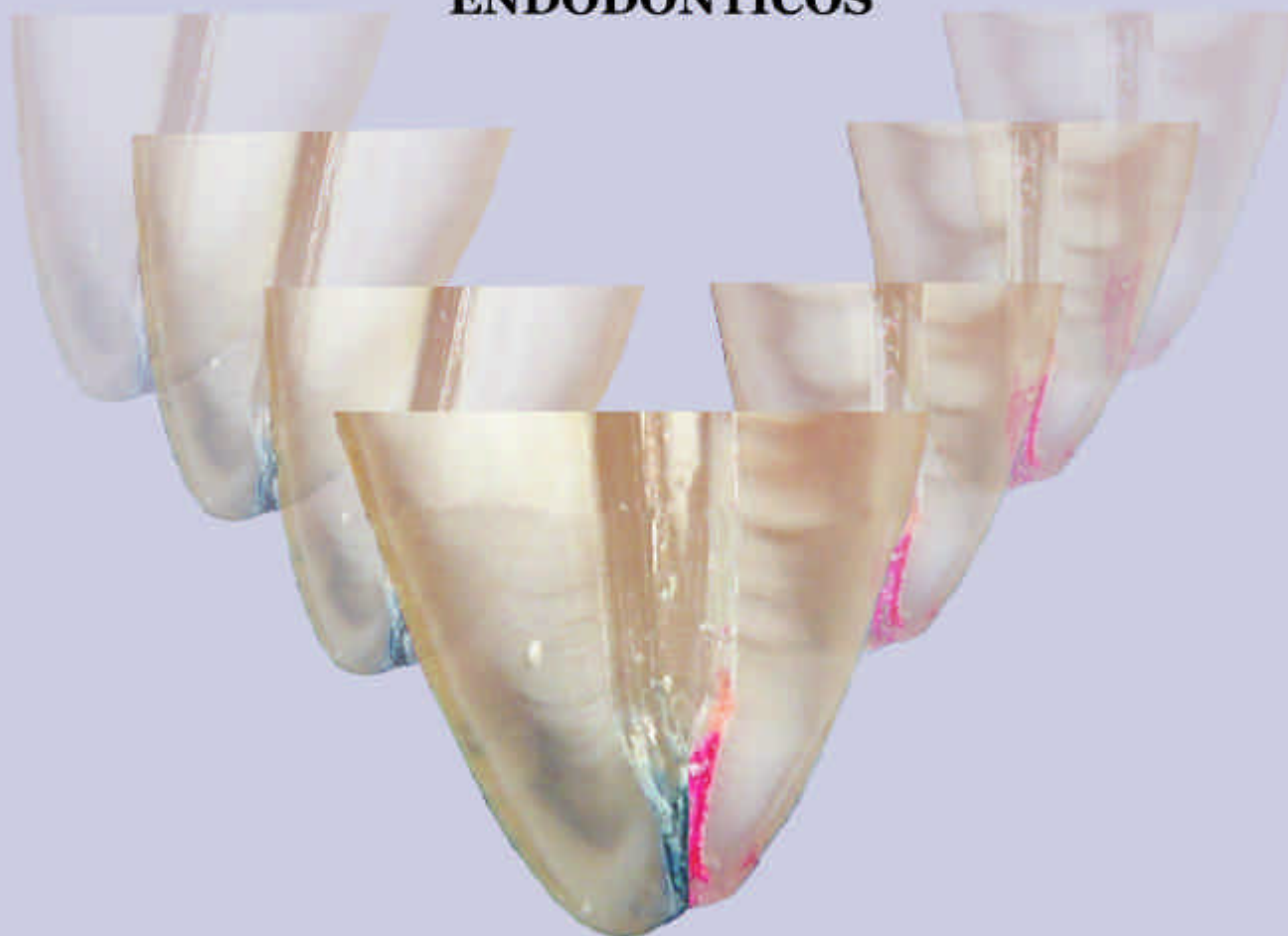

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

**INFLUÊNCIA DOS CORANTES AZUL DE
METILENO A 2% E RODAMINA B A 2% NA
DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE SELADORA
APICAL DE DIFERENTES CIMENTOS
ENDODÔNTICOS**



Erick Miranda Souza

Araraquara
2004

Erick Miranda Souza

**INFLUÊNCIA DOS CORANTES AZUL DE
METILENO A 2% E RODAMINA B A 2%
NA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE
SELADORA APICAL DE DIFERENTES
CIMENTOS ENDODÔNTICOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção do Título de Mestre em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard

Araraquara
2004

Souza, Erick Miranda

Influência dos corantes Azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% na determinação da capacidade seladora apical de diferentes cimentos endodônticos / Erick Miranda Souza. – Araraquara : [s.n.], 2004.

174 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador : Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard.

1. Infiltração dentária 2. Azul de metileno 3. Rodamina
4. Cimentos dentários I. Título.

DADOS CURRICULARES

Erick Miranda Souza

<i>Nascimento</i>	25 de outubro de 1976 São Luis – MA
<i>Filiação</i>	Juarez Vicente Souza Ilzamar Maria Miranda Souza
<i>1994-1999</i>	Curso de Odontologia na Universidade Federal do Maranhão
<i>1999-2002</i>	Professor Substituto de Anatomia na Universidade Federal do Maranhão
<i>2000</i>	Curso de Especialização em Magistério Superior
<i>2000-2002</i>	Professor de Anatomia e Endodontia do Centro Universitário do Maranhão UNICEUMA
<i>2002-2004</i>	Curso de Mestrado em Endodontia na Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista Campus de Araraquara

Um dia olhei para trás e descobri que era possível rever toda a trajetória da minha vida como se fossem pegadas na areia. E, contemplando todo o meu caminho percebi que, em quase todos os momentos existiam duas pegadas sempre caminhando juntas. Mas logo notei que em alguns momentos uma das pegadas desaparecia e a outra persistia a caminhar solitária. Estes momentos coincidiam com os mais difíceis da minha vida. E conversando com Deus perguntei: quem era este outro a caminhar sempre ao meu lado? E ele me respondeu: era Eu meu filho! E, com o coração partido Lhe retruquei: porque me deixastes sozinho justo nas horas mais angustiantes e difíceis da minha vida, justo quando mais precisei de Ti? E me olhando com ternura, respondeu: Filho foi justo nestas horas mais difíceis da tua vida que eu lhe carreguei em meus braços...

DEDICATÓRIA

A Deus,

*Por iluminar e abençoar sempre o meu caminho, dando-me
forças pra chegar até este momento.*

Aos meus pais Juarez e Ilzamar

*Vocês são o meu maior exemplo de vida.
Pessoas valorosas que com simplicidade,
honestidade e caráter formaram a nossa
família, maior bem de nossas vidas. É
simplesmente impossível expressar toda
importância de vocês na minha vida. Amo
vocês. Este momento é todo nosso!*

Ao meu pequeno Filipe

*Anjinho que caiu do céu em meus
braços. Enche de alegria a nossa casa e
as nossas vidas. Perdoe a ausência de
seu pai. Esta conquista foi também
para e por você meu pequenino.*

Aos meus irmãos Ighor, Saulo, Celso e Rafinha

*que compartilharam suas vidas com a minha e
ajudaram na formação da minha pessoa.*

À toda minha Família tios, tias, avôs e avós pelo carinho, confiança, esperança e por todo exemplo de família que vocês criaram dentro de mim.

Meu muito obrigado!

Aos meus sogros e amigos Silvio e Cristina, pessoas amáveis que me receberam e me trataram como a um filho em seu lar. Vocês foram a minha família nestes últimos dois anos. Obrigado pelo respeito, carinho e confiança que vocês depositam em mim.

À minha querida Vanessa

Quantas palavras eu precisaria para descrever você?! Você foi mais que um presente na minha vida, você renovou a minha vida! Encheu-me de esperança, de paz, de carinho e principalmente de fé. Você é meu porto seguro, uma pessoa em quem confio e me entrego, por que você só me traz felicidades. Amo você e também gostaria de tê-la para sempre em minha vida!

Esta conquista é toda dedicada a vocês!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Professor Dr. Idomeo Bonetti Filho,

Pela orientação, pela acolhida, pela confiança, pela presença fraternal. Você Idomeo, é uma pessoa especial que por onde passa conquista amigos e admiradores. Com esta sua simplicidade e seu modo ímpar de viver a vida você cativa a todos ao seu redor. Gostaria que você soubesse que pode contar sempre comigo.

Ao Professor Dr. Mário Roberto Leonardo,

Ainda hoje ecoam em meus ouvidos as suas palavras “faça um curso de mestrado”. Talvez o Sr. não se lembre mas naquele dia uma esperança nasceu em mim. A esperança de realizar um grande sonho, uma meta a muito almejada, e que parecia ficar cada vez mais próxima todas as vezes que eu tinha oportunidade de lhe observar e, sempre que podia, lhe imitar. O Sr. Professor Mário Leonardo, sem sombra de dúvidas, foi e é meu grande exemplo profissional.

Ao Professor Dr. Renato de Toledo Leonardo,

A mais profunda admiração é o que sinto por você. Você meu caro mestre e amigo me recebeu e me tratou de uma maneira extremamente especial. Sempre cordial, culto, espirituoso, solidário, de sorriso franco, aberto, ao seu lado vivi momentos ímpares dos quais nunca me esquecerei. Muito obrigado pela confiança, pelas inúmeras palavras de estímulo, de incentivo e de esperança por um futuro melhor. Você não faz idéia de como ter convivido com você foi decisivo em minha vida. Obrigado de todo o coração!

Ao Professor Dr. Mário Tanomaru Filho

Ainda me lembro quando cheguei a primeira vez à sua sala e naquele momento, não pude imaginar a grandeza do profissional que a mim se apresentava. Sereno, paciente, concentrado, determinado, lutador, vencedor. Sempre admirei professores cuja competência é proporcional à juventude e, não há dúvidas de que você se tornou um grande exemplo na minha vida profissional. Meu muito obrigado pelas idéias compartilhadas, pelas centenas de mini orientações e principalmente por primar pela qualidade e exigí-la sempre de seus alunos.

Ao Professor Dr. Roberto Miranda Esberard

É difícil olhar para o Sr. e não identificar um líder nato. Sua presença firme, determinada, sensata, fazem do Sr. uma pessoa de qualidades difíceis de serem sequer imitadas. Agradeço o respeito, e a educação com que sempre me recebeu e, sobretudo a confiança de ter permitido que o seu nome constasse neste trabalho sem ter participado diretamente de sua elaboração. Isto, em muito me lisonjeia, pois demonstra a sua confiança na minha pessoa e no meu potencial de trabalho. Muito obrigado!

Ao Professor Dr. Fábio Vilela Berbert

A sua presença de espírito e a capacidade de transcender informações sempre me impressionaram. Sempre aberto a novas idéias, novas propostas e disposto a crescer. Não é à toa que tens o sobrenome Berbert. Obrigado por tudo.

*À Cristiane, Fernanda, Denise, Roberta, Renata, José
Carlos, Sônia, Henrique e Ronaldo*

Vocês foram muito mais que simplesmente colegas de turma. Vocês foram irmãos de turma, se é que é possível empregar assim, ou quem sabe irmãos de vida, irmãos na vida, irmãos para vida... É indescritível a felicidade de ter convivido com vocês estes dois anos. Quantas risadas? Quantas horas de laboratórios, clínicas, idéias de trabalhos, horas ao telefone, e-mails. Meu Deus o quanto eu aprendi e cresci convivendo e compartilhando tudo com vocês! Sem vocês este curso não teria o mesmo sentido. Gostaria de olhar para trás, a partir de hoje, e lembrar sempre deste grupo de 10 jovens cirurgiões-dentistas que tinham em comum o sentimento mais importante para vencer na vida: a amizade.

Ao meu grande amigo André

Você é uma grande prova que uma amizade de verdade não se constrói da noite para o dia e nem tão pouco se destrói com a mesma facilidade. Você sempre foi um amigo leal, companheiro de vários momentos alegres e tristes. Eu sei o quanto você está feliz com esta minha conquista e sei que ela representa a sua própria conquista. Muito obrigado meu amigo!

