sybron Kerr, Orange, USA) do tipo K nº 80. Durante toda a instrumentação os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1% (Farma, Serrana/SP, Brasil) com cerca de 2,0 ml de solução a cada troca de instrumento. Após cada irrigação, foi feita a aspiração da solução com o auxílio de cânula acoplada a microbomba sugadora (Nevoni, Barueri/SP, Brasil). A limpeza final do forame foi realizada com lima do tipo K nº 15 (Sybron Kerr, Orange, USA) e irrigação com 5,0 ml de soro fisiológico (Farmax, São Paulo, Brasil) para certificar da desobstrução do mesmo. Em seguida, os canais radiculares foram secos com cones de papel absorvente (Tanari, Manacapuru/AM, Brasil) calibrados com o diâmetro do instrumento memória.

4.3. Medicação Intracanal

As amostras foram divididas em dois grupos experimentais GI e GII, com 36 raízes cada. A colocação da medicação intracanal foi feita apenas nas raízes do grupo GII, as quais foram fixadas de duas em duas em um torno de bancada (Western, São Paulo, Brasil). Cada canal foi preenchido com pasta de Ca(OH)_2 PA (Biodinâmica, Ibiporã, Brasil) associada ao soro fisiológico (Farmax, São Paulo, Brasil) espatulada em placa de vidro até a obtenção de uma consistência cremosa. Em seguida, inserida no interior dos canais radiculares por uma seringa descartável com agulha 25 x 0,7 (Embramac, Barranquilla, Colômbia), a qual penetrava até o comprimento da odontometria (19,0 mm), que injetava a pasta até que seu extravasamento via ápice fosse observado (Figuras 3A e 3B) e até que todo o canal fosse preenchido.

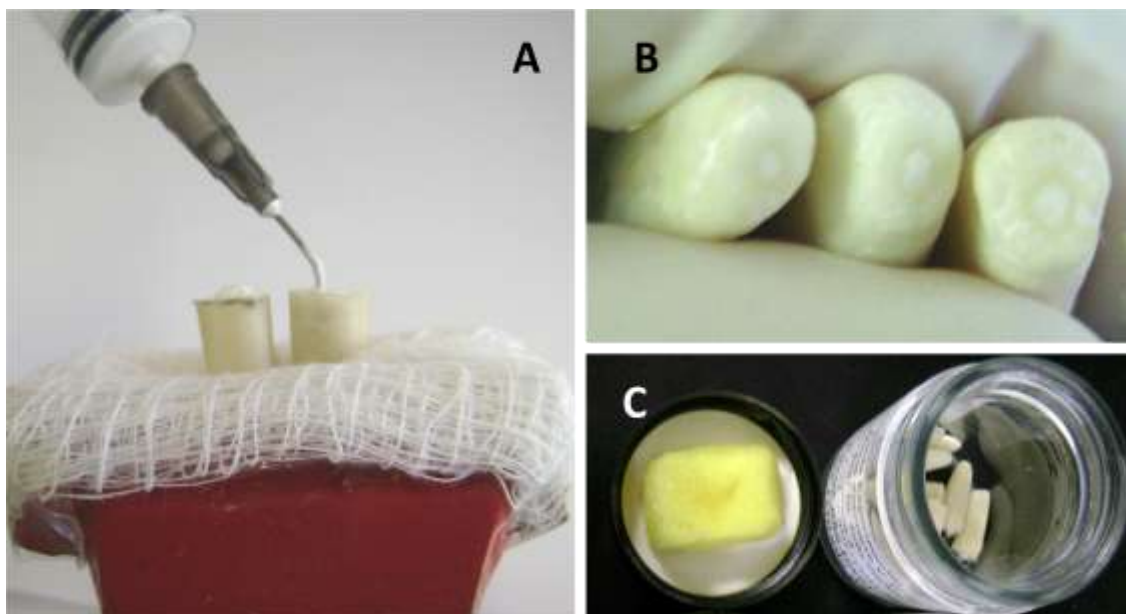


Figura 3. A. Colocação da medicação intracanal; B. Extravasamento apical da medicação; C. Armazenamento das amostras.

O selamento provisório da porção cervical foi realizado com cimento à base de óxido de zinco e eugenol (IRM, Dentsply, Petrópolis/RJ, Brasil). As amostras foram mantidas pelo período de sete dias em estufa (Quimis, Diadema/SP, Brasil) a 37°C e ambiente a 100% de umidade. Para que tal umidade pudesse ser reproduzida, esponjas foram adaptadas nas tampas dos vidros onde permaneciam as raízes e umedecidas com soro fisiológico (Farmax, São Paulo, Brasil) periodicamente (Figura 3C).

4.4. Remoção da medicação

Decorrido o período de sete dias, foram removidos os selamentos provisórios e a medicação intracanal do grupo GII, com irrigação abundante de soro fisiológico (5,0 ml) e limagem discreta com o instrumento memória (lima nº 55 K) no comprimento de trabalho (Figura 4A e 4B).

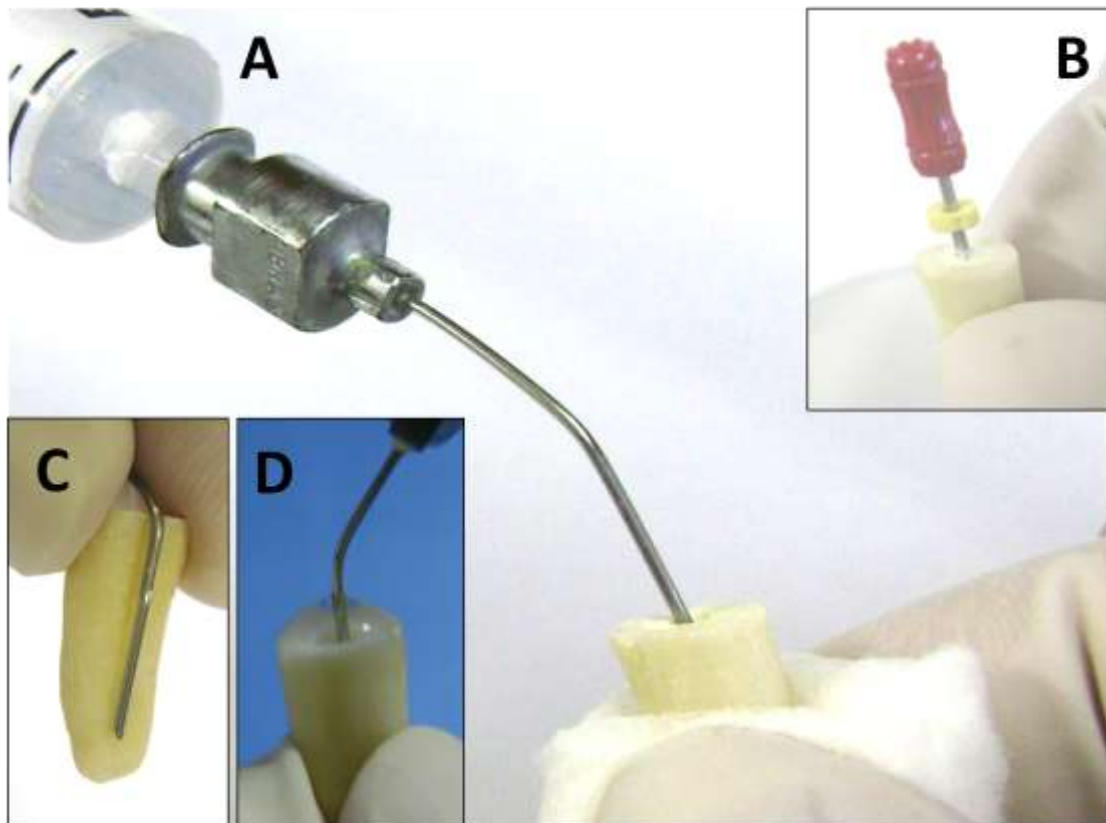


Figura 4. A. Remoção da medicação intracanal; B. Lima utilizada para remoção da medicação; C. Profundidade de penetração da agulha durante a irrigação do canal (16,0 mm); D. Refluxo límpido, sem a presença de hidróxido de cálcio.

A irrigação era realizada com inserção da agulha da seringa no comprimento de 16,0 mm (Figura 4C) e feita até o refluxo irrigante apresentar-se límpido, sem a presença de hidróxido de cálcio (Figura 4D). Em seguida, as raízes passaram por aspiração e secagem com cone de papel absorvente nº 55 (Tanari, Manacapuru/AM, Brasil).

4.7. Obturação dos canais radiculares

As raízes que não receberam medicação intracanal, denominadas grupo GI (n=36), foram obturadas imediatamente após a etapa do preparo

biomecânico, enquanto as raízes do grupo GII (n=36) foram obturadas após a etapa da remoção da medicação intracanal.

Os canais dos grupos GI e GII foram obturados de acordo com a técnica de condensação lateral com cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endofill, Dentsply, Petrópolis/RJ, Brasil), proporcionado e manipulado conforme as instruções do fabricante. Eram obturadas três raízes de cada vez, previamente presas em um torno de bancada (Western, São Paulo, Brasil) (Figura 5A).



Figura 5. A. Obturação das amostras; B. Condensação vertical.

O cimento foi levado ao interior dos canais com o auxílio do espaçador digital nº 25 (8000 München 70, Germany). Os cones principais (nº 55) de guta-percha (Tanari, Manacapuru/AM, Brasil) que previamente tiveram seus diâmetros confirmados por meio de uma régua calibradora (Endo calibradora GT, Maillefer, Ballaigues, Switzerland), foram introduzidos até sua adaptação ao batente apical. A condensação lateral ativa foi realizada com o espaçador digital nº 25, que era pressionado apical e lateralmente para o assentamento do cone e abertura de espaço para os cones acessórios FF de 28,0 mm (Tanari, Manacapuru/AM, Brasil). Colocou-se a quantidade necessária de cones acessórios para que o espaçador somente penetrasse no terço cervical dos segmentos radiculares. O excesso de material obturador foi removido com calcadores de Paiva (Golgran, São Paulo, Brasil) aquecidos

(Figura 5B) e a condensação vertical realizada, deixando-se uma margem livre de obturação de 2,0 mm no canal radicular para receber o selamento provisório. Após o selamento com cimento de óxido de zinco e eugenol (IRM, Dentsply, Petrópolis/RJ, Brasil), as raízes permaneceram em estufa a 37°C e 100% de umidade durante 72 horas.

4.8. Preparo dos corpos de prova

Metade das raízes dos grupos GI e GII teve 14,0 mm de seu comprimento total removido e descartado, o que corresponde ao terço apical e parte do terço médio, antes da infiltração apical com corante. Os 6,0 mm restantes das raízes, correspondentes ao terço cervical e parte do terço médio, foram analisados separadamente. Para confecção destes corpos de prova, as raízes foram fixadas em placas de acrílico com cianocrilato (Super Bonder, Henkel, São Paulo, Brasil) e cortados na cortadeira de precisão (Buehler, Wawkegan, USA) à velocidade de 250 rpm (Figura 6A).

Os grupos GI e GII foram subdivididos de acordo com o nível de infiltração em que as raízes seriam submetidas:

GI/CT (n=18)- raízes que não receberam medicação intracanal e apresentavam comprimento total (20,0 mm) para infiltração via forame apical;

GI/CP (n=18)- raízes que não receberam medicação intracanal e apresentavam comprimento de 6,0 mm para infiltração via terço médio radicular;

GII/CT (n=18)- raízes que receberam medicação intracanal e apresentavam comprimento total (20,0 mm) para infiltração via forame apical;

GII/CP (n=18)- raízes que receberam medicação intracanal e apresentavam comprimento de 6,0 mm para infiltração via terço médio radicular.

As raízes foram impermeabilizadas antes da infiltração em corante, com aplicação de duas camadas de esmalte para unha (Colorama, Procosa, São Paulo, Brasil) e permaneceram em secagem por uma hora. No caso dos grupos com raízes de comprimento total (20,0 mm), a impermeabilização foi

iniciada pelo terço cervical e parte do médio e, após secagem, feita no restante do terço médio e no terço apical até 3,0 mm aquém do ápice radicular (Figura 6B). Nos corpos de prova de 6,0 mm de comprimento, o esmalte foi passado em todo terço cervical e parte do terço médio exceto na face em que o material obturador apresentava-se exposto (Figura 6C).