Ao meu grande irmão Frei Wilton

Como não agradecer a você que é muito mais do que um orientador espiritual?! É um amigo, uma pessoa de uma inteligência rara, de uma cultura humanística admirável. Você faz parte da minha formação humana, que sem dúvidas foi fundamental para que eu pudesse conquistar este momento. Obrigado do mais profundo do meu coração.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP, na pessoa do seu Diretor Professor Dr. Ricardo Samih Georges Abi Rached e de seu Vice-diretor Professor Dr. Roberto Miranda Esberard, pela recepção e condições oferecidas para a realização deste trabalho.

À todos os professores desta Faculdade que lecionaram durante o meu curso de Mestrado. Obrigado pelos conhecimentos compartilhados.

À todos os professores que participaram da minha vida acadêmica e que contribuíram para a minha formação profissional.

À professora Flor de Maria Pires Mendes sem a qual jamais teria brotado em mim o desejo pela docência.

Ao amigo Darlon Martins pela receptividade e pelos momentos vividos e compartilhados nestes dois anos.

Aos amigos do Doutorado, João Vicente, Marcos Só, Eliane Gulin e Juliane Tanomaru. Obrigado pela convivência e pelo respeito.

Aos demais amigos de outros cursos de pós-graduação e da graduação. Foi um prazer conviver com todos vocês que só enriqueceram a minha vida.

Aos colegas de Disciplina da Faculdade que me apoiaram e incentivaram a realização deste curso, Etevaldo, Cláudia, Cláudio, Moucherek e as Carlas.

À Carla e ao Kleber pela ajuda e cooperação no entendimento das reações químicas e físicas ocorridas neste trabalho

À professora Débora Balog e ao Marco Correa pela ajuda imprescindível na padronização das soluções corantes usadas neste trabalho.

À Marisa e à professora Iracilda da imunologia pela paciência e colaboração na leitura da absorvência das soluções corantes.

À todos os funcionários da Endodontia e desta Faculdade, Célia, Sr. Pedro, Marinho, Conceição, Adriana, os quais sem o apoio e dedicação seria impossível a realização de qualquer trabalho.

Às funcionárias da Seção de pós-graduação, Mara, Rosângela e Vera, pela extrema simpatia, gentileza, profissionalismo e dedicação para com todos os pós-graduandos.

Aos funcionários da Biblioteca pelo apoio constante, e em especial à Maria Helena, pelas correções e revisões deste trabalho.

Ao professor Romeu Magnani pela realização da parte estatística deste trabalho.

À professora Maria Lúcia Montoro pela revisão gramatical deste trabalho.

Ao CNPQ, pelo auxílio financeiro para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que participaram direta ou indiretamente da minha formação profissional e humana, que torceram por mim em ações ou orações. Minha gratidão eterna!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
3. PROPOSIÇÃO	42
4. MATERIAL E MÉTODO	44
4.1 Seleção e preparo dos dentes.....	45
4.2 Preparo biomecânico dos canais radiculares.....	46
4.3 Obturação dos canais radiculares.....	49
4.4 Preparo dos cimentos obturadores.....	50
4.5 Impermeabilização das raízes.....	54
4.6 Infiltração marginal apical.....	56
4.7 Análise “in vitro” da máxima infiltração apical.....	60
4.8 Metodologia estatística.....	63
5. RESULTADO.....	64
6. DISCUSSÃO.....	79
6.1 Metodologia.....	80
6.2 Resultados.....	113
7. CONCLUSÃO.....	133
8. REFERÊNCIAS	135
ANEXO	156
RESUMO.....	170
ABSTRACT.....	172

1 INTRODUÇÃO

É inegável o avanço técnico e científico da Endodontia nas últimas décadas. Esse avanço reflete em todas as fases do tratamento e se materializa na forma de novos conceitos, técnicas, materiais e instrumentos. A reintegração do elemento dental às suas atividades funcionais e estéticas está alicerçada em um tratamento endodôntico eficaz. Dessa forma, o entendimento de que todas as etapas do tratamento endodôntico estão intimamente relacionadas ainda se constitui como o fator primordial para o sucesso.

Em vista da complexidade anatômica apresentada pelos canais radiculares, área de atuação do endodontista, onde são freqüentes os canais acessórios, laterais e deltas apicais, proceder-se a uma limpeza completa e total desinfecção de todo esse sistema é uma tarefa difícil de ser realizada. Assim, a obturação dos canais radiculares assume papel importante no sucesso do tratamento endodôntico, tendo em vista que ela ocupará o lugar da polpa radicular e se constituirá no reflexo da qualidade de todo o tratamento¹⁹.

Hermeticidade, esta é a palavra chave e a busca incessante dos profissionais e pesquisadores que se dedicam ao estudo da obturação dos canais radiculares. A busca pela hermeticidade na obturação impulsiona grande parte das pesquisas no mundo para o desenvolvimento e a utilização de novos materiais que possibilitem o selamento completo e tridimensional do sistema de canais radiculares, impedindo assim a penetração de microrganismos e de seus subprodutos tóxicos, tanto pela via apical quanto coronária, que fatalmente comprometeriam o resultado do tratamento. Desse

modo, a obturação tem como objetivo isolar o sistema de canais radiculares do periodonto apical, impedindo a entrada de fluidos que certamente serviriam como nutrientes para o crescimento bacteriano. Além disso, a hermeticidade da obturação é imprescindível para a manutenção ou o restabelecimento da saúde apical e periapical.

Ainda hoje, o método de obturação mais utilizado e difundido é aquele que emprega um núcleo sólido ou semi-sólido, como a guta-percha, e um cimento obturador⁵. A guta-percha é escolhida devido às suas reconhecidas propriedades físicas, mecânicas e biológicas²². Em relação ao cimento obturador, especial atenção tem sido conferida com o intuito de garantir o selamento da obturação a longo prazo. Portanto, além de preencher os requisitos biológicos, tais como biocompatibilidade, permitir a cicatrização e o selamento biológico com deposição de tecido mineralizado no nível apical e periapical⁵, deve também proporcionar um adequado selamento²². Esta tarefa é especialmente difícil, uma vez que o canal radicular apresenta uma diversidade e uma complexidade anatômica muito grande, que limitam sobremaneira o selamento tridimensional da obturação.

Dessa forma, novos cimentos obturadores de canais radiculares têm sido lançados no mercado, objetivando preencher todos os requisitos exigidos de um bom material obturador. Infelizmente, esse objetivo ainda não foi alcançado. Apesar da grande variedade de cimentos endodônticos encontrados atualmente, é possível reconhecê-los e agrupá-los segundo as características de sua base de constituição química. Assim, temos os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, os cimentos de base resinosa, os que

contêm hidróxido de cálcio na sua formulação e até mesmo cimentos mais modernos de constituição fibro-resinosa ou os derivados de biopolímeros.

Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol vêm sendo empregados há muitos anos, desde que Grossman os introduziu no mercado em 1936⁸⁸. Atualmente, o cimento Endofill de fabricação nacional representa esta classe de materiais que vem sendo empregados na endodontia brasileira. Durante um longo período se imputou a estes cimentos bons resultados, do ponto de vista físico-químico, por apresentarem constância de volume, adesão e solubilidade relativa⁸⁸. No entanto, devido às propriedades insatisfatórias do ponto de vista biológico e, principalmente após o advento de cimentos com melhores características físico-químicas, os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol tiveram o seu uso reduzido.

Dentre os cimentos à base de resinas plásticas, os produtos mais conhecidos são o AH26 e o Diaket. As boas propriedades físico-químicas do AH26, tais como estabilidade dimensional, radiopacidade, constância de volume, adesividade, baixa solubilidade, baixa contração, capacidade seladora, resistência, escoamento e adesão, têm sido destacadas por vários autores. No entanto, as suas propriedades biológicas não são tão satisfatórias devido à liberação de formaldeído após a presa do cimento. Por propiciar um melhor comportamento biológico sem perder as propriedades físico-químicas, foi lançado o cimento AH Plus, um material composto de duas pastas desenvolvidas a partir da química das resinas tipo epóxi-aminas, sendo de fácil manipulação, adaptação às paredes do canal radicular e apresentando estabilidade dimensional a longo prazo³.

Outro cimento, muito utilizado no Brasil, principalmente por seu baixo custo, é o Sealer 26. Esse material, que também faz parte da classe de cimentos à base de resina, tem demonstrado uma boa capacidade seladora¹⁴⁸. Além disso, à fórmula desse material foi incorporado o hidróxido de cálcio, que possui reconhecidas propriedades biológicas.

Na década de 80, foi lançado no mercado o cimento Sealapex, um produto composto de duas pastas e que tem como base de sua formulação o óxido de cálcio. Esse cimento, amplamente utilizado no Brasil, possui comprovadas propriedades biológicas; no entanto, tem sido muito questionado em relação às suas propriedades físico-químicas, tais como solubilidade, adesividade e capacidade seladora.

Recentemente, foi lançado no mercado americano o cimento Endo-Rez, de composição fibro-resinosa à base de metacrilato hidrofílico e incorporando a clorexidina à sua composição química. A proposta de uso desse cimento endodôntico baseia-se no seu emprego para preenchimento total dos canais radiculares, portanto sem o uso de cones de guta-percha, ou mesmo com o uso de apenas um cone, que serviria como guia em caso da necessidade de retratamento endodôntico.

Nos últimos anos, a pesquisa dos biopolímeros (polimetilmetacrilato, poli-tetrafluorotileno (Teflon), polietileno, poliéster e silicones) ganhou grande impulso, com diversas aplicações nas áreas de implantes odontológicos, cardiovasculares e outras¹¹⁶. Em 1984, o Prof. Dr. Gilberto Chierice, do grupo de Química Analítica e Tecnologia de Polímeros da Universidade de São Paulo (São Carlos), desenvolveu um novo poliálcool derivado

do polímero da mamona¹¹⁶. A poliuretana derivada do óleo de mamona apresenta uma fórmula molecular que tem mostrado compatibilidade com os tecidos vivos, apresentando: aspectos favoráveis de processamento; flexibilidade de formulação; excelentes propriedades estruturais; ausência de emissão de vapores tóxicos; bom poder de adesão; não liberação de radicais tóxicos quando implantada e baixo custo¹¹⁶. Esse material tem demonstrado bons resultados em relação ao aspecto biocompatibilidade^{38, 116}; no entanto pouco se sabe sobre o seu comportamento físico-químico.

As pesquisas que verificam a capacidade seladora de materiais e técnicas de obturação constituem-se em grande parte das investigações científicas em endodontia¹⁶³. Diversas metodologias têm sido empregadas e, dentre elas, a mais largamente utilizada é a mensuração linear da penetração de corantes na falha da obturação. No entanto, apesar dos inúmeros trabalhos divulgados na literatura especializada, pouco consenso há entre os resultados. Isso se deve principalmente ao grande número de variáveis existentes entre os estudos, as quais, incluem desde a escolha dos dentes para modelo de estudo, passando por variações na técnica de instrumentação, no uso ou não de medicação intracanal, na forma de remoção da camada residual, na técnica de obturação utilizada, no uso ou não de vácuo, no corante utilizado como marcador da infiltração e, finalmente, no método de leitura.

A dificuldade de padronização de metodologia entre os estudos limita sobremaneira a comparação dos resultados entre as pesquisas, porém não inviabiliza de forma alguma o trabalho, desde que este tenha a preocupação de minimizar e/ou eliminar as variáveis que poderiam interferir no

seu desenvolvimento. Dessa forma, é possível estabelecer se um material ou técnica comportou-se melhor ou pior que os demais avaliados, de acordo com essa metodologia de análise.

Um aspecto que tem sido bastante questionado nos últimos anos é a influência do corante utilizado como traçador da infiltração sobre os materiais em teste, solubilizando-os, ou até mesmo o contrário, os materiais testados alterando as propriedades corantes do agente traçador. Essa influência recíproca certamente poderia afetar a magnitude de infiltração marginal avaliada levando a resultados não correspondentes com a realidade.

Alguns autores, em pesquisas mais recentemente publicadas, têm chamado a atenção para a possibilidade do corante azul de metileno ser descolorido quando em contato com substâncias alcalinas, tais como o hidróxido de cálcio. Essa perda na coloração da solução corante poderia levar a uma falsa interpretação da capacidade seladora do material em teste, comprometendo a credibilidade da pesquisa.

Portanto, fica clara a necessidade de uma pesquisa, comparando, sob as mesmas condições experimentais, cimentos de uso consagrado na clínica e novos cimentos obturadores de canais radiculares. Além disso, é de fundamental importância a comparação dos níveis de infiltração revelados por corantes diferentes em cada cimento utilizado, evidenciando-se se o corante empregado pode ou não influenciar nos resultados da capacidade seladora de cada cimento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 1966, Christen e Michell³⁶ compararam a fluoresceína a 2% e a Rodamina B a 1% em relação à capacidade de marcação de infiltração em cavidades confeccionadas nas faces vestibulares de dentes bovinos e restauradas com amálgama, amálgama e verniz, guta-percha ou óxido de zinco e eugenol. Após a restauração, os dentes foram imersos nos corantes, nos quais permaneceram pelos períodos de 5 minutos e 1 hora, mantidos à temperatura de 37°C. Em um período de 5 minutos, a fluoresceína obteve os mesmos níveis de infiltração alcançados pela Rodamina B em 1 hora. Os menores níveis de infiltração foram demonstrados nas cavidades restaurados com óxido de zinco e eugenol. Os autores relataram que a inexistência de marcação no óxido de zinco e eugenol é resultado do “apagamento químico” produzido pelo contato dos corantes fluorescentes com o material obturador.

Em 1982, Matloff et al.¹⁰² compararam vários métodos utilizados na investigação da infiltração marginal de obturações de canais radiculares. Utilizaram 60 dentes unirradiculados extraídos de humanos, que foram instrumentados e obturados com guta-percha e cimento Roth 801. Os dentes foram aleatoriamente divididos em grupos e colocados em soluções contendo azul de metileno, cálcio-45, uréia marcada com carbono-14 e albumina marcada com iodina 125, por 48 horas, para avaliar o grau de infiltração indicado por cada técnica. O azul de metileno demonstrou penetrar mais profundamente no canal radicular do que os traçadores isótopos.

Hovland e Dumsha⁷⁰ (1985) verificaram a capacidade seladora do cimento Sealapex em comparação aos cimentos Tubliseal e Proco-Sol quando empregados na técnica da condensação lateral da guta-percha. A infiltração foi avaliada após um período de 30 dias decorridos a partir da obturação dos canais. Os espécimes foram mergulhados em solução de nitrato de prata por 2 horas. Os resultados demonstraram nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os níveis de infiltração nos cimentos testados.

Para testar a capacidade seladora apical dos cimentos Sealapex e CRCS e de um cimento tipo Grossman, Alexander e Gordon² (1985) utilizaram 60 dentes incisivos centrais superiores humanos extraídos, que foram instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha em adição a um dos cimentos testados. Todos os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% por 6 dias e posteriormente seccionados horizontalmente com cortes seriados de 1 mm em 1 mm, e os níveis de infiltração analisados em um estereomicroscópio. Os resultados demonstraram que o cimento Sealapex produziu um selamento apical semelhante ao do cimento do tipo Grossman. No entanto, o cimento CRCS apresentou os maiores níveis de infiltração.

Bonetti Filho et al.¹⁷ (1987) utilizaram o corante Rodamina B a 0,2% como marcador dos níveis de infiltração dados por cinco diferentes técnicas de obturação dos canais radiculares. Os melhores resultados foram evidenciados para a técnica de condensação lateral ativa da guta-percha, seguida das técnicas de condensação lateral ativa biológica controlada, da

condensação lateral passiva, condensação lateral passiva com vibração, da técnica McSpadden com e sem cimento obturador.

Em 1987, Rothier et al.¹²⁸ utilizaram a solução de Rodamina B a 0,2% para medir a capacidade seladora dos cimentos obturadores endodônticos Calciobiotic, Sealapex, Proco-Sol e Kerr Pulp Canal Sealer em dentes humanos extraídos. Após a instrumentação e obturação dos canais radiculares pela técnica da condensação lateral da guta-percha, todos os dentes foram imersos em solução de Rodamina B a 0,2% por 7 dias. Os dentes foram seccionados longitudinalmente, e os níveis de infiltração medidos em ambas as faces da raiz por meio de um perfilômetro. Os resultados demonstraram que todos os grupos apresentaram pequenos níveis de infiltração apical, com exceção do grupo de dentes obturados com o cimento Proco-Sol, que apresentou significante maior infiltração.

Para avaliar a capacidade seladora dos cimentos Sealapex, CRCS e Tubli-Seal, Zmener¹⁶⁸ (1987) utilizou 90 dentes humanos anteriores extraídos e imersos em solução de azul de metileno a 5% pelos períodos de 1, 3 e 10 dias. Os resultados demonstraram que todos os materiais falharam na produção de um efetivo selamento apical e que o grau de infiltração aumentou com o tempo. No entanto, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os materiais testados em todos os períodos analisados.

Para avaliar a capacidade seladora dos cimentos AH26, Sealapex, CRCS, Roth e Nongenol, Barkhordar et al.¹² (1989) utilizaram a infiltração da tinta nanquin e a posterior diafanização dos espécimes. Foram empregadas no estudo 60 raízes de incisivos centrais superiores extraídos de

humanos. Os resultados demonstraram nenhuma diferença estatística significativa entre os cimentos avaliados.

Kersten e Moorer⁷⁷ (1989) investigaram qual técnica de obturação poderia prevenir a infiltração de partículas de tamanho semelhante ao de uma bactéria ou de grandes moléculas de proteína. Também avaliaram se a infiltração com o corante azul de metileno é semelhante à de pequenos produtos metabólicos bacterianos de mesmo tamanho molecular. Secções radiculares de 9 mm de comprimento foram obtidas de 46 incisivos e caninos extraídos. As secções foram instrumentadas até o instrumento nº 120 e obturadas por meio de quatro técnicas: Grupo I, sem pressão vertical aplicada a guta-percha e sem cimento; Grupo II, sem pressão vertical e com cimento AH26; Grupo III, com pressão vertical e sem cimento; Grupo IV com pressão vertical e com cimento AH26. As secções radiculares foram fixadas no centro de tubos de polietileno, dividindo-o em dois reservatórios. As extremidades do tubo de polietileno foram fechadas com membranas de borracha. Os reservatórios coronários foram preenchidos com as soluções de 1 mg/mL de látex líquido, 4 µg/mL de endotoxina, 0,5% de ácido butírico/0,1% de ácido valérico e 0,1% de azul de metileno em água. Após 1 e 2 semanas, as amostras de líquido foram removidas do reservatório apical e testadas segundo a presença de látex líquido, de endotoxina de ácido butírico e de azul de metileno. Os resultados demonstraram que a infiltração de partículas do tamanho de uma bactéria e de moléculas de proteínas de grande tamanho só pode ser prevenida quando é feita pressão na obturação e utilizado o cimento obturador. A infiltração do ácido butírico mostrou ser comparável à infiltração

do azul de metileno. No entanto, a infiltração dessas pequenas moléculas não pôde ser prevenida neste estudo, independente do método de obturação utilizado.

Barnett et al.¹³ (1989), estudaram a capacidade seladora apical de cimentos à base de hidróxido de cálcio (Sealapex e CRCS) em comparação a um cimento à base de óxido de zinco (Roth 801). Os autores utilizaram uma metodologia in vivo e in vitro pela qual, após o preparo e instrumentação de 160 dentes humanos extraídos, estes foram esterilizados e implantados em tecido subcutâneo de coelhos por períodos de 90 dias e 1 ano. Após esses períodos, os animais foram sacrificados, e as raízes removidas do tecido, impermeabilizadas e submetidas à infiltração com tinta nanquin. Os dentes foram seccionados e as infiltrações analisadas em estereomicroscópio. Os melhores resultados nos dois períodos de tempo analisados foram do cimento CRCS, tendo-se que, em 90 dias, a diferença entre os cimentos Sealapex e Roth 801 não foi estatisticamente significativa.

Grepel et al.⁵⁶ (1990) verificaram a permeabilidade da dentina radicular humana submetendo os dentes à penetração dos corantes azul de metileno a 0,5% e Rodamina B a 1%. Verificaram que a porcentagem de penetração é maior no terço cervical e menor no terço apical, e que o corante Rodamina B apresenta maior penetrabilidade na dentina do que o azul de metileno.

Sousa¹⁴³ (1991) verificou a infiltração marginal em obturações de canais radiculares em função de corantes marcadores, do tempo de imersão e do tipo de cimentos utilizados. Foram selecionados para o estudo 170 dentes

unirradiculados extraídos de humanos, os quais foram instrumentados e obturados com os cimentos de óxido de zinco e eugenol e com o Sealapex. Os dentes foram submetidos à infiltração com os corantes azul de metileno a 2%, fluoresceína a 2%, violeta de genciana a 2% e Rodamina B a 1%, neles permanecendo imersos por 24 ou 168 horas. Os resultados demonstraram que os maiores níveis de infiltração foram observados com a fluoresceína e a Rodamina B. A solução de azul de metileno apresentou a menor variabilidade entre os grupos experimentais. O cimento Sealapex mostrou menor magnitude de infiltração marginal do que o óxido de zinco e eugenol. Os níveis de infiltração aumentaram significativamente com o decorrer do tempo para os cimentos obturadores avaliados.

Holland et al.⁶⁷ (1991) verificaram a infiltração marginal apical após a obturação de canal radicular com diferentes cimentos obturadores em dentes humanos extraídos. Os cimentos estudados foram o óxido de zinco e eugenol, Fill Canal, Rickert, AH26, Sealapex, CRCS, New B2 e um cimento experimental. Os espécimes foram imersos em solução corante de azul de metileno 24 horas e 75 dias após a obturação. Os resultados demonstraram que, de um modo geral, as infiltrações são maiores no período mais longo. Os cimentos à base de hidróxido (óxido) de cálcio e resina epóxica demonstraram menores índices de infiltração marginal do que os dos à base de óxido de zinco e eugenol.

Em 1991, Limkangwalmongkol et al.⁹⁵ compararam a capacidade seladora dos cimentos Apexit, Sealapex, Tubli-Seal e AH26 quando utilizados na técnica da condensação lateral da guta-percha. Cento e vinte e cinco dentes

com raízes únicas foram instrumentados e obturados com os respectivos cimentos. As raízes foram submetidas à infiltração do corante azul de metileno a 2%. Os resultados demonstraram melhor capacidade seladora para o cimento AH26, seguido dos cimentos Apexit e Sealapex.

Sleder et al.¹⁴⁴ (1991) avaliaram a capacidade seladora apical do cimento Sealapex por 2 e 32 semanas em comparação ao cimento Tubli-Seal. Cinquenta e dois dentes humanos unirradiculados foram utilizados no experimento e, após a obturação por condensação lateral com o respectivo cimento, foram imediatamente imersos em solução salina para que ocorresse a solubilidade do cimento. As soluções foram trocadas a cada semana para prevenir a estabilização e o equilíbrio entre a solução e os cimentos. Após o período experimental de 2 ou 32 semanas, os espécimes foram imersos em tinta nanquin por 3 dias e posteriormente diafanizados e analisados sob microscópio. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os cimentos Sealapex e Tubli-Seal em relação à infiltração apical nos períodos avaliados.

Em 1992, Limkangwalmongkol et al.⁹⁴ compararam os níveis de infiltração apical entre os cimentos Apexit, Sealapex, Tubli-seal e AH26 utilizando a técnica da condensação lateral da guta-percha. Cinquenta dentes com raízes únicas foram instrumentados utilizando a técnica step-back e a irrigação com EDTA a 15% e NaOCl a 1%. Os dentes foram divididos em cinco grupos de dez dentes cada, sendo o grupo controle obturado sem cimento. Após a obturação dos canais, os dentes foram armazenados por 48 horas a 37°C e umidade de 100% e posteriormente imersos em solução de azul de

metileno a 2% e centrifugados por 3 minutos. As raízes foram seccionadas longitudinalmente, e as médias de infiltração foram, em ordem crescente: AH26, 0,48 mm; Apexit, 1,33 mm; Sealapex, 4,59 mm; Tubli-seal, 5,58 mm; grupo controle, 7,99 mm. As médias de infiltração entre os cimentos Sealapex e Tubli-seal foram estatisticamente semelhantes.