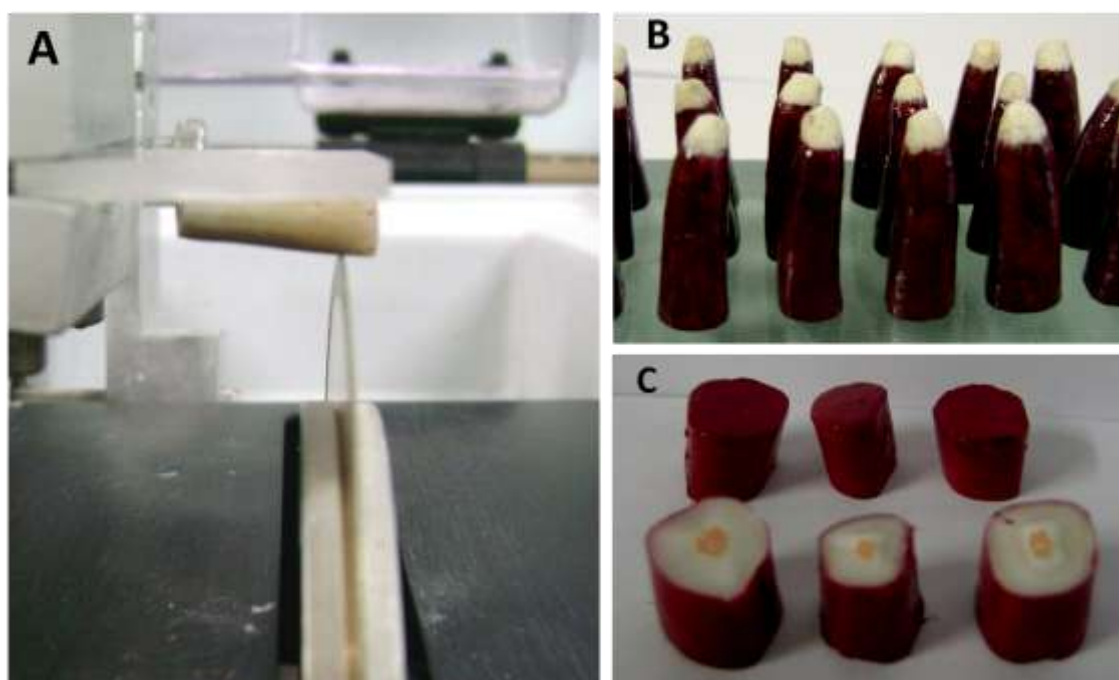


Figura 6. A. Corte dos grupos GI e GII; B. Impermeabilização das raízes com comprimento total; C. Impermeabilização dos corpos de prova.

As doze raízes que passaram pelo preparo biomecânico, mas não receberam medicação intracanal e nem obturação, foram separadas em dois grupos para controle da etapa de infiltração:

Grupo Controle positivo (n=6) - raízes sem impermeabilização para testar a efetividade do corante em penetrar no canal radicular;

Grupo Controle negativo (n=6) - raízes totalmente impermeabilizadas, incluindo o forame e o terço apical, a fim de testar a efetividade do esmalte em impedir a penetração do corante no canal radicular.

4.9. Técnica da infiltração marginal

As amostras experimentais foram separadas e identificadas em recipientes de vidro, e em seguida colocadas em uma bomba a vácuo (Primar, São Paulo, Brasil) com pressão de 56 KPa por 10 minutos. Após a imersão completa das raízes na posição horizontal em corante tinta nanquim (Faber Castel, Alemanha, Germany), foram levados novamente para a bomba a vácuo por mais 10 minutos. Tal ambiente a vácuo foi utilizado para eliminação de possíveis bolhas que poderiam estar presentes no interior da obturação dos canais radiculares (Figura 7).

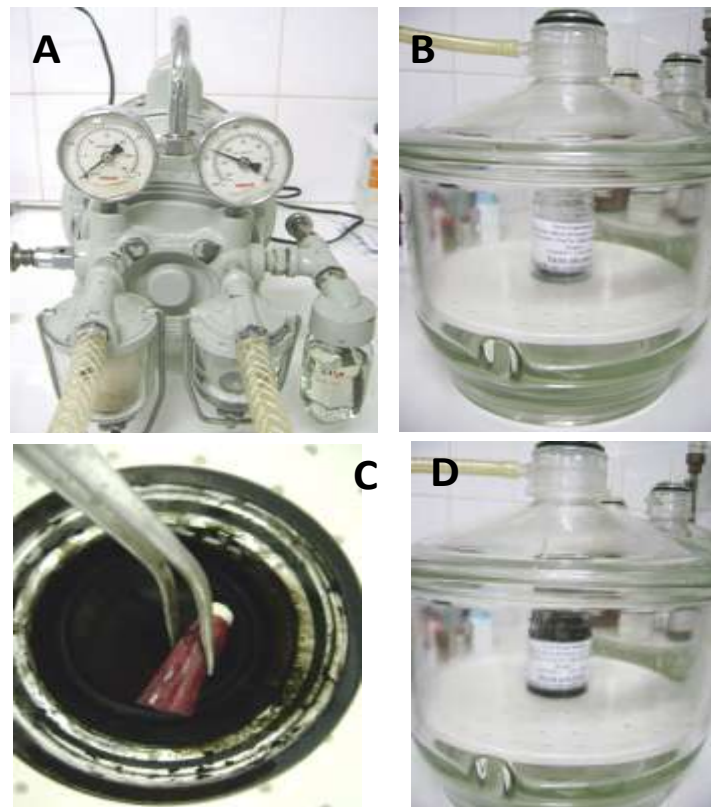


Figura 7. A. Bomba a vácuo; B. Amostras antes da infiltração. C. Imersão no corante; D. Amostras após a infiltração no corante.

Decorrido o período de 72 horas armazenadas em ambiente a 37°C e 100% de umidade, as raízes foram lavadas em água corrente durante uma hora, para remoção do excesso da solução corante. O revestimento de esmalte foi removido com auxílio de lâminas de bisturi nº 15 (Golgran, São Paulo, Brasil).

4.10. Quantificação da infiltração

As amostras com comprimento total (grupos GI/CT e GII/CT) foram incluídas em resina autopolimerizável (AM 190, Aerojet, São Paulo, Brasil) para facilitar o corte em secções transversais. A inclusão formou blocos com espessura que fosse o mais fina possível, mas que mantivesse toda a raiz recoberta com o material resinoso (Figura 8A e 8B).

Os blocos de resina colados em placas de acrílico foram fixados na cortadeira de precisão (Buehler, Wawkegan, USA), de modo que foram obtidas secções transversais de 1,0 mm de espessura no sentido ápico-cervical (Figura 9A). Os corpos de prova (grupo GI/CP e GII/CP) foram fixados diretamente com cianocrilato (Super Bonder, Henkel, São Paulo, Brasil) em placas de resina, presas firmemente à cortadeira de precisão. As secções transversais obtidas apresentaram a espessura de 1,5 mm a fim de evitar casos de fratura ou perda de secção durante o corte. Todos os grupos tiveram suas secções cortadas com disco diamantado de dupla face (Buehler, Wawkegan, USA), montado em cortadeira de precisão, com velocidade calibrada em 250 rpm e em contato com água fria.

O número de secções obtido em cada raiz ou corpo de prova foi determinado pela presença da infiltração do corante nas paredes do canal radicular, percebida com o auxílio de uma lupa estereoscópica (Biosan, Belo Horizonte/MG, Brasil).

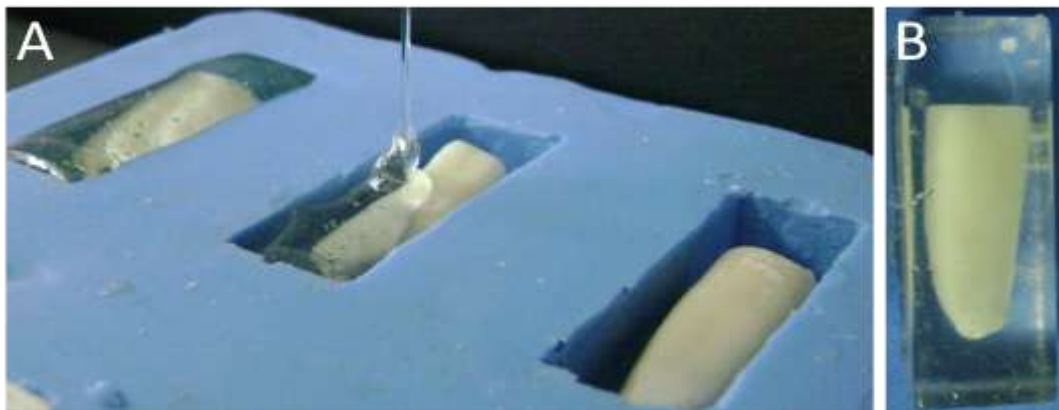


Figura 8. A. Inclusão das raízes em resina autopolimerizável; B. Raiz incluída para o corte das secções.

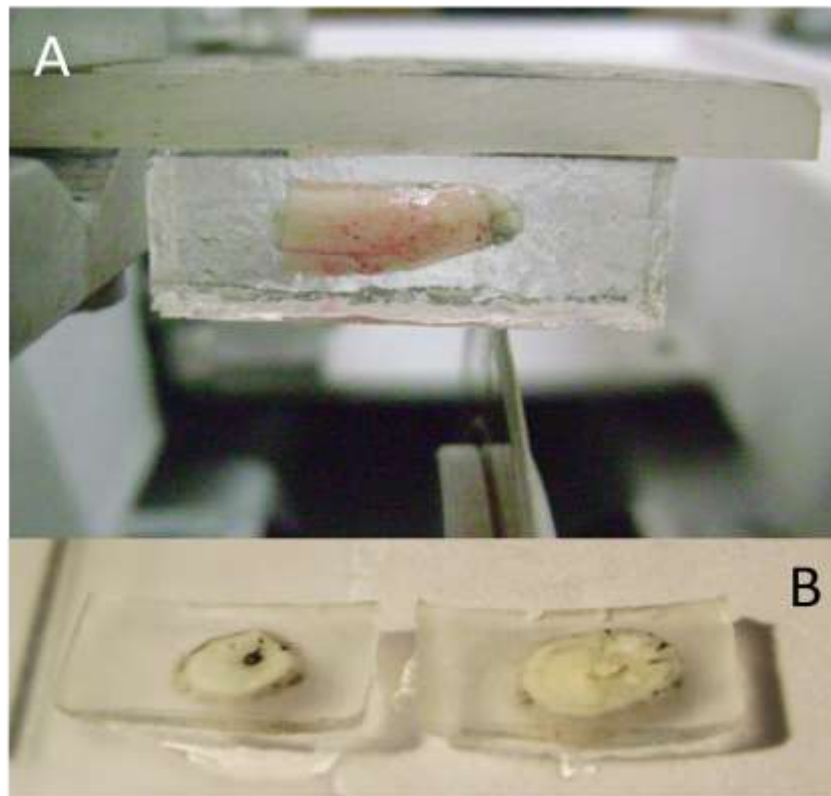


Figura 9. A. Raiz incluída acoplada à cortadeira de precisão; B. Secções transversais.

Imediatamente após o corte, cada secção era colocada em contato com papel absorvente e em processo natural de secagem no meio ambiente

durante quinze minutos. As secções transversais de cada raiz foram coladas com cianocrilato (Super Bonder, Henkel, São Paulo, Brasil) em lâminas de vidro (Sommer, São Paulo, Brasil) previamente identificadas, cuja visão de cada secção era a face radicular voltada para o ápice (Figura 9B). Manteve-se a ordem de corte durante a colagem, ou seja, a primeira secção colada na lâmina de vidro era a secção mais apical, nos grupos GI/CT e GII/CT, e no caso dos grupos GI/CP e GII/CP, a primeira secção colada era a secção do terço médio. A captura de imagens de todas as secções foi realizada com câmera digital (Nikon D60, Tóquio, Japão) com lente de 105 mm, fixada em tripé, com abertura de diafragma nove e velocidade de disparo 1/125. As imagens foram capturadas sob as mesmas condições de luminosidade e definições de qualidade (4,1 MB) e tamanho de imagem (2.896 x 1.944; 5.6 MPixels).

Realizaram-se as medidas da largura e altura de cada secção das amostras (Figura 10) com o auxílio de um especímetro (Golgran, São Paulo, Brasil), para posterior quantificação da infiltração do corante no software Image Tool 3.00 (The University Texas Health Science Center in San Antonio, USA).

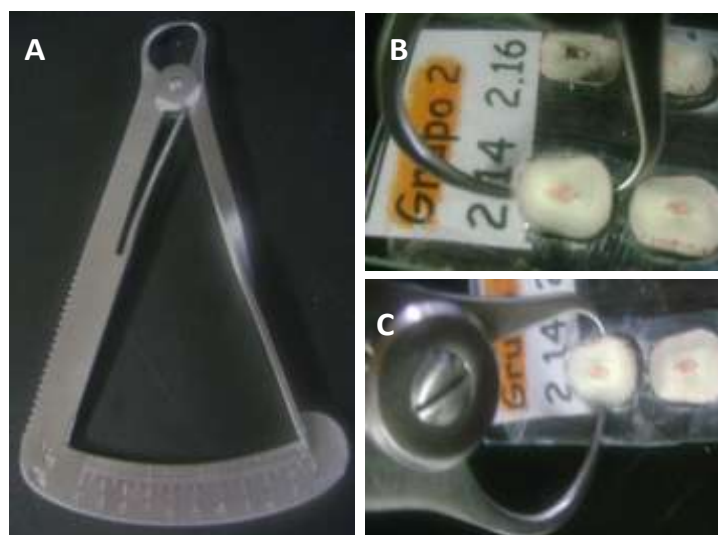


Figura 10. A. Especímetro; B e C. Medições da largura e altura das secções.