Dalat e Spangberg³⁹ (1994) compararam a infiltração apical em canais radiculares obturados pelas técnicas de cone único, condensação lateral, condensação vertical, Thermafil e Ultrafil utilizando o azul de metileno a 2% sob vácuo. O cimento obturador utilizado foi o AH 26. A pressão de vácuo utilizada foi de 70 Torr por 30 minutos. As raízes foram seccionadas longitudinalmente, e a maior extensão linear da infiltração medida em um estereomicroscópio. As médias de infiltração foram: 1,55 mm para a técnica do cone único, 2,25 mm para a condensação lateral, 2,61 mm para a técnica de condensação vertical, 1,41 mm para a técnica Thermafil e 3,51 mm para a técnica Ultrafil. No entanto, após a análise estatística, não foram observadas diferenças significantes entre as técnicas de obturação testadas.

Trinta e nove incisivos centrais superiores extraídos de humanos foram instrumentados e obturados por Bonetti Filho et al.¹⁸ (1995) com os cimentos Fill Canal, Ketac-Endo e Sealer 26, para análise comparativa da capacidade seladora desses materiais. Por meio da infiltração do corante azul de metileno a 2% e da análise estatística dos resultados, os autores concluíram que o cimento Sealer 26 apresentou os menores níveis de infiltração, seguido do Fill Canal e do Ketac-Endo.

Ahlberg et al.¹ (1995), buscaram comparar os níveis de infiltração apical demonstrados por dois diferentes corantes, azul de metileno a 5% e tinta nanquin. Cento e vinte e cinco dentes humanos extraídos unirradiculados foram utilizados. Os canais foram preparados pela técnica step-back. Os dentes foram divididos em três grupos conforme obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha e um dos três cimentos, Sealapex (40 dentes), Tubli-Seal (40 dentes) e Ketac-endo (20 dentes). Os dentes foram imersos aleatoriamente por 7 dias em soluções de azul de metileno a 5% e tinta nanquin. Em seguida foram seccionados longitudinalmente, e os níveis de infiltração analisados em estereomicroscópio. Em todos os grupos, os níveis de infiltração com azul de metileno a 5% foram maiores do que os de infiltração por tinta nanquin. O Sealapex apresentou os menores níveis de infiltração apical seguido dos cimentos Tubilseal e Ketac-Endo. Os autores concluíram que o azul de metileno, por possuir um menor peso molecular, penetra mais profundamente na falha da obturação do canal radicular do que a tinta nanquin, cuja partícula é de maior tamanho.

A capacidade seladora apical de dos cimentos obturadores de canal Fill Canal, Sealer 26 e NRickert foi avaliada por Fachin et al.⁴⁸ (1995), que utilizaram testes de infiltração. Quarenta incisivos inferiores extraídos de humanos foram instrumentados pela técnica escalonada e divididos em quatro grupos. Os canais radiculares foram obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha, associada aos cimentos obturadores e um grupo controle apenas com guta-percha sem cimento obturador. Os dentes foram mantidos em estufa a 100% de umidade por 3 semanas antes da infiltração do

corante. Em seguida, foram imersos em tinta nanquin por 72 horas e posteriormente diafanizados. A penetração linear do corante foi medida com régua milimetrada desde o vértice do forame até o ponto de maior infiltração. Os resultados demonstraram estatisticamente que os menores níveis de infiltração ocorreram com o cimento Fill canal seguido dos cimentos N-Rickert e Sealer 26.

Três cimentos obturadores de canais radiculares à base de hidróxido (óxido) de cálcio (Sealapex, Sealer 26 e Apexit) foram testados em relação à capacidade seladora apical por Siqueira Jr. et al.¹³⁹ em 1995. Foram utilizados 40 dentes unirradiculados extraídos de humanos, preparados até o instrumento de nº 50. Os dentes foram submetidos à infiltração do corante azul de metileno a 2% e posteriormente seccionados longitudinalmente, e os níveis de infiltração analisados sob microscópio óptico. Os resultados demonstraram que não houve diferenças estatísticas significantes entre os cimentos testados em relação à capacidade seladora apical.

Hamaoka e Moura⁶⁰ (1996) avaliaram a permeabilidade dentinária radicular por meio da penetração dos corantes azul de metileno, Rodamina B e tinta nanquin nos terços cervical, médio e apical da raiz. Os resultados demonstraram que o corante Rodamina B foi o que mais penetrou em relação aos três terços, e que os piores resultados foram obtidos com a tinta nanquin. A penetração dos corantes foi maior no terço cervical do que no apical.

Holland et al.⁶⁵ (1996), estudaram a capacidade seladora apical de um cone de guta-percha experimental à base de hidróxido de cálcio quando empregado na técnica da condensação lateral com e sem o uso prévio de

hidróxido de cálcio como curativo de demora. Nos grupos com curativo de demora, o cone foi removido previamente à obturação por meio de água destilada e lima tipo K. O corante utilizado como traçador foi a solução de azul de metileno a 2% sob vácuo. Após a avaliação linear dos níveis de infiltração, os autores puderam concluir que os grupos obturados com os cones de guta-percha à base de hidróxido de cálcio apresentaram os menores níveis de infiltração apical independente do uso ou não do curativo de demora.

Zmener et al.¹⁷¹ (1997), verificaram a capacidade seladora do cimento AH Plus em comparação com o cimento AH 26. Para o estudo, utilizaram 72 raízes unirradiculados de dentes humanos extraídos, que foram preparadas e obturadas pela técnica da condensação lateral com um dos cimentos testados e imersas em solução de azul de metileno a 5% por 2, 4 ou 10 dias. O cimento AH Plus demonstrou os piores resultados em todos os períodos de avaliação.

Almeida⁵, (1997), estudou a capacidade seladora apical dos cimentos endodônticos Fill Canal, Ketac-Endo e AH Plus. Foram utilizados 99 incisivos centrais humanos extraídos, preparados e obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha e um dos três cimentos. Os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% em um ambiente sob vácuo por 24 horas. Após este período, os dentes foram seccionados e analisados em um perfilômetro de magnificação de 20 vezes. O autor concluiu que os três cimentos apresentavam algum nível de infiltração apical; porém, os níveis de infiltração com o cimento AH Plus foram significativamente menores.

Camargo et al.²⁴ (1998) utilizaram o corante azul de metileno a 2% para verificar a capacidade seladora apical do sistema adesivo dentinário Scotch Bond Multiadesão Plus utilizado como cimento obturador, acrescido ou não de hidróxido de cálcio, comparada à do cimento Sealer 26. Os resultados demonstraram os maiores níveis de infiltração para os grupos obturados com o sistema adesivo, com e sem hidróxido de cálcio.

Valera et al.¹⁵⁶ (1998) verificaram o selamento marginal apical de canais radiculares obturados com os cimentos endodônticos Sealapex, Apexit, Sealer 26 e Ketac-Endo. Os autores utilizaram 136 raízes que foram instrumentadas e obturadas pela técnica da condensação lateral da gutapercha e dos cimentos testados. Metade das amostras, imediatamente após as obturações, foram imersas em corante azul de metileno a 2% e a outra metade, após seis meses de armazenamento, em plasma sanguíneo humano. Os resultados demonstraram que os cimentos Sealapex e Sealer 26 apresentaram infiltrações médias estatisticamente iguais entre si e menores do que as observadas para os demais cimentos. As amostras imersas nos corantes imediatamente após a obturação apresentaram média menor de infiltração do que as estocadas por seis meses.

Youngson et al.¹⁶⁶, (1998), compararam a habilidade de corantes utilizados em estudos de infiltração penetrarem em túbulos dentinários abertos. Os corantes utilizados foram: eosina a 5%, azul de metileno a 2%, nitrato de prata a 50% e tinta nanquin, todos tamponados e com pH entre 6,9 e 7,2. Foi avaliado também o tamanho das partículas da tinta nanquin. As soluções foram colocadas por 1 hora em cavidades abertas, livres de smear layer, em 42

dentos pré-molares. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente, e a penetração nos túbulos medida por análise de imagens. Os resultados demonstraram que existe uma pequena diferença estatisticamente significativa entre as áreas de penetração dentinária associada com cada traçador. A tinta nanquin foi capaz de penetrar nos túbulos dentinários.

Tamse et al.¹⁴⁶ (1998) compararam as infiltrações apicais dadas por quatro diferentes corantes em duas técnicas de avaliação de níveis de infiltração comumente utilizadas. Os autores utilizaram 120 dentes unirradiculados humanos extraídos. Os dentes foram preparados pela técnica step-back e obturados pela condensação lateral da guta-percha e cimento Roth 801. Após a obturação, os dentes foram mergulhados em corante por 72 horas, sob vácuo por 30 minutos a 40°C. Os corantes foram a eosina, o azul de metileno, a tinta nanquin e o azul brilhante de procion. Os dentes foram seccionados em fatias transversais de 0,7 mm e os dentes imersos em tinta nanquin e azul brilhante de procion foram também diafanizados. Os níveis de infiltração foram medidos em um estereomicroscópio. A infiltração medida pela técnica da secção transversal foi significativamente maior que no processo de diafanização para os mesmos corantes. Nos grupos de secção transversal, não houve diferenças significativas entre os quatro corantes avaliados. Não houve diferenças entre os corantes tinta nanquin e azul brilhante de procion na técnica de diafanização. Os autores concluíram que mais estudos são necessários para a padronização da metodologia de infiltração de corantes.

Wu et al.¹⁶² (1998), estudaram a estabilidade de cor do azul de metileno quando em contato com seis materiais obturadores dentários

amálgama, hidróxido de cálcio, cavit, Fuji II, MTA e óxido de zinco e eugenol. Os materiais foram inseridos em tubos plásticos e mergulhados em solução de azul de metileno a 1%. A densidade óptica da solução de azul de metileno foi medida antes e após 24, 48 e 72 horas da colocação dos cimentos. Os resultados demonstraram que ocorreu a descoloração da solução de azul de metileno a 1% em todos os grupos de cimento, exceto para os que continham Fuji II. Após 24 horas de contato com os materiais hidróxido de cálcio e MTA, a solução descoloriu 73% e 84%, respectivamente, em relação ao valor inicial. Os autores concluíram que o contato do azul de metileno com alguns materiais obturadores dentais poderia levar a resultados não confiáveis em estudos de infiltração devido à descoloração da solução.

Em 1998, Antonopoulos et al.⁷ verificaram o selamento apical de 2 técnicas de obturação, em 90 dentes, por meio de 3 diferentes métodos de infiltração de corantes in vitro. As técnicas de obturação utilizadas foram a da condensação lateral e do cone único (45 dentes cada), empregando o cimento AH Plus. Os dois primeiros métodos de infiltração utilizaram a tinta nanquin com penetração passiva e sob vácuo (pressão negativa, 60 Torr), respectivamente. No terceiro método foi utilizada uma mistura de Rodamina B e resina epóxica como corante em uma autoclave à pressão positiva de 200 MPa. Todos os dentes foram então diafanizados e fotografados, e a infiltração linear (em mm) medida na superfície da raiz que revelasse o maior nível de infiltração e também por meio da média de infiltração em todas as superfícies da raiz. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as infiltrações por pressão negativa ou

passiva. A pressão positiva apresentou menores níveis de infiltração. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as infiltrações pelas técnicas da condensação lateral e de cone único.

A influência do hidróxido de cálcio e do EDTA na marcação da infiltração marginal do corante azul de metileno em canais radiculares obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha foi verificada por Nunes¹¹⁰ em 1999. O autor utilizou 188 incisivos centrais extraídos de humanos. Os dentes foram instrumentados e divididos em três grupos de acordo com o emprego ou não de hidróxido de cálcio e de EDTA e posteriormente obturados com cimento OZE e pasta de hidróxido de cálcio. Em seguida, todos os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% por 72 horas. Os resultados demonstraram que o emprego de hidróxido de cálcio, tanto na forma de curativo como na forma de pasta obturadora, demonstrou estatisticamente interferência na marcação da infiltração marginal, diminuindo a sua magnitude.