4.11. Quantificação da infiltração no Software Image Tool 3.00

4.11.1. Calibração das secções

Inicialmente foi necessário calibrar o programa Image Tool 3.00 (The University Texas Health Science Center in San Antonio, USA) a cada secção quantificada. Para isso, na página inicial do programa seguiu-se para *Settings* e selecionou-se *Calibrate Spatial Measurements* e uma janela foi aberta com a seguinte frase *Draw a line of known length*. Então o *mouse* foi posicionado sobre um ponto que simbolizasse o marco zero no maior diâmetro da secção passando sobre o canal radicular e, com o botão esquerdo do *mouse* pressionado, uma linha foi desenhada até a porção oposta (Figura 11). Ao soltar o botão esquerdo, uma nova janela foi aberta, com a seguinte frase *How long is this line?*. Na opção *Units*, selecionou-se primeiro *millimeters* e, depois, na opção *Length*, digitou-se as medidas obtidas após aferição pelo espécímetro.

4.11.2. Quantificação dos perímetros

A quantificação do perímetro total da obturação e do perímetro de área infiltrada pelo corante de cada secção avaliada, também foram feitos pelo programa Image Tool 3.00 (The University Texas Health Science Center in San Antonio, USA).

Novamente na barra de ferramentas, surgia um ícone com a figura de uma régua em que, ao ser clicado, apresentou janela com a frase *Draw a line to measure*. Assim, o *mouse* foi posicionado e a cada clique, um vértice do polígono era formado e, quando este se fechava, obtinha-se a determinação deste perímetro, o qual era mostrado no rodapé da tela em milímetros (Figura 12A).

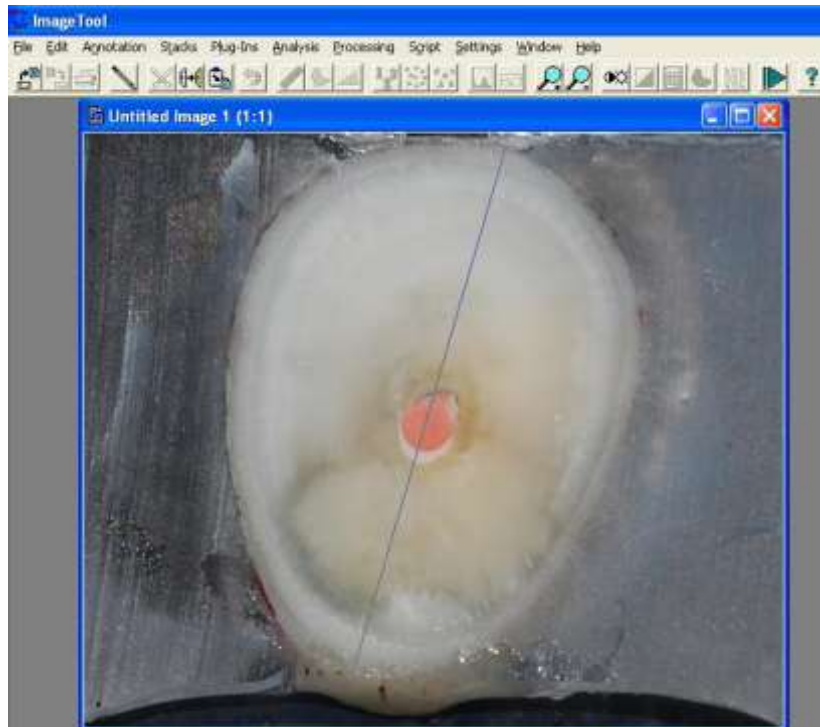


Figura 11. Linha para indicação do diâmetro da secção.

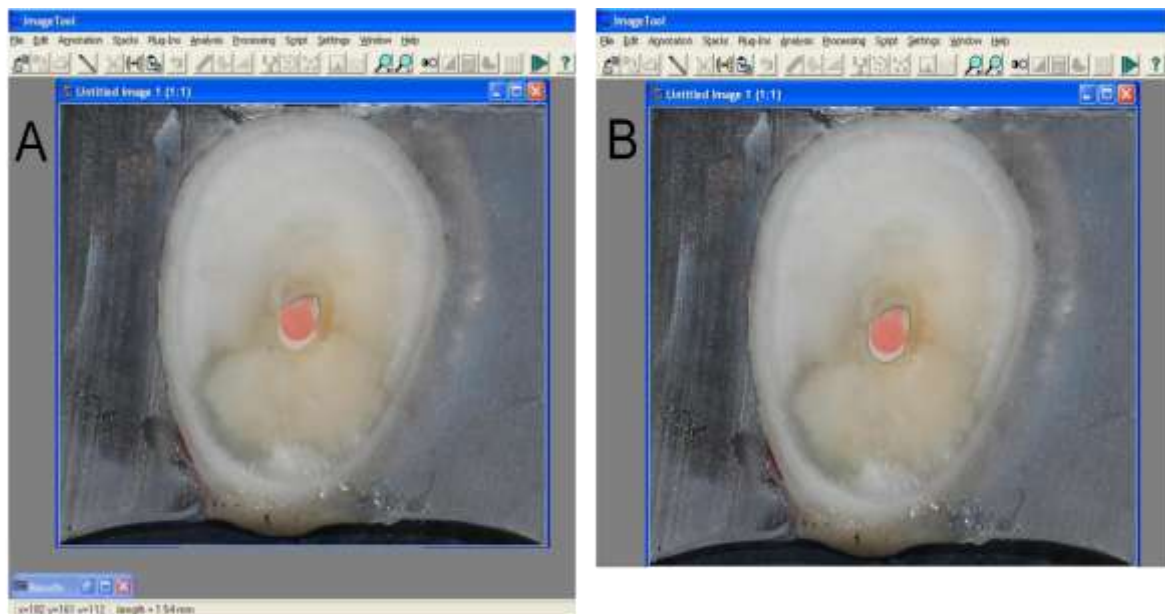


Figura 12. A. Perímetro infiltrado da secção pelo corante; B. Perímetro total da obturação.

4.12. Análise estatística

Com a análise estatística, verificou-se a variação da quantidade de infiltração do corante entre os grupos estudados. A extensão da infiltração foi feita utilizando-se as quatro primeiras secções transversais de cada amostra, com início da contagem a partir da secção que apresentava material obturador (cimento e/ou guta-percha). A profundidade de infiltração do corante foi feita através da contagem do número de secções de cada amostra que apresentaram a presença da tinta nanquim (Anexos I A IV).

Os dados utilizados nos cálculos da extensão de infiltração do corante foram as porcentagens das quatro primeiras secções de cada amostra do Perímetro Infiltrado (PI), obtidas pela multiplicação do perímetro infiltrado em milímetros por cem e posterior divisão deste resultado pelo Perímetro Completo (PC) da obturação em milímetros (Anexos V a VIII). Os dados utilizados para os cálculos da profundidade da infiltração foram o número total de secções com a presença de tinta nanquim de cada amostra.

Com o objetivo de verificar a existência ou não de diferenças, estatisticamente significantes, entre as porcentagens de perímetro infiltrado obtidos entre os grupos, foi aplicado o teste U de Mann-Whitney (Siegel, 1975) aos valores obtidos nas quatro secções e aos relativos à profundidade. O nível de significância foi estabelecido em 0,05, em uma prova bicaudal.

Resultados

5. Resultados

Em relação às amostras submetidas à infiltração via forame apical (GI/CT e GII/CT), de acordo com os resultados demonstrados na tabela nº 1, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, entre todas as comparações efetuadas. Os valores mais elevados de penetração do corante foram os obtidos com os dentes que não receberam medicação intracanal (GI/CT), considerando-se os valores obtidos nas quatro secções e os relativos à profundidade.

Tabela 1. Probabilidades encontradas, quando da aplicação do teste de Mann-Whitney às porcentagens de perímetro infiltrado, dos grupos GI/CT e GII/CT.

Variáveis Analisadas	Probabilidades
Secção 1	0,001*
Secção 2	0,000*
Secção 3	0,002*
Secção 4	0,008*
Profundidade	0,000*

(*) $p < 0,05$

Em relação às amostras que tiveram o terço apical e parte do terço médio removidos (GI/CP e GII/CP), de acordo com os resultados demonstrados na tabela nº 2, foram encontradas diferenças, estatisticamente significantes, entre as secções 2, 3 e 4 e nas medidas de profundidade. Os valores mais elevados foram os obtidos no grupo que não recebeu a medicação intracanal previamente a obturação (GI/CP).

Tabela 2. Probabilidades encontradas, quando da aplicação do teste de Mann-Whitney às porcentagens de perímetro infiltrado, obtidos com os grupos GI/CP e GII/CP.

Variáveis Analisadas	Probabilidades
Secção 1	0,819
Secção 2	0,000*
Secção 3	0,000*
Secção 4	0,000*
Profundidade	0,011*

(*) $p < 0,05$

A comparação da infiltração do corante em extensão e profundidade entre os quatro grupos experimentais pode ser visualizada nos gráficos das figuras 13 e 14.

Quanto às raízes que serviram de controle da etapa de infiltração, não houve penetração do corante no controle negativo enquanto que no controle positivo, houve infiltração em toda a extensão e profundidade do canal radicular.

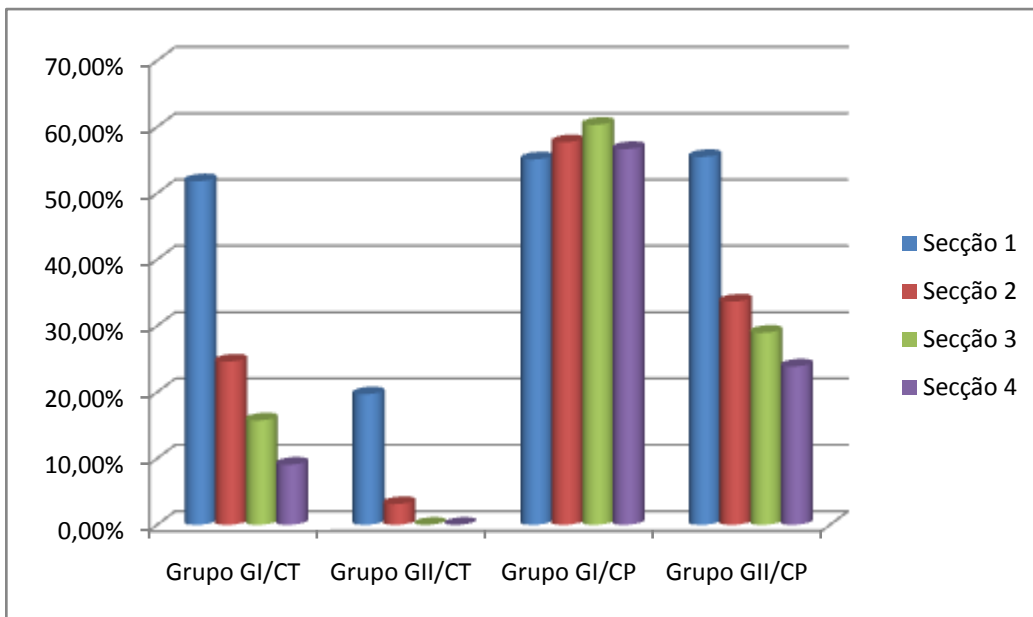


Figura 13. Gráfico representativo das extensões de infiltração nos quatro grupos avaliados.

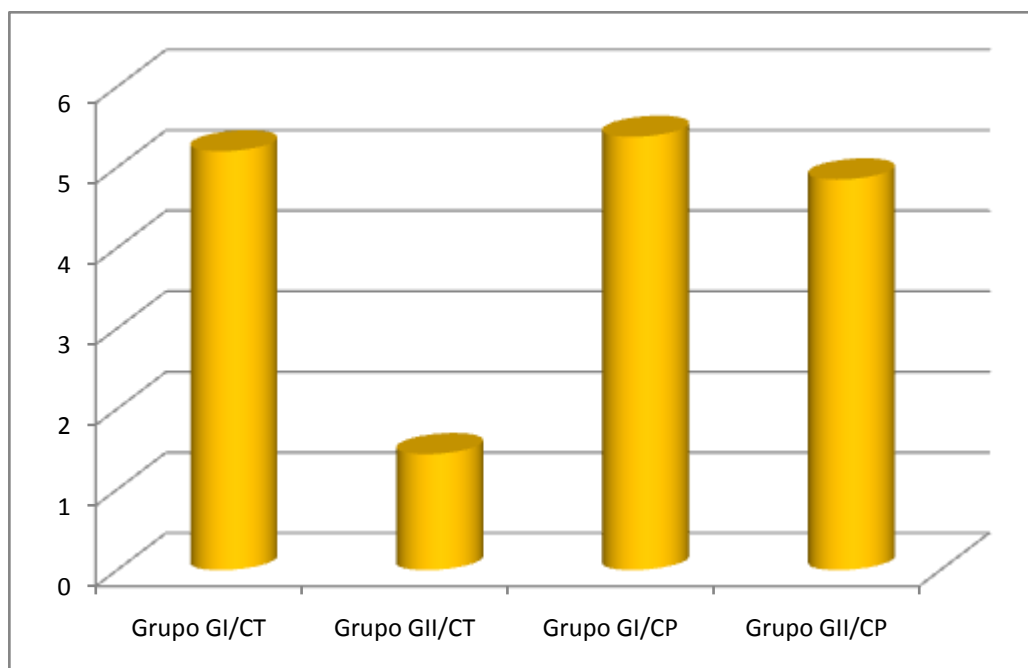


Figura 14. Gráfico representativo da profundidade de infiltração nos quatro grupos avaliados.