Utilizando o modelo de transporte de fluidos proposto por Wu et al.¹⁶¹ (1994), Miletic et al.¹⁰⁴ (1999) compararam a capacidade seladora apical dos cimentos AH26, AH Plus, Apexit, Diaket e Ketac-Endo em 60 dentes unirradiculados extraídos de humanos após 1 ano de armazenamento em solução salina a 37°C. Os resultados demonstraram que os níveis de infiltração foram significativamente maiores para o cimento Apexit e que os demais cimentos não apresentaram diferenças estatísticas significantes.

Haïkel et al.⁵⁸ (1999), avaliaram o selamento apical obtido com três cimentos obturadores de canal radicular, Sealapex, AH Plus e Sealite,

utilizando um novo método baseado na análise quantitativa da penetração da lisozima I¹²⁵. Cento e trinta dentes com canais únicos e retos foram instrumentados até o instrumento de número 30 e divididos em três grupos: controle negativo; grupo experimental, obturado com guta-percha e os três cimentos; grupo controle positivo. Os dentes foram imersos em solução de lisozima I¹²⁵ por períodos de 1, 7, 14 e 28 dias. Após a remoção, seis secções de 0,8 mm de comprimento foram confeccionadas em cada raiz com o auxílio de um disco diamantado. Cada secção foi analisada por atividade por um contador gamma, usado para quantificar a penetração de proteína. AH Plus e Sealapex demonstraram níveis similares de infiltração durante todo o tempo. Sealite apresentou uma infiltração aceitável até o 14º dia, após o qual uma acentuada infiltração ocorreu, presumivelmente por sua instabilidade tridimensional, concluíram os autores.

Em 1999, Yunes¹⁶⁷ verificou a capacidade seladora do polímero derivado do óleo da mamona em retrobturações, comparado ao amálgama, ao cimento NRickert e à guta-percha e ao cianoacrilato de etila e guta-percha, utilizando a solução de azul de metileno a 0,5% como traçador e vácuo de 5 minutos. As leituras dos níveis de infiltração marginal foram realizadas em um perfilômetro de 45 vezes de aumento. Os resultados demonstraram que os menores níveis de infiltração foram obtidos com o polímero derivado do óleo de mamona e cianoacrilato de etila em associação à guta-percha.

Pavan¹²¹ (1999) comparou a infiltração marginal, in vitro, de quatro materiais em obturações retrógradas, utilizando 80 dentes anteriores humanos extraídos. Os materiais testados foram o polímero da mamona, um

epóxico experimental, o Super EBA e o Fuji II LC. Todos os canais foram instrumentados e obturados com cimento de óxido de zinco e eugenol e guta-percha. Foi realizada a ressecção da porção apical, tendo sido confeccionadas cavidades para retrobturação que foram preenchidas com os materiais testados. Os espécimes foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2% por 48 horas. Os resultados demonstraram que os dentes retrobturados com o cimento de polímero da mamona apresentaram os menores níveis de infiltração, seguido pelo epóxico experimental, o Fuji II LC e o Super EBA.

Tanomaru Filho et al.¹⁴⁸ (2001), analisaram a influência da proporção pó/resina do cimento Sealer 26 na capacidade de selamento apical. Os canais radiculares de 40 incisivos superiores foram instrumentados e divididos aleatoriamente em 4 grupos. As obturações foram realizadas com cones de guta-percha e cimento endodôntico Sealer 26 nas proporções pó/resina em peso de 2:0,7; 2:1,1 ou 2:1,5, sendo o último grupo obturado com o cimento Fill Canal. Após a imersão dos dentes em azul de metileno por 48 horas em ambiente com vácuo, realizaram a análise da infiltração da solução corante. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, demonstrando que as proporções intermediária (2:1,1) e mais fluida 2:0,7) do Sealer 26 apresentaram maior capacidade seladora quando comparado ao cimento Fill Canal.

Öztan et al.¹¹⁵ (2001) estudaram o efeito dos cimentos endodônticos Sealapex, Endomethasone, Sultan, AH Plus e Ketac-Endo em soluções de azul de metileno a 1% e 2% e tinta nanquin utilizando espectrofotômetro. As densidades ópticas das soluções foram medidas em um

espectrofotômetro a 416 nm após 0, 24, 48 e 72 horas de imersão nos corantes. Maiores valores na densidade óptica após 24 e 72 horas indicavam interação química entre o cimento e a solução devido à solubilidade do cimento. Em contrapartida, menores valores na densidade representavam a incorporação de partículas da solução no material em teste. Os resultados indicaram que as soluções de azul de metileno a 1% e 2% sofreram um aumento na densidade óptica em relação aos cimentos Sealapex e AH Plus. Para a tinta nanquin, todos os grupos apresentaram decréscimo na densidade óptica.

Para comparar três métodos de avaliação do selamento apical, Pommel et al.¹²³ (2001) prepararam e obturaram 36 dentes utilizando três técnicas de obturação diferentes: Thermafil, condensação vertical aquecida da guta-percha e técnica do cone único. Os três métodos comparados foram o método de filtração de fluidos, o método eletroquímico e o método de infiltração de corante (azul de metileno a 1%). Os resultados demonstraram que não houve correlação entre os três métodos avaliados. Os autores concluíram que vários estudos se fazem necessários antes da comparação da capacidade seladora de técnicas de obturação dos canais radiculares.

Em 2001, Oliver e Abbott¹¹² desenvolveram um estudo para avaliar a correlação entre o sucesso clínico de um tratamento endodôntico e os resultados de infiltração apical de corantes. Os autores selecionaram 116 dentes que apresentavam, no total, 208 canais já obturados há no mínimo, 6 meses e que, por razões diversas, tinham indicação de extração. Antes da extração, coletaram todos os dados de cada um dos dentes, tais como a

história pregressa, o diagnóstico, o material obturador utilizado na obturação e até mesmo (quando possível) a radiografia inicial do caso. Classificaram então o tratamento de canal como sucesso ou insucesso. Em seguida à extração, imergiram os dentes em corante azul de metileno a 2% e verificaram os níveis de infiltração obtidos para poderem correlacionar com o diagnóstico clínico. Os resultados demonstraram que, de um total de 82 canais diagnosticados como sucesso clínico, 17 (21%) apresentaram infiltração total ao longo da obturação. Dentre os 126 canais diagnosticados como insucessos, 40 (32%) apresentaram total infiltração do corante. No entanto, a infiltração apical em diversos níveis foi observada em 99,5% dos dentes examinados. Os autores concluíram que as obturações dos canais radiculares executadas na rotina clínica não previnem a infiltração apical, e que o resultado do tratamento não pode ser previsto pelos resultados de testes de infiltração apical.

Em 2002, Kim e Kim⁷⁸ utilizaram o corante tinta nanquin para medir os níveis de infiltração apical em canais preparados e preenchidos com hidróxido de cálcio e obturados com o cimento Tubli-seal e condensação lateral. Em um grupo, procederam à remoção do curativo de hidróxido de cálcio utilizando NaOCl a 2,5%, EDTA 15% e limas manuais. Em outro grupo, foram utilizadas apenas as limas manuais e solução de NaOCl a 2,5%. Em outro, o hidróxido de cálcio não foi utilizado. Os resultados demonstraram que houve significante maior infiltração nos grupos em que o hidróxido de cálcio foi utilizado. No entanto, não houve diferenças estaticamente significantes entre os grupos nos quais o hidróxido de cálcio foi utilizado.

Camps e Pashley²⁶ (2003) compararam a capacidade seladora dos cimentos Kerr Pulp Canal Sealer, Sealapex, AH Plus e Ketac-Endo empregando três metodologias diferentes de análise da infiltração (infiltração do corante azul de metileno, a filtragem de fluidos e um método pelo qual as raízes são dissolvidas em ácido nítrico para a remoção do corante antes de ler a absorbância da solução). Os resultados demonstraram não haver correlação entre o método clássico de mensuração da infiltração de corantes e os outros dois métodos de análise utilizados. O cimento Sealapex apresentou os maiores níveis de infiltração em relação aos outros cimentos estudados em duas metodologias de análise (filtragem de fluidos e remoção do corante).

Kardon et al.⁷⁵ (2003) compararam o selamento apical proporcionado pelos cimentos EndoREZ e AH Plus, ambos utilizados na técnica de cone único de guta-percha. Foram utilizados 20 dentes por grupo, que permaneceram por sete dias após a obturação em temperatura ambiente e umidade 100%. Foi utilizada a metodologia de transporte de fluidos para acessar a capacidade seladora. Os resultados demonstraram maiores níveis de infiltração para o cimento EndoREZ.

Araújo et al.⁸ (2003) utilizaram 50 dentes humanos extraídos para testar a capacidade seladora apical dos cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus e Sealapex por meio da infiltração do corante tinta nanquin e da diafanização. Após a obturação, os dentes foram imersos em soro fisiológico por 60 dias. Os resultados demonstraram que não houve diferenças estatísticas significantes entre os grupos.

Trevizan et al.¹⁵³ (2003), utilizando o corante Rodamina B a 0,2% e 44 pré-molares de humanos extraídos, verificaram a capacidade seladora apical dos cimentos OZE, Endofill, AH Plus e Sealer 26. Após a impermeabilização da superfície externa radicular com araldite, as amostras foram imersas na solução corante por 48 horas. A análise foi feita após a secção longitudinal das raízes pela técnica da planimetria. Os resultados demonstraram os mesmos níveis de infiltração para os cimentos Sealer 26 e Ah Plus e maiores níveis para o cimento Endofill e OZE.

Roggendorf et al.¹²⁶ (2004), compararam a capacidade seladora apical e coronária dos cimentos AH Plus, EndoREZ, EZ-Fill e Rely-X-Unicem. Para isso, utilizaram 30 dentes por grupo, instrumentados com limas de conicidade 0,04 mm/mm até o número 45. Os dentes foram impermeabilizados e submetidos à infiltração do corante azul de metileno a 5% . Os resultados demonstraram que os cimentos AH Plus e EZ-Fill apresentaram os menores índices, seguidos do Rely-X-Unicem, sendo o cimento EndoREZ o que maior grau de penetração apresentou.

Carvalho²⁹ (2004) avaliou o selamento apical proporcionado pelos cimentos AH Plus e EndoREZ após diferentes tratamentos da dentina radicular: com EDTA-T, e lasers de Nd:YAG e de Diodo. Os resultados demonstraram existirem diferenças no selamento apical na dependência do tratamento dado às paredes e que o cimento EndoREZ apresentou maiores níveis de infiltração do que o AH Plus quando as paredes dentinárias foram tratadas com laser.

3 PROPOSIÇÃO:

Diante das dúvidas aventadas na introdução e constatadas na revisão de literatura, o presente trabalho propôs:

I – comparar a capacidade de infiltração apical determinada pelos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2%, em canais radiculares obturados com os cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex, EndoREZ e polímero da mamona (Polifil).

II – comparar a capacidade seladora apical dos cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex, EndoREZ e polímero da mamona (Polifil), utilizando como traçadores os corantes, azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2%.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Seleção e preparo dos dentes

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (Anexo 1). Para a realização deste estudo, foram utilizados 176 dentes unirradiculados humanos extraídos e com raízes completamente formadas. Após a extração, os dentes foram mantidos em solução de formaldeído a 10%^{*} por 48 horas. Em seguida foram imersos em um frasco contendo solução de hipoclorito de sódio na concentração de 2,5%[†] por 24 horas. Os tecidos moles e cálculos aderidos à raiz foram eliminados com o auxílio de curetas periodontais de Gracey nº 5/6[‡]. Os dentes foram então lavados em água corrente para a remoção dos excessos da solução de hipoclorito de sódio e, após a limpeza, foram armazenados em solução fisiológica[§] acrescida de 5 mL de solução de hipoclorito de sódio a 1%, até o momento da sua utilização.

Foram selecionados os dentes que, após o exame radiográfico no sentido mesio-distal, apresentavam um único canal e formas anatômicas semelhantes entre si. As coroas dentais foram removidas, padronizando-se o comprimento das raízes em 14 mm, utilizando-se um disco de carborundum^{**} em baixa rotação. A entrada do canal foi copiosamente irrigada com solução de

^{*} Farma-Ticli Indústria Farmacêutica – São Paulo – SP - Brasil

[†] Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda - Ibiporã - PR - Brasil

[‡] S.S White Artigos dentários Ltda – Juiz de Fora – MG - Brasil

[§] Darrow Laboratórios S.A. – Rio de Janeiro – RJ - Brasil

^{**} Carbodent – Gysi S.A. - Buenos Aires – Argentina

hipoclorito de sódio a 1% (solução de Milton) para a remoção de raspas de dentina e detritos provenientes do corte da coroa. O canal radicular foi localizado e, inserindo-se nele inicialmente uma lima tipo K nº 15* até o comprimento real do dente, foi possível verificar o diâmetro anatômico do canal radicular e do forame apical.

4.2 Preparo biomecânico dos canais radiculares

Inicialmente, padronizou-se o diâmetro do forame apical introduzindo-se uma lima tipo K de nº 25* até que esta se tornasse visível no forame apical. Quando esta manobra não era possível diretamente com essa lima, utilizava-se limas menos calibrosas, instrumentando-se o forame apical até a lima tipo k nº 25* para a padronização do diâmetro foraminal de toda a amostra. Quando o diâmetro do forame apical apresentava-se maior que o da lima tipo K de nº 25*, o dente era descartado. Em seguida, o forame apical foi avaliado com o auxílio de um estereoscópio com 3 vezes de aumento†, sendo descartadas as raízes que apresentavam forames de formato ovalado ou quaisquer outras formas que não fossem a circunferencial (Figuras 1A e 1B).

Para a instrumentação dos canais radiculares, os dentes foram fixos a uma morsa‡ para permanecerem imóveis durante o preparo biomecânico. O comprimento real de trabalho (CRT) foi determinado a 1 mm aquém do comprimento real do dente. O preparo biomecânico dos canais

* Maillefer Instruments – Ballaigues - Suíça

† Estereoscópio Citoval – Carl Zeiss - Jena.

‡ Somar Indústria e Comércio – Joinville – SC - Brasil



FIGURA 1 - Análise do forame apical para inclusão do dente no estudo. A - dente com forame disforme, excluído do estudo; B - Dente com forame circunferencial e de diâmetro compatível com a lima foraminal; incluído no estudo. Setas indicam o forame apical.

radiculares foi realizado com limas acionadas a motor (Endo Plus) do tipo K3, com velocidade e torque constantes (300 rpm e 1 N, respectivamente) durante todo o preparo biomecânico (LEONARDO; LEONARDO⁹², 2002). Foi utilizada uma cinemática de movimentos contínuos de entrada e retirada com avanços de 1 mm a cada introdução até alcançar o CRT, desde o instrumento de nº 30 até o de nº 60. Todos os instrumentos rotatórios utilizados apresentavam conicidade 0,04 mm/mm. O refinamento do batente apical foi realizado com uma lima manual de número 60, introduzida no canal radicular com movimentos oscilatórios e pressão em direção apical e retirada do canal radicular com movimentos de alargamento até que estivesse solta no interior do mesmo. A essa lima denominou-se instrumento memória (IM).

A cada troca de instrumento, foi realizada irrigação copiosa do canal radicular com 5 mL da solução de hipoclorito de sódio a 1%, utilizando-se uma seringa tipo Luer-Lock e uma cânula de irrigação de nº 30x4[§] e aspiração com uma cânula de sucção de nº 30x2[§], deixando sempre o canal radicular inundado com a solução irrigadora.

Após a instrumentação dos canais radiculares, o Instrumento Apical Foraminal (lima tipo K nº 25[†]) foi introduzido no Comprimento Real do Dente (CRD) para a remoção das raspas de dentina oriundas do preparo biomecânico, promovendo assim, a limpeza do forame apical. Em seguida, o canal radicular foi irrigado com solução de hipoclorito de sódio a 1% e seco por aspiração com cânula de sucção de nº 30 x 2 e pontas de papel absorvente de nº 60. Na seqüência, os canais radiculares foram inundados com duas gotas de solução de Ácido Etilenodiaminotetracético EDTA a 17% tamponado em pH 7,4, sendo mantida a agitação com lima manual de menor diâmetro (50)

durante 3 minutos. Os canais foram novamente irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1% e secos por aspiração e pontas de papel absorvente^{††} de nº 60.

4.3 Obturação dos canais radiculares

Terminado o preparo biomecânico, os 176 dentes foram divididos em 6 grupos experimentais de 28 dentes cada, de acordo com o cimento obturador utilizado para obturação dos canais radiculares e 2 grupos controles com 4 dentes cada. Os cimentos testados foram o Endofill, o Sealer 26^{**}, o Sealapex, o AH Plus, o EndoREZ e o cimento experimental à base de polímero da mamona (Polifil). Todos os canais radiculares foram obturados pela técnica modificada da condensação lateral ativa da guta-percha, nos quais se utilizou um cone principal de guta-percha[§] e apenas dois cones auxiliares[§] em associação a um dos cimentos testados. Foi utilizado um cone principal de guta-percha de conicidade 0,04 mm/mm[§] que, por ser fabricado somente até a numeração 40, para este estudo foi calibrado para a numeração 60 por meio de uma régua calibradora. Todos os cones calibrados foram testados nos canais radiculares, devendo ajustar-se ao batente apical apresentando resistência à tração no CRT. Todos os dentes com os cones principais ajustados foram fixados com cera utilidade sobre filmes periapicais e, em seguida, foram realizadas radiografias no sentido mesio-distal para a confirmação radiográfica da distância de aproximadamente 1 mm entre o ápice radicular e a extensão apical do cone de guta-percha.

4.4 Preparo dos cimentos obturadores

Todos os cimentos foram proporcionados e manipulados até se obter uma consistência de uso clínico, tal como descrito a seguir:

- ? Sealapex e AH Plus: foram proporcionadas quantidades iguais de pasta catalisadora e pasta base sobre um bloco de papel especial fornecido pelo fabricante, em quantidade suficiente para o preenchimento de sete canais radiculares do grupo por vez. As pastas foram manipuladas e espatuladas com o auxílio de uma espátula nº 24, até se obter uma pasta homogênea.
- ? EndoREZ: este cimento possui um kit especial para proporcionamento, manipulação e inserção do cimento no canal radicular. Assim, apresenta um tubo com duas seringas contendo as respectivas pastas base e catalisadora. À ponta desta seringa é acoplado um pequeno tubo plástico denominado “mixer”, por onde, quando acionado o êmbolo das seringas, emergem as pastas que automaticamente já se misturam no seu interior, saindo à ponta do “mixer”, prontas para o uso. Em seguida o fabricante indica o uso de uma seringa e de uma agulha especial (Navitip) para o preenchimento do canal radicular com cimento. No entanto, este sistema não foi utilizado em virtude da padronização da técnica de obturação para todos os grupos. Portanto, utilizamos o sistema de proporcionamento e manipulação do cimento já citado até a saída do cimento pelo tubo “mixer”. Este cimento, pronto para o uso, foi colocado sobre uma placa de vidro em quantidade suficiente para o preenchimento de sete canais radiculares do grupo por vez.

? Polímero da mamona (Polifil): é um cimento experimental composto de polímero e o pré-polímero, que se apresentam, separadamente em duas ampolas de vidro. Ao polímero foi adicionado 1 g de óxido de zinco com o intuito de proporcionar radiopacidade ao cimento e misturado a este sobre uma placa de vidro até formar uma pasta homogênea. Esta mistura foi levada a uma seringa plástica e mantida fechada até o momento do uso. O pré-polímero também foi colocado em uma seringa plástica[†], no entanto apenas no momento do preparo do cimento. Separadamente, 0,5 mL da seringa contendo o polímero e 80 gotas do pré-polímero foram proporcionadas sobre uma placa de vidro. Essa quantidade é suficiente para a obturação de sete canais radiculares do grupo por vez. As proporções foram manipuladas com o auxílio de uma espátula nº 24, até se obter uma pasta homogênea.

? Sealer 26: a proporção utilizada foi de 0,7 g de pó para 0,4 mL de líquido, de acordo com testes preliminares. Para se chegar a essa proporção, partiu-se de 0,4 mL de líquido e 1 g de pó, incorporando-se o pó ao líquido até se obter uma massa espessa de cimento com consistência semelhante à “massa de vidraceiro”. Em seguida, 1 gota do líquido foi incorporada à massa e manipulada até se obter, do ponto de vista clínico, uma consistência satisfatória. O pó remanescente foi pesado e calculou-se, assim, a quantidade usada. Esse procedimento, que foi repetido cinco vezes, forneceu a média e a proporção já mencionadas. Essas quantidades de pó e líquido foram colocadas sobre uma placa de vidro. A quantidade de cimento foi suficiente para o preenchimento de sete canais radiculares do grupo por vez. As pastas foram manipuladas e

espatuladas com o auxílio de uma espátula nº 24*.

? Endofill: a proporção utilizada foi de 0,7 g de pó para 0,15 mL de líquido, de acordo com testes preliminares. Para se chegar a essa proporção, partimos de 0,15 mL de líquido e 1 g de pó, incorporando-se o pó ao líquido até se obter, do ponto de vista clínico, uma consistência satisfatória. O pó remanescente foi pesado e calculou-se, assim, a quantidade usada. Esse procedimento, que foi repetido cinco vezes, forneceu a média e a proporção já mencionadas. Essas quantidades de pó e líquido foram colocadas sobre uma placa de vidro. A quantidade de cimento foi suficiente para o preenchimento de sete canais radiculares do grupo por vez. As pastas foram manipuladas e espatuladas com o auxílio de uma espátula nº 24.

Após o preparo dos cimentos, os canais radiculares foram preenchidos com os mesmos com o auxílio de um condensador de McSpadden de nº 50 envolto por cimento e acionado em baixa rotação no canal radicular até que se verificasse um pequeno extravasamento de cimento pelo forame apical (Figuras 2A e 2B). Em seguida, foi colocado o cone de guta-percha principal previamente escolhido, envolto em cimento, até o CRT (Figura 2C). Um espaçador digital B[†] foi introduzido com movimentos oscilatórios e ligeira pressão apical até encontrar resistência (Figura 2D). Em seguida foi removido efetuando-se duas voltas completas no sentido anti-horário e uma volta completa no sentido horário com tração em direção cervical. Imediatamente, foi colocado no mesmo espaço previamente aberto pelo espaçador digital um cone auxiliar F. Este procedimento foi repetido apenas mais uma vez com a

colocação de mais um cone auxiliar, com o intuito de travar bem o cone principal de guta-percha em sua posição apical e impedir o seu deslocamento no momento do corte do excesso de guta-percha (Figura 2E). O excesso dos cones de guta-percha foi cortado a 2 mm abaixo da abertura cervical com o auxílio de um calcador endodôntico aquecido. Em seguida, foi realizada, com calcador^s a frio, a condensação vertical da guta-percha. Na região cervical, os excessos de cimento foram removidos com uma bolinha de algodão embebida em álcool e, em seguida, foi realizado o selamento da cavidade com um cimento provisório. Ao final, o excesso de cimento obturador extravasado pelo forame apical foi removido por meio de uma gaze, garantindo, assim, o preenchimento total por cimento do milímetro apical incluindo o forame (Figura 2F).

4.5 Impermeabilização das raízes

Finda a obturação, de cada grupo separadamente, as amostras foram imediatamente submetidas ao processo de impermeabilização das raízes segundo as recomendações de Bonetti Filho et al.¹⁸ (1995).