Discussão

6. Discussão

A presente pesquisa teve como objetivo responder ao questionamento se o Ca(OH)_2 usado como medicação intracanal que permanece no canal radicular mesmo após sua remoção clínica, influenciaria na infiltração marginal de dentes tratados endodonticamente. Além disso, nossa hipótese inicial era de que a permanência de resíduos de Ca(OH)_2 aderidos às paredes do canal poderia modificar o padrão da infiltração marginal favorecendo a penetração do corante. Nossos resultados demonstraram que o Ca(OH)_2 remanescente influenciou na infiltração marginal, porém de forma contrária ao que presumíamos, pois onde a medicação permaneceu ocorreu menor infiltração do corante tinta nanquim.

A presença destes resíduos da medicação intracanal de Ca(OH)_2 é fato comprovado pela literatura (Porkaew *et al.*, 1990; Holland *et al.*, 1993; 1995b; Margelos *et al.*, 1997; Kim & Kim, 2002; Hosoya *et al.*, 2004; Kenee *et al.*, 2006; Lambrianidis *et al.*, 2006; Contardo *et al.*, 2007; Van der Sluis *et al.*, 2007; Alves-Baldevi, 2008; Manna, 2008; Salgado *et al.*, 2009). Diferentes procedimentos já foram empregados na tentativa de remoção da medicação intracanal. Porém, até o momento, nenhum método foi totalmente eficaz. Dentre os métodos podemos citar a instrumentação do canal radicular com a lima memória e irrigação com NaOCl em diferentes concentrações, sozinho ou associado ao EDTA (Lambrianidis *et al.*, 1999; Hosoya *et al.*, 2004; Contardo *et al.*, 2007; Salgado *et al.*, 2009) ou somente com soro fisiológico (Lambrianidis *et al.*, 1999; Manna, 2008). A utilização de uma lima de maior diâmetro do que a lima memória e irrigação com solução NaOCl associado ou não ao EDTA (Porkaew *et al.*, 1990; Margelos *et al.*, 1997; Kim & Kim, 2002). Holland *et al.* em 1993, tentaram alargar o ápice com dois instrumentos de maior calibre que a lima memória e em 1995, tentaram com até cinco instrumentos de diâmetro maior que a lima memória. Todavia nenhum dos métodos teve habilidade de remover completamente o Ca(OH)_2 do interior do canal radicular. Houve ainda a associação de lima manual, com uma lima de patência no final da limpeza (Lambrianidis *et al.*, 2006), com limas rotatórias (Kenee *et al.*, 2006), com o

ultrassom (Kenee *et al.*, 2006; Alves-Baldevi, 2008). O uso do ultrassom apenas (Van der Sluis *et al.*, 2007) ou de somente soluções irrigantes, como NaOCl, EDTA-C, ácido cítrico e EDTA-T 17% (Salgado *et al.*, 2009) foram outras formas de limpeza que não conseguiram remover o Ca(OH)_2 do interior dos sistemas de canais radiculares.

A partir da certeza que o Ca(OH)_2 permanece dentro do canal radicular, independente da técnica de remoção do mesmo que possa ser empregada, questionou-se na presente pesquisa se após a obturação do canal, estes resíduos poderiam influenciar no padrão da infiltração marginal. Porkaew *et al.* (1990), sugeriram que o Ca(OH)_2 residual seria incorporado ao cimento obturador, o que causaria por si só, decréscimo na permeabilidade da obturação. Além disso, seria transportado ou forçado mecanicamente para dentro dos túbulos dentinários, o que promoveria a oclusão destes. Çaliskan *et al.* (1998) e Çalt & Serper (1999) em estudos utilizando a MEV, não observaram o Ca(OH)_2 no interior dos túbulos dentinários, mas sim, como uma fina camada cobrindo a superfície do *smear layer* nas paredes do canal radicular. O transporte do Ca(OH)_2 para dentro dos túbulos dentinários poderia ocorrer durante a condensação lateral (Çaliskan *et al.*, 1998).

Holland *et al.*, em uma série de estudos de infiltração (Holland & Murata, 1993; Holland *et al.*, 1995a; 1996), propuseram que os resíduos de Ca(OH)_2 determinariam aceleração do tempo de presa e principalmente a expansão de alguns cimentos, o que proporcionaria uma melhor adaptação às paredes do canal radicular. A interação entre o cimento à base de OZE e o Ca(OH)_2 foi estudada por Margelos *et al.* em 1997, que observaram que a camada de cimento em contato com Ca(OH)_2 é rapidamente solidificada devido à reação do Ca(OH)_2 e o eugenol. Este endurecimento exibiu no cimento pobre coesão e aparência granular, demonstrando que a camada de cimento em contato com o Ca(OH)_2 foi essencialmente destruída. A interação entre os dois materiais, segundo os autores, seria capaz de criar desde a dificuldade para introdução do cone de guta-percha em toda a extensão de trabalho, podendo até mesmo comprometer a capacidade seladora do cimento, e em longo prazo,

resultar no insucesso na obturação. Kim & Kim (2002), encontraram o cimento à base de OZE quebradiço, com superfície irregular, com fendas e espaços nos dentes que receberam previamente a medicação com Ca(OH)_2 . Os autores sugeriram que o rápido endurecimento do cimento causado pelo Ca(OH)_2 impediu o total selamento da guta-percha, contrariando as observações feitas nos estudos de Holland *et al.* (Holland & Murata,1993; Holland *et al.*,1995a; 1996).

Com relação aos demais cimentos endodônticos, Barbizam *et al.* (2008) sugeriram que os resíduos de Ca(OH)_2 que permaneceram no canal radicular interferiram com a adesão do cimento resinoso (Epiphany) na parede dentinária. Chung *et al.* (2001) ao testar a resistência de união de um cimento à base de Ionômero de vidro, encontraram que o Ca(OH)_2 reduziu significativamente a resistência de união do cimento (Ketac-Endo) à parede do canal radicular. Segundo eles, quanto melhor a habilidade do cimento em aderir à parede de dentina do canal, melhor será a resistência a fratura vertical da raiz, além de possibilitar uma habilidade de selamento superior (Chung *et al.*, 2001). O contato dos resíduos de Ca(OH)_2 da medicação diminuiu a viscosidade, o tempo de trabalho e de presa dos diferentes cimentos testados por Hosoya *et al.* (2004). Os cimentos testados foram: à base de óxido de zinco sem (Canals-N) ou com eugenol (Canals), à base de ionômero de vidro (Ketac-Endo) ou à base de Ca(OH)_2 (Sealapex). A extrema redução na viscosidade e no tempo de trabalho resultou em impossibilidade de trabalhar efetivamente com o material, aumentando as chances de criar espaço na interface material obturador/parede dentinária (Hosoya *et al.*, 2004). Além dos túbulos dentinários, os resíduos de Ca(OH)_2 podem bloquear as entradas dos canais laterais, o que reduz ou impede a penetração do cimento ou guta-percha dentro destes (Goldberg *et al.*, 2002).

Porkaew *et al.* (1990) afirmaram haver a possibilidade do Ca(OH)_2 remanescente reagir com os fluídos teciduais para formar carbonato de cálcio, o qual é reabsorvível e em longo prazo, poderia criar espaços na interface obturação-parede do canal radicular. Tal suposição já havia sido confirmada

dois anos antes por Tronstad *et al.* (1988), em um estudo *in vivo* no qual testou a solubilidade da medicação intracanal de Ca(OH)_2 associada ao soro fisiológico, e de dois cimentos à base de Ca(OH)_2 (Sealapex e CRCS). Os resultados mostraram que a pasta de Ca(OH)_2 com soro fisiológico foi totalmente solubilizada após 90 dias pelo fluido tecidual e reabsorvida pelos tecidos circundantes.

Os primeiros estudos de infiltração que avaliaram o efeito da medicação intracanal de Ca(OH)_2 no selamento apical concluíram, a partir de seus resultados, que a presença do Ca(OH)_2 diminuiu a infiltração e determinou significativa melhora na qualidade do selamento marginal da obturação do canal radicular (Porkaew *et al.*, 1990; Holland *et al.*, 1993; Holland & Murata, 1993; Holland *et al.*, 1995a; 1995b; Moraes *et al.*, 2000). Todos estes estudos usaram o corante azul de metileno para verificar a infiltração dos dentes que receberam ou não a medicação intracanal de Ca(OH)_2 previamente à obturação do canal radicular. Quando outras técnicas de infiltração e outros tipos de corantes começaram a ser utilizados nas pesquisas os resultados encontrados foram diferentes. Os estudos que usaram o método de transporte de fluido para quantificar a infiltração nos dentes com ou sem o uso prévio da medicação de Ca(OH)_2 não encontraram diferenças estatísticas entre os grupos (Kontakiotis *et al.*, 1997; Brandão, 2005; Kontakiotis *et al.*, 2008). Resultados semelhantes aos encontrados com o método de transporte de fluido foram mostrados quando se usou o corante Rodamina B para infiltração (Moraes *et al.*, 2005; Brandão, 2005). Quando o corante tinta nanquim foi empregado, os resultados foram controversos. Nos estudos de Kim & Kim (2002) e de Contardo *et al.* (2007), os maiores valores de infiltração foram achados nos grupos que receberam o Ca(OH)_2 prévio à obturação, enquanto Çaliskan *et al.* (1998) encontraram resultados diferentes de acordo com o cimento usado na obturação. Os menores valores de infiltração da tinta nanquim foram apresentados pelos dentes que receberam medicação de Ca(OH)_2 e foram obturados com cimento à base de OZE (Diaket). Entretanto não houve diferença estatística quanto à infiltração da tinta nanquim quando as

amostras receberam o Ca(OH)_2 e foram obturadas com cimento à base de Ca(OH)_2 (CRCS). Segundo os autores, a presença de resíduos de Ca(OH)_2 não foi o único fator na redução da infiltração apical, pois o tipo de cimento usado também foi importante.

A maior razão para a diferença de resultados entre os primeiros estudos de infiltração e as pesquisas posteriores é o fato do corante azul de metileno perder a coloração quando em contato com alguns materiais obturadores, como o Ca(OH)_2 , devido à sua incompatibilidade com substâncias alcalinas (Kontakiotis *et al.*, 1997; Wu *et al.*, 1998). Os vários trabalhos que mensuraram a penetração do azul de metileno nos espaços vazios da obturação podem ter tido seus resultados analisados de maneira incorreta (Wu *et al.*, 1998). Alguns autores sugeriram que deve ocorrer alguma interação química entre Ca(OH)_2 e a dentina (Moraes *et al.*, 2000), e se não, entre o Ca(OH)_2 e o azul de metileno, de maneira que a dentina não sofra marcação pelo corante, e fique como que impermeabilizada quimicamente a ele (Moraes *et al.*, 2000; Brandão, 2005). Ainda outros consideraram que infiltração pode ter ocorrido e ter sido mascarada pela neutralização da habilidade marcadora do azul de metileno causada pelo Ca(OH)_2 (Moraes *et al.*, 2005). A descoloração do corante azul de metileno quando em contato com substâncias alcalinas foi comprovado pelo estudo de Wu *et al.* (1998), no qual mediram a densidade óptica deste corante em diferentes intervalos de tempo. E o azul de metileno sofreu descoloração em todos os intervalos de tempo (0, 24, 48 e 72 horas) para todos os materiais alcalinos (Ca(OH)_2 , MTA e sulfato de cálcio). Já no período de 24 horas, no grupo do Ca(OH)_2 , a densidade óptica da solução corante diminuiu em 73%. A conclusão dos autores, diante dos resultados, foi a de que o azul de metileno pode ser descolorido por alguns materiais obturadores, o que pode gerar resultados não confiáveis nos estudos de infiltração quando esta solução corante é utilizada.

Apesar da literatura já apresentar vários estudos de infiltração com corante, ainda não há uma resposta conclusiva sobre qual seria a influência dos resíduos de Ca(OH)_2 na obturação do canal radicular. Isto porque, dentro

de um estudo de infiltração, a mudança de um único fator de variação pode gerar resultados diferentes dentro de uma mesma metodologia. Pode-se dar como exemplo, a comprovação da descoloração do azul de metileno pelo $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Wu *et al.*, 1998), que colocou em dúvida os resultados de todos os estudos anteriores que empregaram em sua metodologia estes dois materiais. A penetração da solução corante descolorida ao longo do canal radicular pode não ficar visível, o que faz a mensuração da penetração do corante pouco confiável (Wu *et al.*, 1998). Para determinar quais corantes são mais apropriados para investigação *in vitro* de microinfiltração é importante entender suas propriedades físicas e químicas com o objetivo de prever suas possíveis reações com os materiais restauradores e as estruturas dentárias (Youngson *et al.*, 1998; Öztan *et al.*, 2001).