Em uma lâmina de cera rosa foram criadas perfurações circulares de diâmetro suficiente para permitir a acomodação da porção coronária das raízes. Essas perfurações na cera foram preenchidas com cola epóxica Araldite com presa rápida de 10 minutos e, em seguida, as raízes foram fixadas pela superfície coronária nessa camada de cola e mantidas até a sua presa. As raízes agora fixadas, e com a porção coronária impermeabilizada, tiveram as suas superfícies radiculares externas impermeabilizadas com uma camada de

cola epóxica Araldite com presa rápida de 10 minutos[‡], à exceção de 1 mm ao redor do forame apical (Cervi, 2002). Após a presa da cola epóxica, as raízes foram recobertas com duas

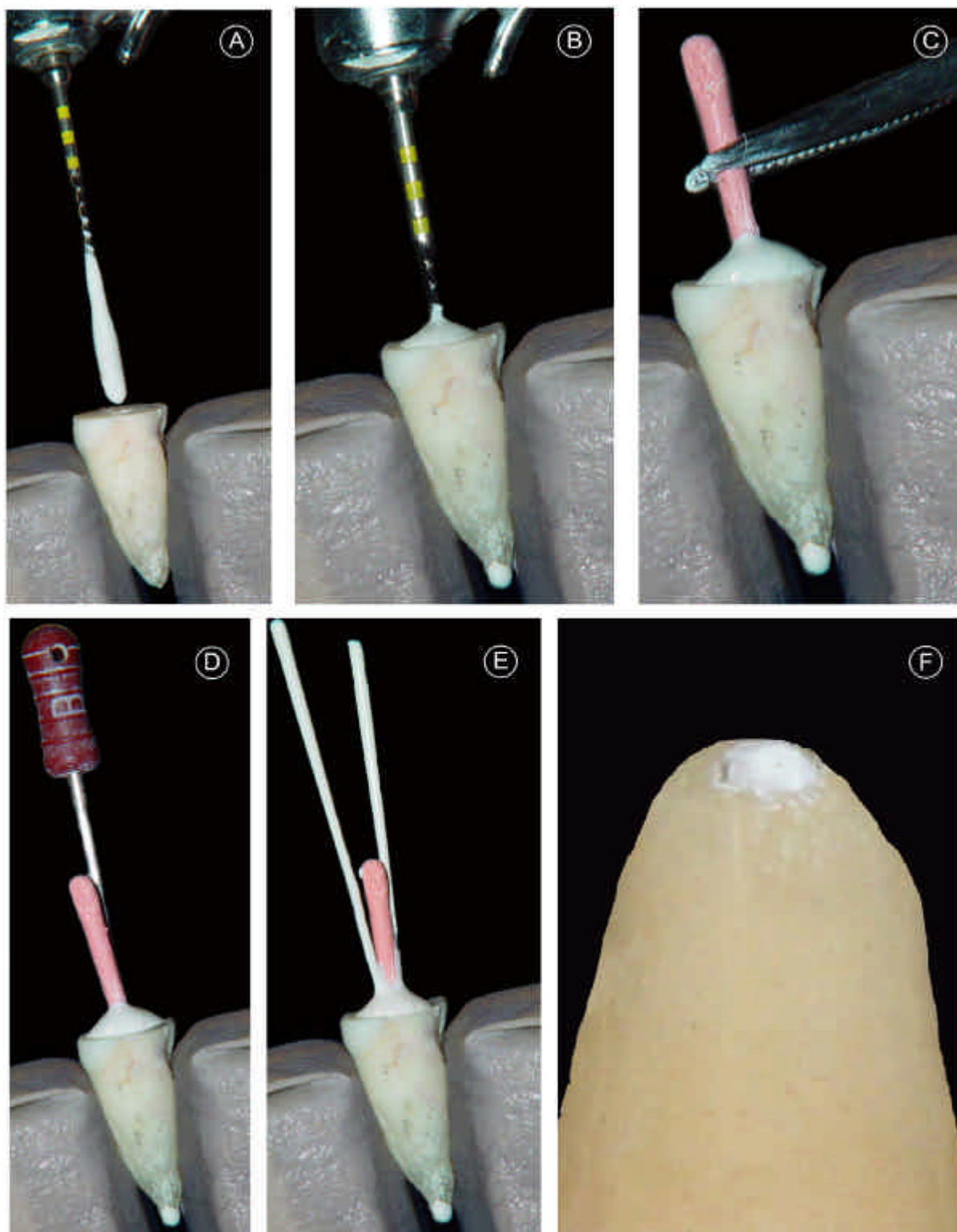


FIGURA 2 - Sequência técnica de obturação. A - condensador de McSpadden nº 50 levando cimento ao canal radicular; B - extravasamento de cimento pelo forame apical; C - cimentação do cone principal de guta-percha; D - espaçador digital B inserido no canal radicular com ligeira pressão apical até encontrar resistência; E - cimentação de dois cones auxiliares F; F - vista do forame apical preenchido por cimento após a remoção do excesso de material obturador.

camadas de esmalte de unha^{*}, com cores diferentes para identificação dos grupos, mantendo o limite de 1 mm ao redor do forame apical. Após o período de secagem do esmalte de unha, as raízes foram imersas pela porção cervical até o terço médio do canal radicular em cera rosa[†] derretida, como medida auxiliar para a impermeabilização dos dentes (Bonetti Filho et al.¹⁸, 1995).

4.6 Infiltração marginal apical

Decorrido o período de 1 hora da impermeabilização, cada grupo de dentes obturados com os diferentes cimentos foi dividido em dois subgrupos de acordo com a solução corante utilizada como marcador da infiltração. As soluções corantes utilizadas neste estudo foram o azul de metileno a 2% e a Rodamina B a 2% (Anexo 8). Ambas as soluções corantes utilizadas neste estudo foram tamponadas em tampão fosfato 0,2M pH 7,0. Dessa forma, 14 dentes de cada grupo experimental foram imersos nas soluções corantes mencionadas (Quadro I). Oito dentes foram utilizados como controle, sendo 4 deles usados como controle positivo, nos quais se procedeu à obturação com cones de guta-percha, mas sem cimento obturador, impermeabilização das raízes e imersão nos dois corantes, duas amostras em cada corante. As outras 4 amostras não foram obturadas, receberam impermeabilização total, incluindo o forame apical, e foram imersas nos corantes, duas amostras em cada corante.

* Colorama – Procosa Produtos de Beleza Ltda.– São Paulo – SP Brasil

† Polidental Indústria e Comércio Ltda. – São Paulo – SP - Brasil

Quadro 1 – Delineamento da metodologia experimental:

	CORANTES	
CIMENTOS	Azul de Metileno a 2% (A)	Rodamina B a 2% (B)
Endofill	Grupo Ia	Grupo Ib
Sealer 26	Grupo IIa	Grupo IIb
AH Plus	Grupo IIIa	Grupo IIIb
Sealapex	Grupo IVa	Grupo IVb
EndoRez	Grupo Va	Grupo Va
Polímero da Mamona	Grupo VIa	Grupo VIb
Sem cimento	Grupo controle positivo	Grupo controle positivo
Sem obturação/ impermeabilização total	Grupo controle negativo	Grupo controle negativo

Todos os espécimes foram submetidos ao vácuo em um dessecador Primar Fabbe* previamente à imersão no corante. Dessa forma, os 14 dentes de cada subgrupo foram envoltos em gaze, formando-se 2 saquinhos identificados correspondendo ao subgrupo a ser submetido ao vácuo no interior do dessecador. Essa manobra foi realizada simultaneamente para a solução de Azul de Metileno a 2% e para a Rodamina B a 2%. O mesmo procedimento foi empregado para os demais grupos, sendo realizado um grupo por dia. Os saquinhos de gaze contendo os dentes ficaram apoiados em um suporte no interior do dessecador que continha as soluções corantes. O dessecador foi então vedado adequadamente com uma pasta de silicone, na tampa da campânula e nas áreas de conexão. O dessecador contém na sua

* Ind. Mecânica Primar Ltda. – São Paulo – SP - Brasil

tampa uma válvula conectada à bomba de vácuo que foi ligada exercendo uma pressão de 60 mmHg por 10 minutos. A válvula do dessecador foi fechada e, em seguida, a bomba desligada para manter-se o vácuo. Após este procedimento, o dessecador foi agitado para que os saquinhos desequilibrassem e caíssem nas soluções corantes, onde permaneceram por 24 horas em temperatura ambiente.

Decorrido esse período, as raízes foram lavadas em água corrente por 24 horas e secas naturalmente à temperatura ambiente, e as camadas de impermeabilização da superfície radicular externa foram removidas com instrumento Lecron*.

Todo o ápice radicular manchado pelo corante foi raspado com instrumento Lecron* visando a remoção dos excessos do corante para que, durante o corte da raiz, o corante depositado na superfície externa radicular não fosse levado em direção ao canal radicular, manchando a dentina (Figura 3A e 3B). Os dentes foram então fixos em um suporte de madeira, por meio de godiva de baixa fusão, e seccionados no sentido longitudinal por meio do aparelho Isomet 1000† com auxílio de um disco diamantado† de 0,012” de espessura, de forma que o disco penetrasse na raiz adjacente ao centro da obturação (Figura 3C), deixando uma face da secção maior que a outra.

* Duflex, Artigos Dentários Ltda. Juiz de Fora – MG - Brasil

† Buehler, Lake Bluff – IL - EUA

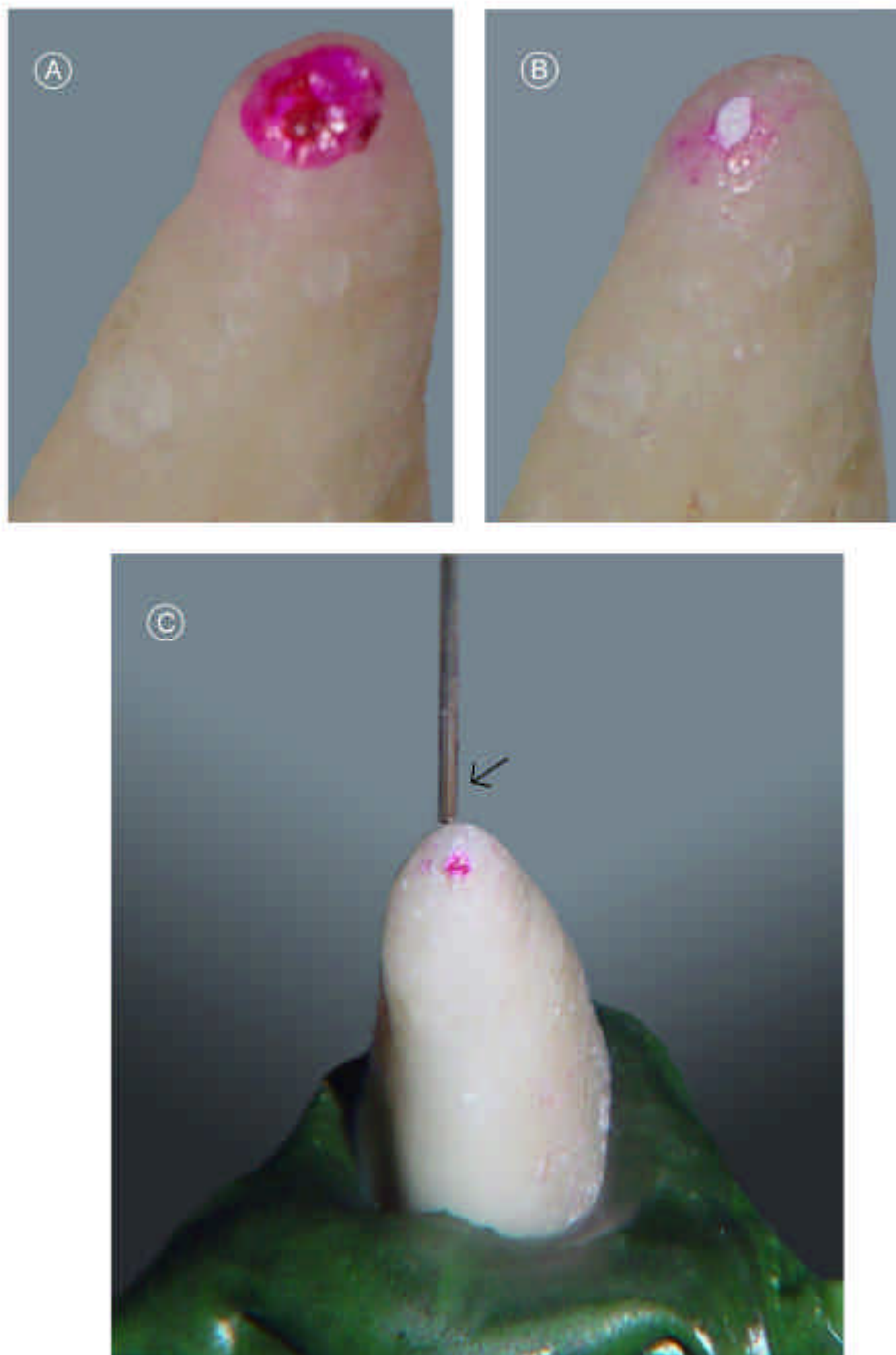


FIGURA 3 - Preparo das amostras para o corte longitudinal. A - vista da região apical logo após a remoção da camada de impermeabilização; B - vista da região apical após a remoção do excesso de corante depositado sobre a superfície radicular; C - dente posicionado no aparelho Isomet 1000 para a realização do corte longitudinal. Seta indica o disco posicionado adjacente ao forame apical

4.7 Análise “in vitro” da máxima infiltração apical

Para a quantificação da máxima penetração dos corantes, foi utilizado o programa ImageTool for Windows, versão 3.0^{*}. Este programa, criado por professores da Universidade do Texas, é utilizado especialmente para a medição de imagens em cefalometria, sendo, portanto, capaz de obter de uma imagem digital valores referentes à área, distância entre pontos, densidade da imagem, ângulos, dentre outros, em escalas métricas predeterminadas (nm, µm, mm, cm, km, polegadas, pés, etc).