Os fatores de variação associados aos métodos de infiltração incluem o período entre a obturação e a imersão, o tempo das amostras dentro do corante, o tipo de corante usado, a presença ou ausência da *smear layer*, a presença de ar ou líquido dentro do canal após sua obturação (Wu & Wesselink, 1993). Wu & Wesselink (1993) após compararem as metodologias dos estudos de infiltração, através de uma revisão de literatura dos artigos publicados entre 1971 a 1990, propuseram algumas recomendações a serem consideradas para realizar este tipo de estudo. Dentre elas:

1. Diminuir as variações de comprimento e anatomia das raízes das amostras experimentais, além de controlar o diâmetro e a patência do forame após a instrumentação;
2. Quantificar o volume de corante que penetrou nas amostras;
3. Tentar excluir problemas causados pela entrada de ar ou líquido, pelo uso de ambiente a vácuo ou pressão positiva, os quais forçam as bolhas de ar ou fluídos para fora do canal;
4. Conhecer o pH do corante usado durante o estudo.

A necessidade da padronização dos fatores que possam influenciar a penetração do corante quando se avalia a metodologia de estudo de

infiltração é primordial (Katz *et al.*, 1998). Principalmente para se estudar as propriedades adesivas dos materiais obturadores (Kazemi & Spandberg, 1995). A variedade de métodos de avaliação e de seus parâmetros pode ser a maior razão da pobre concordância existente entre os achados relatados dos estudos de infiltração (Editorial J Endod, 2007).

O principal desafio dos testes de infiltração no laboratório é desenvolver estruturas experimentais que possam gerar resultados reproduzíveis e conclusões precisas quanto à habilidade de selamento dos materiais e técnicas testados. Além disso, é importante ser capaz de avaliar os achados laboratoriais com a real situação clínica. A condição crucial para se conseguir isso é encontrar um método padronizado, confiável e reproduzível (De-Deus *et al.*, 2008).

Diante desta necessidade de um estudo de infiltração com um método padronizado, reproduzível e com resultados baseados em análises quantitativas adequadas, e após a revisão de toda metodologia apresentada até o presente momento pela literatura, achamos pertinente a realização da presente pesquisa. A considerar as recomendações feitas por Wu & Wesselink (1993), uma série de cuidados foi observada durante a parte experimental. Começou pela padronização das amostras, quanto ao comprimento e a anatomia, especialmente com relação à localização e ao diâmetro anatômico do ápice. Poderia se questionar quanto ao uso de dentes bovinos ao invés de humanos como amostra experimental, se isso teria algum efeito nos resultados. Camargo *et al.* (2006), ao compararem o pH e a liberação dos íons cálcio de pastas com Ca(OH)_2 em dentes bovinos e dentes humanos, concluíram que é possível o uso de dentes bovinos para este tipo de estudo. No ano seguinte, o mesmo autor e seus colaboradores realizaram um estudo para avaliar o número e diâmetro dos túbulos dentinários nos três terços dos canais radiculares de dentes bovinos e dentes humanos. A proposta foi estabelecer possíveis parâmetros para o uso de dentes bovinos no lugar de dentes humanos na pesquisa científica. Após a análise na MEV, tiveram como resultados que não foi encontrada diferença estatística entre os dentes dos

dois espécimes estudados quanto ao diâmetro dos túbulos (Camargo *et al.*, 2007). Chung *et al.* (2001) utilizaram a dentina bovina como substrato para adesão em sua pesquisa, pelo fato da mesma ser uniforme e representar uma alternativa apropriada para o dente humano. A escolha por dentes bovinos também foi feita pela facilidade de obtenção, por apresentarem baixo índice de cárie (Camargo *et al.*, 2007) e por terem sido usados em estudos anteriores (Wu *et al.*, 1994; 1995; Chung *et al.*, 2001; Alves-Baldevi, 2008; Manna, 2008).

Ainda com relação às amostras experimentais, foram empregadas raízes tanto no seu comprimento total (20,0 mm), quanto sem o terço apical e parte do terço médio (6,0 mm). O uso destes corpos de prova com apenas 6,0 mm de comprimento teve como objetivo remover a variação anatômica da área do delta apical. Esta área apical poderia acumular corante e assim interferir na mensuração da infiltração que ocorreu dentro do canal radicular (Porkaew *et al.*, 1990). Este tipo de corpo de prova já foi utilizado em estudos de infiltração com a mesma finalidade (Wu *et al.*, 1994; 1995). Na tentativa de minimizar as variações anatômicas, a maioria dos estudos utiliza o mesmo grupo dental, com características semelhantes, além de removerem as coroas e/ou as pontas das raízes dos dentes (Kazemi & Spandberg, 1995; Kontakiotis *et al.*, 1997). Modelos com canais simulados em blocos de resina (Pathomvanich & Edmunds, 1996), tubos de vidro (Masters *et al.*, 1995; Plotino *et al.*, 2007) ou blocos plásticos (Chohayed, 1992) também foram empregados por permitirem a padronização do diâmetro apical e do comprimento do canal, o que possibilitou comparações de preparo, irrigação e obturação em condições experimentais sem a variabilidade do material biológico das amostras (Pathomvanich & Edmunds, 1996).

Atenção especial também foi dada durante a parte experimental da presente pesquisa, a qual foi realizada por um único operador, a fim de manter a padronização nas etapas do preparo biomecânico, da colocação e remoção da medicação intracanal e da obturação dos canais radiculares.

O corante de escolha para este estudo foi à tinta nanquim, pois apresenta pH, tamanho das partículas e capacidade de infiltração apropriados para testes de microinfiltração (Youngson *et al.*, 1998). Suas menores partículas são menores do que os micro-organismos, e por isso pode passar através das fendas do cimento e ser usado como um indicador de habilidade de selamento (Yoshikawa *et al.*, 1997). Por não manchar a dentina e mostrar somente o padrão de infiltração (Çaliskan *et al.*, 1998) já foi empregado em muitos estudos de infiltração (Pollard *et al.*, 1990; Chohayed, 1992; Karagöz-Küçükay *et al.*, 1993; Dickson & Peters, 1993; Roda & Gutmann, 1995; Katz *et al.*, 1998; Çaliskan *et al.*, 1998; Kim & Kim, 2002; Hosoya *et al.*, 2004; Contardo *et al.*, 2007). Este corante pode ser usado em amostras obturadas pelo cimento à base de OZE, pois algumas partículas da tinta nanquim são menores do que os espaços da superfície deste cimento (Yoshikawa *et al.*, 1997). Além disso, não apresentou efeito de descoloração em contato com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como o corante azul de metileno (Çaliskan *et al.*, 1998).

Outro cuidado tomado pelo presente trabalho foi realizar a remoção do ar antes e após a imersão das amostras na solução corante como forma de evitar qualquer possibilidade de permanência de ar no interior dos canais radiculares. A entrada de ar pode inibir a penetração do corante, o que resultaria na falha em demonstrar os espaços existentes na interface obturação/parede do canal radicular (Goldman *et al.*, 1989). Alguns estudos usaram o vácuo antes da imersão no corante (Goldman *et al.*, 1989; Roda & Gutmann, 1995), enquanto a maioria deles usou depois (Dickson & Peters, 1993; Holland & Murata, 1993; Holland *et al.*, 1993; 1995a; 1995b; Kazemi & Spandberg, 1995; Holland *et al.*, 1996; Katz *et al.*, 1998; Çaliskan *et al.*, 1998; Holland *et al.*, 2004). Somente duas pesquisas fizeram a remoção do ar antes e após a imersão no corante (Masters *et al.*, 1995; Susini *et al.*, 2006). O momento da aplicação do vácuo é de suma importância, por influenciar na profundidade de penetração do corante (Plotino *et al.*, 2007). Plotino *et al.*, em 2007, encontraram a máxima extensão de penetração linear do corante azul de metileno, quando o vácuo foi aplicado antes da imersão das amostras dentro

do corante, independente das condições de pressão (5 KPa, 35 KPa ou 70 KPa).

A posição da amostra dentro da solução corante também é um fator de variação no momento da infiltração, o qual não é mencionado na maioria das pesquisas que usaram métodos de infiltração com corante (Holland & Murata, 1993; Holland *et al.*, 1993; 1995a; 1995b; 1996; Çaliskan *et al.*, 1998; Camps & Pashley, 2003; Holland *et al.*, 2004; Susini *et al.*, 2006). Plotino *et al.* (2007) realizaram um estudo comparativo da penetração do corante nas amostras em diferentes posições e, diante dos resultados, a posição vertical com o ápice voltado para cima ou para baixo pareceu influenciar negativamente na infiltração do corante. Os autores recomendaram posicionar a amostra na horizontal durante a imersão, como foi feito em nossa pesquisa e em estudos prévios (Goldman *et al.*, 1989; Roda & Gutmann, 1995; Masters *et al.*, 1995; Katz *et al.*, 1998).

A solução corante tinta nanquim geralmente tem sua penetração quantificada após a diafanização das amostras experimentais. Este processo que torna o dente transparente é muito usado (Pollard *et al.*, 1990; Chohayed, 1992; Dickson & Peters, 1993; Karagöz-Küçükay *et al.*, 1993; Roda & Gutmann, 1995; Katz *et al.*, 1998; Hosoya *et al.*, 2004; Karagenç *et al.*, 2006) por apresentar uma visão tridimensional da obturação, além de se conseguir observar os canais que não foram obturados ou a presença de instrumentos fraturados (Oliver & Abbott, 2001). Porém leva muito tempo para ser realizado e pode causar a dissolução do corante (Oliver & Abbott, 2001). A diafanização apesar de ser um método simples e de fácil execução, apresenta menor precisão na mensuração da infiltração do corante (Tamse *et al.*, 1998). Ao comparar a diafanização com o método de secção transversal, Tamse *et al.* (1998) encontraram que houve diferença estatística significativa com relação à infiltração da tinta nanquim entre os dois grupos analisados. Os maiores valores de infiltração foram observados nos grupos em que as amostras após a imersão na tinta nanquim foram seccionadas transversalmente para análise. O mesmo resultado foi encontrado por Roggendorf *et al.* (2007) ao realizarem um

estudo semelhante nove anos depois. Os autores ainda observaram que, através dos cortes transversais, houve a possibilidade de verificar a profundidade, a área de penetração e a distribuição do corante no cimento e dentro da obturação (Roggendorf *et al.*, 2007).

Grande parte dos estudos utiliza cortes longitudinais das raízes dos grupos experimentais para análise da infiltração do corante (Matloff *et al.*, 1982; Weisenseel *et al.*, 1987; Goldman *et al.*, 1989; Porkaew *et al.*, 1990; Holland & Murata, 1993; Holland *et al.*, 1993; 1995a; 1995b; Masters *et al.*; 1995; Holland *et al.*, 1996; Kontakiotis *et al.*, 1997; Margelos *et al.*, 1997; Çaliskan *et al.*, 1998; Moraes *et al.*, 2000; Pommel *et al.*, 2001; Hosoya *et al.*, 2004; Brandão, 2005), devido ao menor tempo e custo para serem realizados e a facilidade de execução (Oliver & Abbott, 2001). Contudo, não se consegue por meio destes cortes avaliar a qualidade da obturação, pois só um plano pode ser examinado e, em casos de canais curvos são necessários cortes adicionais para se obter a correta direção (Limkangwalmongkol *et al.*, 1992; Pathomvanich & Edmunds, 1996). A desvantagem da análise por meio de secções longitudinais que mais interferiria em nosso estudo é a dificuldade de se observar a máxima profundidade do corante (Pathomvanich & Edmunds, 1996). O fato do método de secção transversal demandar instrumento especial de corte e mensuradores precisos para calcular a profundidade e a extensão de penetração do corante (Tamse *et al.*, 1998) são os principais motivos para poucos estudos de infiltração usarem este tipo de secção (Limkangwalmongkol *et al.*, 1991; Kazemi & Spandberg, 1995; Kim & Kim, 2002; Moraes *et al.*, 2005; Roggendorf *et al.*, 2007). Além disso, outra desvantagem é a possibilidade de perda de estrutura dentária das amostras durante o processo de corte (Limkangwalmongkol *et al.*, 1992). Mas isto foi solucionado por alguns estudos (Limkangwalmongkol *et al.*, 1991; Kazemi & Spandberg, 1995; Roggendorf *et al.*, 2007), inclusive na presente pesquisa, ao se incluir toda a amostra com resina epóxica formando blocos que facilitaram o corte e evitaram a perda estrutural. Nossa opção pelo uso das secções transversais, apesar da dificuldade de execução e da necessidade de preparo especial das amostras

para o corte, foi a análise tridimensional obtida da infiltração do corante em toda a extensão e profundidade das raízes testadas. A precisão dos resultados deste trabalho pode ser justificada não só pela padronização das amostras, das etapas experimentais e do uso de secções transversais, mas também pela forma como a infiltração do corante foi observada e quantificada. Os estudos que usaram o método de infiltração de corante para avaliar o efeito da medicação com Ca(OH)_2 na obturação do canal radicular, em sua maioria observaram as amostras em nível de microscopia (Porkaew *et al.*, 1990; Kontakiotis *et al.*, 1997; Çaliskan *et al.*, 1998; Moraes *et al.*, 2000; Kim & Kim, 2002; Moraes *et al.*, 2005) ou de uma lupa estereomicroscópica com uma ocular milimetrada (Holland *et al.*, 1993; 1995a; 1995b). Além de alguns destes trabalhos usarem a classificação por scores para obter seus resultados ao invés de quantificarem em milímetros a penetração do corante (Çaliskan *et al.*, 1998; Moraes *et al.*, 2005). Nosso estudo mensurou a penetração do corante em milímetros ao longo do canal radicular, pelo computador com o auxílio do Programa Image Tool 3.00, através das imagens fotográficas digitais das secções dos grupos experimentais. Metodologia semelhante foi utilizada por Brandão em 2005 para avaliar, como no nosso trabalho, a influência da medicação de Ca(OH)_2 sobre o grau de infiltração apical de raízes obturadas. Porém, na pesquisa de Brandão (2005), tal avaliação foi feita por meio dos métodos de transporte de fluído e de infiltração com os corantes azul de metileno e Rodamina B. No ano de 2007, Contardo *et al.* também fizeram uso de imagens digitais e mensuração da infiltração do corante por meio do computador, mas o programa utilizado por aqueles pesquisadores foi o AUTOCAD R14.0. Os autores investigaram a influência do Ca(OH)_2 usado como medicação intracanal na qualidade de selamento apical de dois diferentes cimentos, um à base de silicone (RoekoSeal) e outro à base de resina dual (Scotchbond MP + C&B Cement). A vantagem dos programas de computador é fornecer quantificações em valores absolutos, sem o risco de interpretações subjetivas da infiltração de acordo com o pesquisador que a analisa, como pode ocorrer com o uso de um microscópio ou de uma lupa estereomicroscópica com uma ocular milimetrada.

Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos encontrados por Çaliskan *et al.* (1998), os quais os menores valores de infiltração da tinta nanquim ocorreram nos grupos que receberam a medicação intracanal de Ca(OH)₂ e foram obturados com cimento à base de OZE. No estudo de Çaliskan *et al.* (1998), as amostras seccionadas longitudinalmente foram analisadas com o auxílio de um estereomicroscópio e classificadas por scores de 0 a 4; a saber o score zero significava que não havia a presença de corante, o score 1 infiltração de 1,0 mm, o score 2 de 1,5 mm, o score 3 de 2,0 mm e o score 4 infiltração maior do que 2,0 mm. Com relação às outras pesquisas com métodos de infiltração com o emprego da tinta nanquim e avaliando o efeito da medicação de Ca(OH)₂ na obturação do canal radicular, os resultados foram contrários aos observados em nosso estudo. Todas apresentaram os maiores valores de infiltração nos grupos que receberam a medicação prévia a obturação (Kim & Kim, 2002; Hosoya *et al.*, 2004; Contardo *et al.*, 2007). Ao analisar todas as etapas da metodologia usada nestas pesquisas, pode-se justificar a controvérsia entre os resultados pela diferença no preparo das amostras para observação da infiltração e/ou na forma como esta infiltração foi quantificada. Kim & Kim (2002) observaram a infiltração da tinta nanquim através de secções transversais de 1,0 mm de espessura da região apical como foi feito em nosso trabalho. Porém, ao avaliar esta penetração do corante não quantificou em milímetros o perímetro infiltrado (extensão) e nem a profundidade, mas apenas contou o número de amostras com infiltração em cada secção. Os resultados de Kim & Kim (2002) foram baseados só no número de amostras que, ao serem observadas, mostraram a presença de corante em cada uma das cinco secções e não o quanto deste corante penetrou em cada secção, como fizemos em nosso trabalho. Nas pesquisas de Hosoya *et al.* (2004) e Contardo *et al.* (2007), as amostras foram diafanizadas para a observação da infiltração da tinta nanquim. Estudos prévios que comparam a infiltração de tinta nanquim em secções transversais e amostras diafanizadas mostraram que os resultados foram diferentes de acordo com a forma como as raízes foram preparadas para observação (Tamse *et al.*, 1998; Roggendorf *et al.*, 2007). Além disso, no estudo de

Contardo *et al.* (2007) os cimentos e técnica usados para obturação dos canais radiculares foram diferentes do empregado em nosso trabalho. Cimentos à base de silicone (RoekoSeal) e à base de resina dual (Scotchbond MP + C&B Cement) foram associados à guta-percha termoplastificada, enquanto no nosso trabalho o cimento de escolha foi à base de OZE e a técnica usada foi a de condensação lateral (Endofill). O uso de materiais obturadores diferentes pode influenciar nos resultados (Karagöz-Küçükay *et al.*, 1993), em especial o tipo de cimento usado (Çaliskan *et al.*, 1998).

Vale ressaltar que os mesmos resultados quanto aos valores de infiltração foram encontrados no presente trabalho, tanto nas amostras com o comprimento total (20,0 mm), quanto nos corpos de prova (6,0 mm). O fato da quantificação de penetração do corante ter sido feita tanto em extensão (perímetro infiltrado) quanto em profundidade (número de secções infiltradas), proporciona maior precisão no resultado encontrado em nosso trabalho. Isto porque, quando a infiltração da tinta nanquim foi quantificada em amostras diafanizadas, somente a profundidade foi obtida (Hosoya *et al.*, 2004; Contardo *et al.*, 2007). E no estudo de Kim & Kim (2002) no qual os resultados foram baseados no número de secções infiltradas por amostra, não se obteve o valor absoluto da infiltração em milímetros (extensão), mas só a informação se a secção apresentava corante ou não.

A menor infiltração de tinta nanquim nas amostras que receberam a medicação com Ca(OH)_2 neste estudo, em nossa opinião, não significa que houve aumento da habilidade de selamento da obturação. Muito menos que a presença dos resíduos de Ca(OH)_2 no canal radicular causou descoloração na tinta nanquim como no caso do azul de metileno, pois não há estudos que confirmem isso. O que há são estudos como o de Kubo *et al.* (2008), que avaliaram o efeito na densidade óptica de três corantes, dentre eles a tinta nanquim, expostos a diferentes materiais endodônticos. O único dos materiais testados que apresentava Ca(OH)_2 na composição foi o cimento Sealapex, o qual apresentou em suas amostras uma diminuição nos valores de densidade óptica da tinta nanquim após 48 e 72 horas. Além disso, os autores observaram

visualmente a diminuição na intensidade da coloração do corante com o passar do tempo. E segundo eles, a diminuição da densidade óptica pode ser causada pela interação da partícula solúvel do material testado com a solução corante pela formação de uma solução química incolor. A mesma diminuição da densidade óptica da tinta nanquim em contato com o cimento à base de Ca(OH)_2 (Sealapex) foi encontrada na pesquisa de Öztan *et al.* (2001). Entretanto a opinião dos autores quanto ao significado desta diminuição é muito diferente da afirmação de Kubo *et al.* (2008). Segundo Öztan *et al.* (2001) a diminuição do valor da densidade óptica significou redução na concentração da solução corante, o que indicou que houve transferência de partículas da solução corante para o cimento. E como não criou dissolução no cimento, a mensuração linear da penetração da tinta nanquim entre o material obturador e a parede do canal refletiram a penetração real. Por causa da controvérsia entre as conclusões dos estudos que avaliaram a densidade óptica da tinta nanquim, e por nenhum ter testado o Ca(OH)_2 , puro ou associado a algum veículo, não podemos ter certeza da descoloração deste corante em contato com o Ca(OH)_2 .

Acreditamos que a tinta nanquim foi na verdade impedida de penetrar quando o Ca(OH)_2 estava presente dentro do canal radicular; talvez por alguma interação química ou pela formação de uma barreira física. O esclarecimento desta dúvida foi tentado por meio de um plano piloto onde, 15 tubos de plástico polietileno (15,0 mm X 2,0 mm) foram divididos em cinco grupos (n=3) de acordo com o material de preenchimento. Os materiais testados foram Ca(OH)_2 PA (puro) ou associado ao soro fisiológico, um cimento à base de Ca(OH)_2 (Sealer 26) e outro à base de OZE (Endofill), além do grupo controle, o qual não foi preenchido. Decorridos três dias após a colocação da material, os tubos plásticos foram imersos em tinta nanquim por 72 horas, e em seguida, lavados em água corrente para realização das imagens fotográficas digitais. Observou-se, a partir da visualização por meio de uma lupa estereomicroscópica que não houve infiltração nos grupos preenchidos com Ca(OH)_2 sozinho ou associado ao soro fisiológico. A maior

infiltração foi observada no grupo com o cimento à base de OZE, enquanto o grupo com o cimento à base de Ca(OH)_2 apresentou pequena ou nenhuma infiltração (ver imagens do Anexo IX). Maiores estudos serão necessários para confirmar nossa suposição.

A maior infiltração de corante observada na presente pesquisa quando não se usou a medicação com Ca(OH)_2 prévia à obturação, não pode ser extrapolada para a situação clínica por ser um teste *in vitro*. Deve-se levar em consideração que a difusão do fluido tecidual nos espaços entre a parede do canal e a obturação pode não ocorrer tão facilmente *in vivo* como os marcadores (corantes) usados nos experimentos (Matloff *et al.*, 1982). Considerou-se correta a afirmação de Oliver & Abbott (2001) que a falha na obturação do canal radicular somente representa um potencial de contaminação, sobrevivência e proliferação futura bacteriana. Há muitas interações possíveis entre a cavidade oral, o dente, os tecidos periapicais, os fluídos teciduais e o conteúdo do canal radicular que podem não ser incluídas nos estudos de penetração de corante. Não há método para determinar infiltração *in vivo* e não há evidência para sustentar a afirmação de que se deve preferir utilizar *in vivo* o material ou técnica que, *in vitro*, apresente menor infiltração (Goldman *et al.*, 1989). Estudos de penetração de corante somente avaliam o potencial de difusão para dentro do canal de moléculas de corante diluídas, mas não mensuram a possibilidade de infiltração bacteriana do canal radicular pela região periapical. Assim podemos avaliar a qualidade da obturação do canal radicular, mas não o sucesso desta obturação (Susini *et al.*, 2006). O sucesso do tratamento endodôntico finalmente dependerá da resposta do hospedeiro e adaptação da infiltração apical e coronária que ocorre após o tratamento endodôntico (Oliver & Abbott, 2001).

Concordamos com De-Deus (2008), ao afirmar que, apesar dos resultados dos estudos laboratoriais não poderem ser diretamente extrapolados para situação clínica, é muito proveitoso que a efetividade clínica dos materiais ou técnicas endodônticas possa ser previsto nos achados *in vitro*. E com Wu (2008), ao sugerir que os estudos de infiltração não deveriam ser rejeitados

simplesmente porque seus resultados não demonstram relação com o resultado radiográfico do tratamento. A evidência radiográfica de alteração apical (sucesso/saúde, falha/doença) é a maior referência usada para determinar o resultado do tratamento do canal radicular, porém, sua precisão é questionável (Estrela *et al.*, 2008). Segundo Estrela *et al.* (2008), o uso das imagens radiográficas convencionais para detecção de periodontite apical deveria ser feito com cuidado por causa da grande possibilidade de diagnóstico falso-negativo. Isto porque só é possível identificar a periodontite apical com estes métodos se esta já se encontra em um estágio avançado de perda mineral óssea. Diante disso, concordamos com Wu (2008) ao questionar como é possível detectar a correlação entre o resultado do tratamento *in vivo* e os resultados dos estudos de infiltração, se a referência chave de sucesso endodôntico é pouco confiável.

Ao final da presente pesquisa, após a leitura da literatura pertinente ao assunto e a avaliação da parte experimental, acreditamos que as controvérsias da literatura sobre o tema se devem à falta de padronização neste tipo de estudo, onde a mudança de um único fator de variação pode gerar resultados diferentes dentro de uma mesma metodologia. A literatura ainda não encontrou a relação entre os achados dos estudos *in vitro* com a realidade clínica.

O que ficou constatado em nosso trabalho é que na amostragem onde foi utilizada a medicação intracanal de Ca(OH)_2 houve influência no padrão de infiltração apical após a obturação do canal radicular. Se esta influência é positiva ou negativa ainda não se sabe. Nosso questionamento agora é se, ao longo do tempo, o hidróxido de cálcio por apresentar propriedades físicas instáveis, poderia interferir no prognóstico do tratamento pela infiltração marginal ou pela presença de reabsorções na região apical.

Como sugestão, novas pesquisas devem ser realizadas com a finalidade de desenvolver veículos associados ao Ca(OH)_2 , que facilitem a sua remoção, pois esta medicação apresenta propriedades comprovadamente

favoráveis ao tratamento endodôntico. Ou ainda pesquisas que elaborem substância que interaja quimicamente com o Ca(OH)_2 , facilitando com isso sua remoção do interior do canal radicular.

Conclusão

7. Conclusão

De acordo com as condições experimentais utilizadas e os resultados obtidos, concluímos que o remanescente da medicação intracanal de hidróxido de cálcio diminuiu significativamente a infiltração marginal do corante nas duas vias, forame apical e terço médio radicular. A diminuição da infiltração do corante ocorreu tanto em extensão quanto em profundidade.

Referências

Referências*

1. Alves-Baldevi RP. **Avaliação da eficiência de remoção, por técnica manual e ultrassônica, do hidróxido de cálcio associado a quatro veículos como medicação intracanal.** [dissertação] Uberlândia: Faculdade de Odontologia/UFU; 2008.
2. Barbizam JVB, Trope M, Teixeira ECN, Tanomaru-Filho M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. **Bras Dent J.** 2008;19(3):224-7.
3. Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Orstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. **Int Endod J.** 1999;32(5):370-5.
4. Brandão CG. **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] Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru/USP; 2005.
5. Çaliskan MK, Türkün M, Türkün S. Effect of calcium hydroxide as in intracanal dressing on apical leakage. **Int Endod J.** 1998;31(3):173-7.
6. Çalt S & Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. **J Endod.** 1999;25(6):431-3.
7. Camargo CHR, Bernardineli N, Valera MC, Carvalho CAT, Oliveira LD, Menezes MM, et al. Vehicle influence on calcium hydroxide pastes diffusion in human and bovine teeth. **Dent Traumatol.** 2006;22(6):302-6.
8. Camargo CHR, Siviero M, Camargo SEA, Oliveira SHG, Carvalho CAT, Valera MC. Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. **J Endod.** 2007;33(4):422-6.

9. Camps J & Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. **J Endod.** 2003;29(9):592-4.
10. Chohayed AA. Comparison of conventional root canal obturation techniques with thermafil obturators. **J Endod.** 1992;18(1):10-2.
11. Chung HA, Titley K, Torneck CD, Lawrence HP, Friedman S. Adhesion of glass-ionomer cement sealer to bovine dentin conditioned with intracanal medications. **J Endod.** 2001;27(2):85-7.
12. Contardo L, Luca M, Bevilacqua L, Breschi L, Lenarda R. Influence of calcium hydroxide debris in the quality of endodontic apical seal. **Min Stomatol.** 2007;56(10):509-14.
13. De-Deus G, Leal F, Soares J, Luna AS, Murad C, Fidel S, et al. Dye extraction results on bacterial leakproof root fillings. **J Endod.** 2008;34(9):1093-5.
14. De-Deus G. New directions in old leakage methods... **Int Endod J.** 2008;41(8):720-1.
15. Dickson SS & Peters DD. Leakage evaluation with and without vacuum of two gutta-percha fill techniques. **J Endod.** 1993;19(8):398-403.
16. Editorial Journal of Endodontics. Wanted: a base of evidence. **J Endod.** 2007;33(12):1401-2.
17. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. **J Endod.** 2008;34(3):273-9.
18. Goldberg F, Artaza LP, Silvio AC. Influence of calcium hydroxide dressing on the obturation of simulated lateral canals. **J Endod.** 2002;28(2):99-101.

19. Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1989;67(3):327-32.
20. Holland R, Murata SS, Kissimoto R, Sakagami RN, Saliba O. Infiltração marginal após o emprego do hidróxido de cálcio como curativo de demora. **Rev Odontol UNESP.** 1993;22(2):249-55.
21. Holland R & Murata SS. Efeito do hidróxido de cálcio como curativo de demora no selamento marginal após a obturação do canal. **Rev Ass Paul Cir Dent.** 1993;47(6):1203-7.
22. Holland R, Murata SS, Saliba O. Efeito a curto e médio prazos dos resíduos de hidróxido de cálcio na qualidade do selamento marginal após a obturação do canal. **Rev Paul Odontol.** 1995a;XVII(2):12-5.
23. Holland R, Alexandre AC, Murata SS, Santos CA, Dezan Jr E. Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. **End Dent Traumatol.** 1995b;11(6):261-3.
24. Holland R, Murata SS, Dezan Jr E, Garlipp O. Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxide gutta-percha point. **J Endod.** 1996;22(11):71-3.
25. Holland R, Murata SS, Barbosa HG, Garlipp O, Souza V, Dezan Jr E. Apical seal of root canals with gutta-percha points with calcium hydroxide. **Braz Dent J.** 2004;15(1):26-9.
26. Hosoya N, Kurayama F, Lino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealer. **Int Endod J.** 2004;37(3):178-84.
27. Karagenç B, Gençoglu N, Ersoy M, Cansever G, Külekçi G. A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2006;102(1):110-3.

28. Karagöz-Küçükay I, Küçükay S, Bayirli G. Factors affecting apical leakage assessment. **J Endod.** 1993;19(7):362-5.
29. Katz A, Rosenwasser R, Tamse A. Root positioning and leakage to dye in extracted teeth using reduced pressure. **Int Endod J.** 1998;31(1):63-6.
30. Kazemi RB & Spandberg LSW. Effect of reduced air pressure on dye penetration in standardized voids. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 1995;80(6):720-5.
31. Kenee DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. **J Endod.** 2006;32(6):563-5.
32. Kim SK & Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. **Int Endod J.** 2002;35(7):623-8.
33. Kontakiotis EG, Wu M-K, Wesselink PR. Effect of calcium hydroxide dressing on seal permanent root filling. **End Dent Traumatol.** 1997;13(6):281-4.
34. Kontakiotis EG, Tsatsoulis IN, Papanakou SI, Tzanetakakis GN. Effect of 2% chlorhexidine gel mixed with hydroxide as an intracanal medication on the sealing ability of permanent root canal filling: a 6-month follow-up. **J Endod.** 2008;34(7):866-70.
35. Kubo CH, Valera MC, Gomes APM, Mancini MNG, Camargo CHR. The effect of endodontic materials on the optical density of dyes used in marginal leakage studies. **Bras Oral Res.** 2008;22(1):25-30.
36. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. **J Endod.** 1999;25(2):85-8.
37. Lambrianidis T, Kosti E, Boutsoukias C, Mazinis M. Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. **Int Endod J.** 2006;39(1):55-61.

38. Limkangwalmongkol S, Burtscher P, Abbott PV, Sandler AB, Bishop BM. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. **J Endod.** 1991;17(10):495-8.
39. Limkangwalmongkol S, Abott PV, Sandler AB. Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. **J Endod.** 1992;18(11):535-9.
40. Manna FF. **Avaliação quantitativa da presença de remanescentes de hidróxido de cálcio associado a diferentes veículos após a fase de remoção da medicação intracanal.** [dissertação] Uberlândia: Faculdade de Odontologia/UFU; 2008.
41. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potencial clinical problem. **J Endod.** 1997;23(1):43-8.
42. Masters J, Higa R, Torabinejad M. Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes. **J Endod.** 1995;21(6):332-4.
43. Matloff IR, Jensen JR, Singer L, Tabibi A. A comparison of methods used in root canal seal ability studies. **Oral Surg.** 1982;53(2):203-8.
44. Moraes IG, Nunes E, Berbert A, Duarte MAH, Betti LV. Influência do hidróxido de cálcio e do EDTA na marcação do azul de metileno em obturação de canais radiculares. **Rev FOB.** 2000;8(1/2): 37-44.
45. Moraes IG, Moraes FG, Mori GG, Gonçalves SB. Influence of calcium hydroxide on dyes ofr dentin labeling analyzed by means of a new methodology. **J Appl Oral Sci.** 2005;13(3):218-21.
46. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. **J Endod.** 2006;32(11):1097-101.

47. Oliver CM & Abbott PV. Correlation between clinical success and apical dye penetration. **Int Endod J.** 2001;34(8):637-44.
48. Öztan MD, Özgey E, Zaimoglu L, Erk N. The effect of various root canal sealers on India ink and different concentrations of methylene blue solutions. **J Oral Sci.** 2001;43(4):245-8.
49. Pathomvanich S & Edmunds DH. Variation in the microleakage produced by four different techniques in root fillings in a simulated root canal model. **Int Endod J.** 1996;29 (3):156-62.
50. Plotino G, Grande NM, Manzulli N, Chiaradia G, La Torre, Somma F. Influence of reduced air pressure methods on dye penetration in standardized voids. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2007;103(2):289-94.
51. Pollard BK, Weller RN, Kulild JC. A standardized technique for linear dye leakage studies immediate versus delayed immersion times. **Int Endod J.** 1990;23(5): 250-3.
52. Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. **J Endod.** 2001;27(5):347-50.
53. Porkaew P, Retief H, Barfield RD, Lacefield WR, Soong S-J. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. **J Endod.** 1990;16(8):369-74.
54. Roda RS & Gutmann JL. Reliability of reduced air pressure methods used to assess the apical seal. **Int Endod J.** 1995;28(3):154-62.
55. Roggendorf MJ, Ebert J, Petschett A, Frankenberger R. Influence of moisture on the apical seal of root canal fillings with five different types of sealer. **J Endod.** 2007;33(1):31-3.
56. Salgado RJC, Moura-Netto C, Yamazaki AK, Cardoso LN, Moura AAM, Prokopowitsch I. Comparison of different irrigants on calcium hydroxide

- medication removal: microscopic cleanliness evaluation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2009;107(4):580-4.
57. Siegel S. **Estatística não-paramétrica, para as ciências do comportamento.** Trad. Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Ed. McGraw-Hill do Brasil; 1975.
58. Susini G, Pommel L, About J, Camps J. Lack of correlation between ex vivo apical dye penetration and presence of apical radiolucencies. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2006;102(3):e19-e23.
59. Tamse A, Katz A, Kablan F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. **Int Endod J.** 1998;31(5):333-7.
60. Tronstad L, Barnett F, Flax M. Solubility and biocompatibility of calcium hydroxide-containing root canal sealers. **Endod Dent Traumatol.** 1988;4(4):152-9.
61. Van der Sluis LWM, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. **Int Endod J.** 2007;40(1):52-7.
62. Wang CS, Debelian GJ, Teixeira FB. Effect of intracanal medicament on the sealing ability of root canals filled with Resilon. **J Endod.** 2006;32(6):532-6.
63. Weisenseel JA, Hicks ML, Pelleu GB. Calcium hydroxide as an apical barrier. **J Endod.** 1987;13(1):2-5.
64. Wu M-K & Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int Endod J.** 1993;26(1):37-43.

65. Wu M-K, De Gee AJ, Wesselink PR. Leakage of four canal sealers at different thicknesses. **Int Endod J.** 1994;27(6):304-8.
66. Wu M-K, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int Endod J.** 1995;28(4):185-9.
67. Wu M-K, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. **J Dent.** 1998;26(7):585-9.
68. Wu M-K. Response. **Int Endod J.** 2008;41(8):721-3.
69. Yoshikawa M, Noguchi K, Toda T. Effect of particle sizes in India ink on its use in evaluation of apical seal. **J Osaka Dent Univ.** 1997;31(1/2):67-70.
70. Youngson CC, Glyn Jones JC, Manogue M, Smith IS. *In vitro* dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. **Int Endod J.** 1998;31(2):90-9.

ANEXO I

Medidas em milímetros do perímetro completo da obturação (**PC**) e do perímetro infiltrado pelo corante (**PI**) das secções (**S1 a S16**) com infiltração do grupo GI/CT.

Dentes		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
1*	PC	2,91	1,8	2,43													
	PI	2,91	0,47	1,22													
2	PC	2,91	2,61	4,69	5,06	5,11	5,81										
	PI	0,21	0,6	1,6	1,55	1,52	1,74										
3*	PC	1,99	1,99	2,16													
	PI	1,99	0,89	0,74													
4*	PC	1,62	2,46	4,18	5,9												
	PI	1,62	1,56	1,06	0,56												
5*	PC	3,65															
	PI	3,65															
6	PC	3,38	2,76	2,88	3,62	3,36	4,39	3,76	3,72	3,73	3,93	4,04	4,91	5,25	4,56	4,11	4,15
	PI	3,38	0,82	0,7	0,69	0,71	2,02	1,48	2,7	2,86	2,09	1,38	1,6	1,84	1,63	2,01	2,08
7*	PC	2,6	2,64	2,66													
	PI	2,6	0,55	0,69													
8*	PC	1,06	3,06	2,56	3,05	2,87	3,46	3,51	3,52	3,33	3,24	4,45	4,14	4,63			
	PI	1,06	1,55	1,54	1,78	0,89	1,71	1,28	1,4	1,76	1,67	2,58	4,64	0,86			
9*	PC	3,17	2,06														
	PI	3,17	0,92														
10*	PC	2,5	2,53														
	PI	2,5	1,24														
11*	PC	1,4	1,92	2,51	4,19	4,2	4,19										
	PI	1,4	0,7	1,11	3,55	1,5	0,86										
12*	PC	1,06	1,52	3,21	3,11												
	PI	1,06	1,52	1,16	1,26												
13	PC	2,42	3,01	3,84	6,84	3,75	3,01	4,82	4,23	4,47	4,28	4,35	4,03	3,04			
	PI	2,42	0,28	0,45	0,28	0,47	0,38	1,53	1,54	2,53	2,56	2,42	2,12	3,04			
14	PC	2,31	1,72	3,4	3,97	4,19	3,7	4,01	4,23	4,25	4,06	5,07	4,81	4,53			
	PI	2,31	0,37	0,69	1,7	1,36	1,67	0,77	1,68	1,25	0,36	0,91	0,9	2,27			
15*	PC	2,21	2,34														
	PI	0,66	0,82														
16*	PC	1,78	2,46	2,65													
	PI	1,78	1,01	1,28													
17*	PC	1,57	3,31														
	PI	1,57	1,58														
18	PC	1,59															
	PI	1,13															

* Secções que não apresentavam material obturador (cimento e/ou guta-percha).

ANEXO II

Medidas em milímetros do perímetro completo da obturação (**PC**) e do perímetro infiltrado pelo corante (**PI**) das secções (**S1** a **S3**) com infiltração do grupo GII/CT.

Dentes		S1	S2	S3
1	PC	1,42	1,42	
	PI	1,42	0,35	
2*	PC	2,96		
	PI	2,96		
3*	PC	2,06		
	PI	2,06		
4*	PC	2,37		
	PI	2,37		
5*	PC	2,37		
	PI	2,37		
6*	PC	1,78	2,7	
	PI	1,78	0,81	
7*	PC	1,9	2,4	3,99
	PI	1,9	2,4	0,18
8	PC	3,56		
	PI	3,56		
9*	PC	2,63		
	PI	2,63		
10*	PC	1,84		
	PI	1,84		
11*	PC	3,24		
	PI	3,24		
12	PC	1,19		
	PI	0,2		
13*	PC	1,17	1,49	
	PI	1,17	0,18	
14*	PC	2,09	2,58	
	PI	2,09	0,31	
15*	PC	2,23		
	PI	2,23		
16*	PC	2,7	3,14	3,59
	PI	2,7	1,84	0,98
17	PC	3,53		
	PI	3,53		
18*	PC	4,39		
	PI	4,39		

* Secções que não apresentavam material obturador (cimento e/ou guta-percha).

ANEXO III

Medidas em milímetros do perímetro completo da obturação (**PC**) e do perímetro infiltrado pelo corante (**PI**) das secções (**S1** a **S6**) com infiltração do grupo GI/CP.

Dentes		S1	S2	S3	S4
1	PC	4,42	3,69	3,43	3,84
	PI	4,42	1,53	1,73	2,63
2	PC	3,3	3,42	3,81	4,68
	PI	2,96	2,04	3,31	2,73
3	PC	6,71	8,56	7,32	7,74
	PI	2,92	4,2	4,3	3,91
4	PC	5,12	5,24	5,39	
	PI	1,42	3,04	5,12	
5	PC	4,25	4,6	4,62	5,47
	PI	2,74	3,71	3,03	3,25
6	PC	4,52	4,4	4,81	
	PI	1,12	3,3	4,02	
7	PC	5,4	5,19	5,14	5,11
	PI	2,98	2,22	3,24	4,64
8	PC	5,6	4,49	4,35	4,7
	PI	1,65	2,71	2,72	4,53
9	PC	5,52	5,99	6,21	6,14
	PI	5,13	5,27	6,21	5,74
10	PC	4,83	3,78	3,65	3,67
	PI	0,23	2,89	1,75	3,57
11	PC	6,09	6,95	6,44	6,33
	PI	4,22	5,07	3,6	3,43
12	PC	5,17	4,8	4,74	5,19
	PI	3,41	1,52	1,27	1,02
13	PC	5,87	5,96	6,08	5,44
	PI	5,87	3,51	2,86	2,78
14	PC	4,61	3,97	4,04	3,95
	PI	4,61	2,32	2,35	3,37
15	PC	4,6	5,02	4,97	5,22
	PI	1,59	2,57	3,63	1,41
16	PC	6,99	6,43	5,68	6,01
	PI	2,43	1,21	1,85	4,16
17	PC	6,5	6,36	5,55	5,88
	PI	4,37	2,04	2,84	4,21
18	PC	4,74	4,7	4,73	4,95
	PI	1,01	4,19	4,13	4,68

ANEXO IV

Medidas em milímetros do perímetro completo da obturação (**PC**) e do perímetro infiltrado pelo corante (**PI**) das secções (**S1** a **S4**) com infiltração do grupo GII/CP.

Dentes		S1	S2	S3	S4
1	PC	6,34	6,25	6,05	5,91
	PI	6,34	1,81	1,35	2,3
2	PC	6,53	6,81	6,67	6,58
	PI	5,11	4,24	3,1	4,28
3	PC	6,2			
	PI	6,2			
4	PC	6,01	5,93	5,88	6,09
	PI	5,57	2,91	4,21	3,71
5	PC	4,57	3,88	4,28	
	PI	1,24	0,87	1,05	
6	PC	4,62	3,52		
	PI	0,29	1,61		
7	PC	6,86	6,94	6,95	6,78
	PI	4,76	0,91	1,15	3,5
8	PC	6,67	6,4	6,65	6,77
	PI	2,82	3	2,72	4,86
9	PC	4,22	4,07	3,8	4,68
	PI	1,86	1,45	0,87	2,26
10	PC	5,87	5,7	5,64	5,23
	PI	3,19	1,83	1,6	4,04
11	PC	4,97	5,27	4,62	
	PI	0,63	2,33	1,21	
12	PC	5,37	4,79		
	PI	0,68	1,08		
13	PC	4,71	4,88	4,6	
	PI	3,36	2,04	0,56	
14	PC	4,42	3,87	4,45	
	PI	0,5	1,2	3,01	
15	PC	4,17	4,11	4,37	
	PI	2,92	1,85	1,05	
16	PC	4,37	3,93		
	PI	2,69	1,2		
17	PC	8,04	7,64	7,53	7,2
	PI	0,18	1,47	2,13	2,77
18	PC	5,3	5,05	4,95	
	PI	1,89	0,71	0,81	

ANEXO V

Perímetro Infiltrado (porcentagens) correspondente das Secções 1 (**S1**), 2 (**S2**), 3 (**S3**) e 4 (**S4**) e profundidade da infiltração do corante (número de secções infiltradas) do grupo GI/CT.

Dentes	Perímetro infiltrado (%)				Profundidade
	S1	S2	S3	S4	
1	26,11	50,2	0,00	0,00	3
2	7,21	22,98	34,11	30,63	6
3	44,72	34,25	0	0	3
4	63,41	25,35	9,49	0	4
5	0	0	0	0	1
6	100	29,71	24,3	19,06	16
7	20,83	25,93	0	0	3
8	50,65	60,15	58,36	31,01	13
9	44,66	0	0	0	2
10	49,01	0	0	0	2
11	36,45	44,22	84,72	35,71	6
12	100	36,13	40,51	0	4
13	100	9,3	11,71	4,09	13
14	100	21,51	20,29	42,82	13
15	29,86	35,04	0	0	2
16	41,05	48,03	0	0	3
17	47,73	0	0	0	2
18	71,06	0	0	0	1

ANEXO VI

Perímetro Infiltrado (porcentagens) correspondente das Secções 1 (**S1**), 2 (**S2**), 3 (**S3**) e 4 (**S4**) e profundidade da infiltração do corante (número de secções infiltradas) do grupo GII/CT.

Dentes	Perímetro infiltrado (%)				Profundidade
	S1	S2	S3	S4	
1	100	24,64	0	0	2
2	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1
6	30	0	0	0	2
7	100	4,51	0	0	3
8	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	1
12	16,8	0	0	0	1
13	12,08	0	0	0	2
14	12,01	0	0	0	2
15	0	0	0	0	1
16	58,59	27,29	0	0	3
17	24,92	0	0	0	1
18	0	0	0	0	1

ANEXO VII

Perímetro Infiltrado (porcentagens) correspondente das Secções 1 (**S1**), 2 (**S2**), 3 (**S3**) e 4 (**S4**) e profundidade da infiltração do corante (número de secções infiltradas) do grupo GI/CP.

Dentes	Perímetro infiltrado (%)				Profundidade
	S1	S2	S3	S4	
1	100	41,46	50,43	68,48	4
2	89,69	59,64	86,87	58,33	4
3	43,51	49,06	58,74	50,51	4
4	27,73	58,01	94,99	0	3
5	64,47	80,65	65,58	59,41	4
6	24,77	75	83,57	0	3
7	55,18	42,77	63,03	90,8	4
8	29,46	60,35	62,52	96,38	4
9	92,93	87,97	100	93,48	4
10	4,76	76,45	47,94	97,27	4
11	60,29	72,94	55,9	54,18	4
12	69,29	31,66	26,79	19,65	4
13	100	58,89	47,03	51,1	4
14	100	58,43	58,16	85,31	4
15	34,56	51,19	73,03	27,01	4
16	34,76	18,81	32,57	69,21	4
17	67,23	32,07	51,17	71,59	4
18	21,3	89,14	87,31	94,54	4

ANEXO VIII

Perímetro Infiltrado (porcentagens) correspondente das Secções 1 (**S1**), 2 (**S2**), 3 (**S3**) e 4 (**S4**) e profundidade da infiltração do corante (número de secções infiltradas) do grupo GII/CP.

Dentes	Perímetro infiltrado (%)				Profundidade
	S1	S2	S3	S4	
1	100	28,96	22,31	38,91	4
2	78,25	62,26	46,47	65,04	4
3	100	0	0	0	1
4	92,67	49,07	71,59	60,91	4
5	27,13	22,42	24,53	0	3
6	6,27	45,73	0	0	2
7	69,38	13,11	16,54	51,62	4
8	42,27	46,87	40,9	71,78	4
9	44,07	35,62	22,89	48,29	4
10	54,34	32,1	28,36	77,24	4
11	12,67	44,21	26,19	0	3
12	12,66	22,54	0	0	2
13	71,33	41,8	12,17	0	3
14	11,31	31	67,64	0	3
15	70,02	45,01	24,02	0	3
16	61,55	30,53	0	0	2
17	2,23	19,24	28,28	38,47	4
18	35,66	14,05	16,36	0	3

ANEXO IX

Imagens do plano piloto do projeto mencionado na discussão

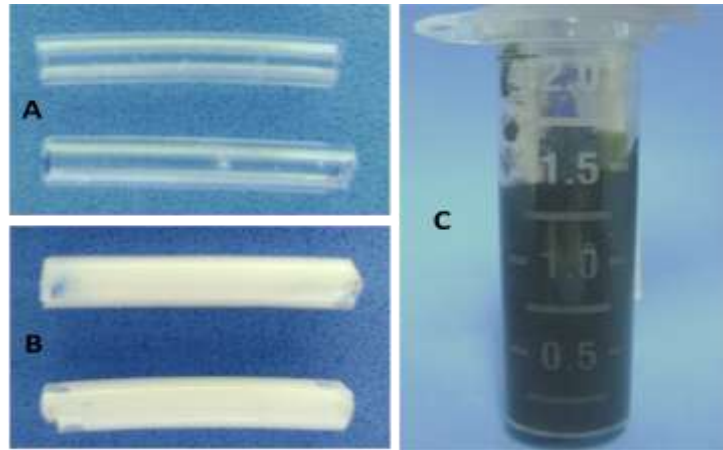


Figura 15. A. Tubo de plástico polietileno; B. Tubo preenchido com material de teste; C. Imersão dos tubos com tinta nanquim.

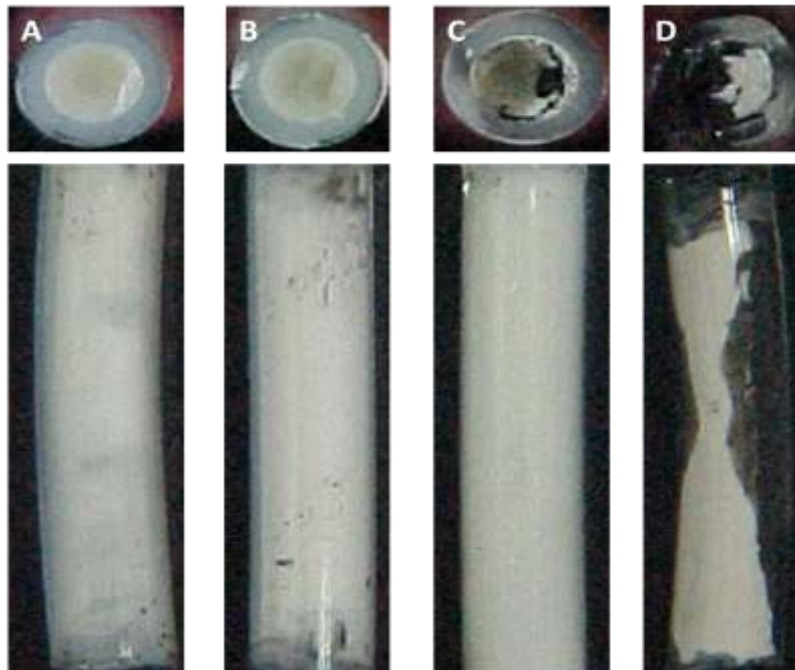


Figura 16. Tubo com: A. Ca(OH)_2 PA, B. Ca(OH)_2 com soro fisiológico, C. Cimento à base de Ca(OH)_2 e D. Cimento à base de OZE.