Dessa forma, para análise das imagens no programa supracitado, capturou-se a imagem digital das amostras a serem analisadas. Para este fim, utilizou-se uma máquina digital Sony Cybershot, modelo DSC 707[†], associada a uma lente de aumento Canon 250D[‡]. Esse aparelho fotográfico permite uma aproximação óptica da imagem de até 5 vezes, o que, somado à aproximação dada pela lente, nos permitiu a captura de imagens com cerca de 9 vezes de aumento, sem distorções. Esse conjunto foi acoplado a uma estativa Beseler, modelo CS-14[§], com iluminação padrão para fotometria zero e armazenada numa resolução de 2.560 x 1.920 dpi (5.0 mega pixels).

O material obturador foi removido para facilitar as leituras, e foi escolhida a face que apresentava o maior grau de penetração do corante. Para a obtenção das imagens, a metade escolhida de cada amostra foi fixada com cera utilidade em um suporte de madeira, com a superfície a ser analisada

^{*} UTHSCSA, San Antônio - Texas - USA

[†] Sony Corporation – Tókyo - Japão

[‡] Canon Inc. – Tokyo - Japão

[§] Charles Beselar Co. Linden – N.J. - USA

voltada para o examinador. O suporte de madeira contendo a amostra fixada foi vertido e pressionado contra uma superfície plana, garantindo assim a estabilização da amostra em um mesmo plano, o que facilitou a captação das imagens, por permitir um mesmo foco em toda a extensão da raiz. Em seguida foi fixado à cera utilidade, adjacente à amostra a ser fotografada, um escalímetro de precisão* com a face de 1/100 no mesmo plano da amostra. O escalímetro foi utilizado para a calibração do programa na unidade de medida (mm) necessária para a leitura da máxima infiltração (Figura 4A). Assim, antes de se realizar as leituras da infiltração, era possível informar ao programa, com precisão, o valor correspondente a 1mm, garantindo uma leitura da infiltração em mm o mais próxima do real possível.

A infiltração máxima foi medida a partir da abertura apical até o seu ponto mais coronal (Figura 4B). Esta medida foi realizada duas vezes por dois examinadores diferentes e independentes, e a média da segunda leitura calculada para cada uma das amostras em todos os grupos.

Além da análise da máxima infiltração apical, foi realizada através do mesmo programa de computador, a medição da distância entre o ápice radicular e a ponta do cone de guta-percha nas radiografias comprobatórias tomadas antes da obturação. A determinação de cada uma dessas medidas serviu para a verificação do espaço apical onde, em média, podia-se garantir o preenchimento apenas por cimento obturador. Este patamar médio, que corresponde ao batente apical, marca o início da obturação com cone de guta-percha e cimento.

* Mini-escalímetro triangular, Trident S/A. Itapuí - São Paulo - Brasil

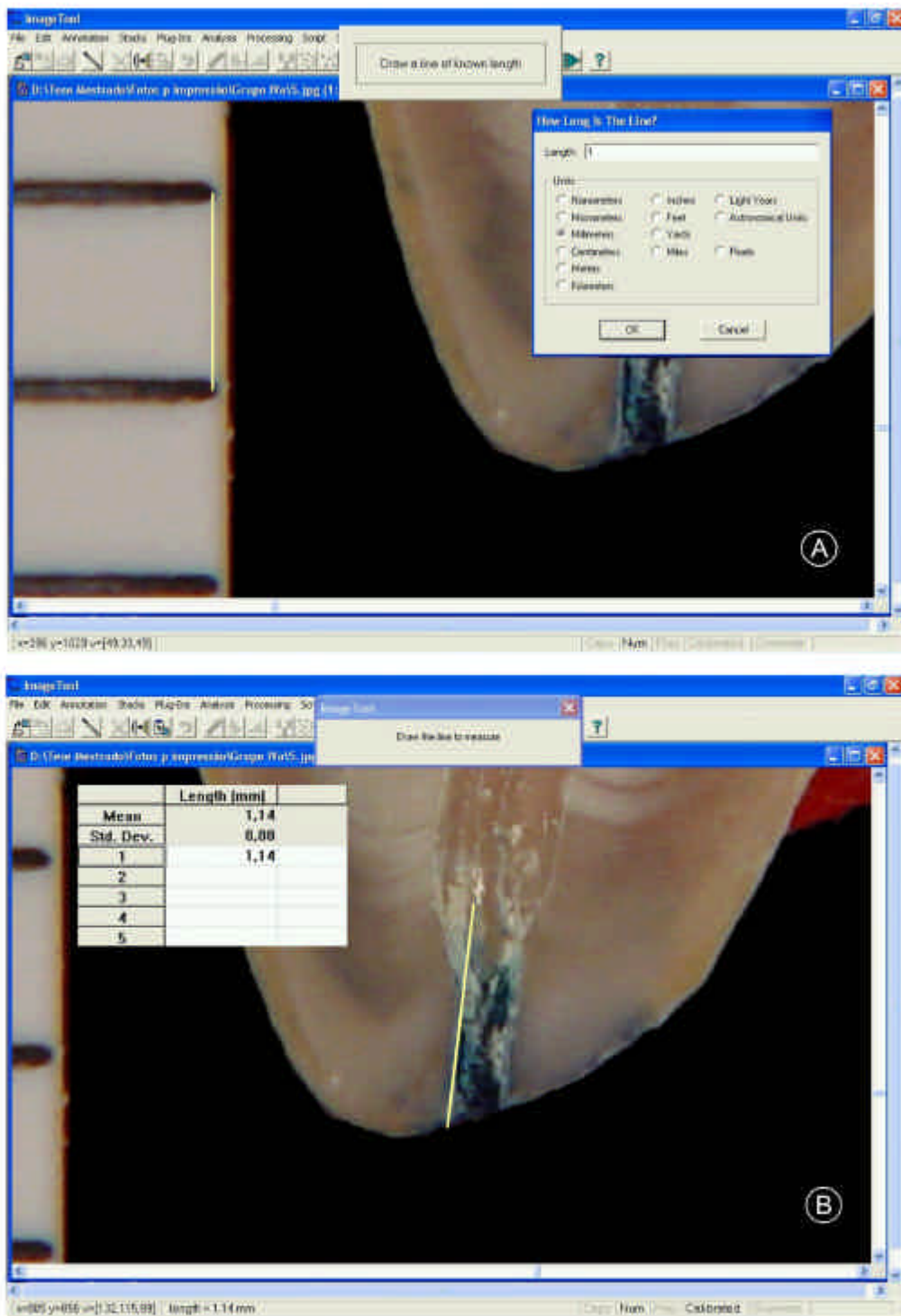


FIGURA 4 - Análise das amostras no programa ImageTool for Windows versão 3.0. A - Calibração da imagem. Linha representa a medida de 1mm fornecida pelo escalímetro. Quadro representa a conversão de pixels para milímetros. B - Medição da máxima infiltração apical. Linha representa a medida de máxima infiltração. Quadro representa o valor em milímetros obtido.

4.8 Metodologia estatística

Neste trabalho foram avaliados os efeitos dos corantes A e B quanto à infiltração máxima, utilizando-se os cimentos: Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex, Endo REZ e Polifil. Devido à discrepância dos valores do Endo REZ para os dois corantes, este foi avaliado estatisticamente de forma isolada. Os demais valores dos outros cimentos foram submetidos aos testes de homogeneidade de variância e normalidade dos resíduos pelos procedimentos de Levene e Shapiro-Wilks, respectivamente, onde se constatou que os dados estavam homogêneos e dentro da normalidade, podendo ser utilizado o teste paramétrico para avaliação (SCHUURS et al, 1993).

Diante disso, para comparação de cimento, corante e da interação, realizou-se a análise de variância a 2 critérios para comparação global e o teste de Sudent-Newman-Keuls. Realizou-se também a comparação entre corantes em cada cimento, utilizando, para isto, o teste T não pareado. Para a comparação individual entre cimentos, para o corante B foi empregado o teste Anova a um critério e comparações individuais pelo teste de Sudent-Newman-Keuls. Deve-se ressaltar que para todos os testes adotou-se o nível de significância de 5%, para decidir-se por uma diferença significativa entre as médias. Isso equivale a encontrar um valor de probabilidade p, correspondente à estatística do teste menor que 0,05.

5 RESULTADO

Os dados obtidos nos grupos controle positivo e controle negativo (Figuras 14 A, B, C e D), depois de analisados, validaram a metodologia, pois comprovaram, respectivamente, a total penetração do corante ao longo do canal radicular e a eficácia na impermeabilização externa da raiz (Anexos 10 e 11).

Nos Anexos 12 e 13 são dadas as medidas de infiltração máxima, em mm, obtidas, respectivamente, com os corantes A e B. O Anexo 14 contém a representação gráfica de infiltração relativa ao cimento EndoREZ, e o Anexo 15, de infiltrações com os outros cimentos: Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex e Polifil.

Na Tabela 1 são dadas as médias e os desvios padrão de infiltração máxima. São apresentados também os intervalos de 95% de confiança para a média populacional de infiltração. Destaca-se que, a média da infiltração máxima, em mm, relativa ao cimento EndoREZ com os dois corantes, foi de 5 a 8 vezes maior do que a média de infiltração com os outros cimentos, tornando desnecessário o emprego de procedimentos estatísticos especiais para compará-lo com os demais (Figura 12). Então, os níveis de penetração dos corantes nesse cimento foram comparados separadamente dos demais pelo teste t de Student. Não se notou discrepância muito acentuada entre as variâncias: $p=0,07$ pelo teste de Levene ou mesmo não normalidade dos resíduos: $p=0,170$ pelo teste de Shapiro-Wilk. Então, agrupando-se os desvios padrão,

obteve-se a estatística $t=0,778$, à qual corresponde $p=0,444$, maior do que 0,05, o nível de significância adotado. Assim, não há evidência de que as duas médias sejam significativamente diferentes. Isso quer dizer que os dois corantes levaram praticamente ao mesmo resultado quando se avaliou o cimento EndoREZ. O resultado referente ao cimento EndoREZ pode ser visualizado pela Figura 5, onde estão representadas graficamente as médias e um intervalo de 95% de confiança para a média populacional.

TABELA 1 – Média e desvio padrão de infiltração máxima, em mm, bem como os limites inferior e superior de um intervalo de 95% de confiança para a média populacional.

Cimento	Corante	Média	Desvio padrão	IC (95%)	
				LI	LS
Endofill	A	1,04	0,32	0,85	1,22
	B	1,72	0,42	1,48	1,97
Sealer 26	A	0,55	0,55	0,23	0,87
	B	1,84	0,65	1,47	2,22
AH Plus	A	1,80	0,47	1,53	2,07
	B	1,76	0,63	1,40	2,12
Sealapex	A	1,24	0,31	1,06	1,42
	B	1,75	0,75	1,31	2,18
EndoREZ	A	9,30	4,35	6,79	11,81
	B	8,20	3,02	6,46	9,94
Polifil	A	1,17	0,41	0,93	1,40
	B	1,09	0,38	0,87	1,31

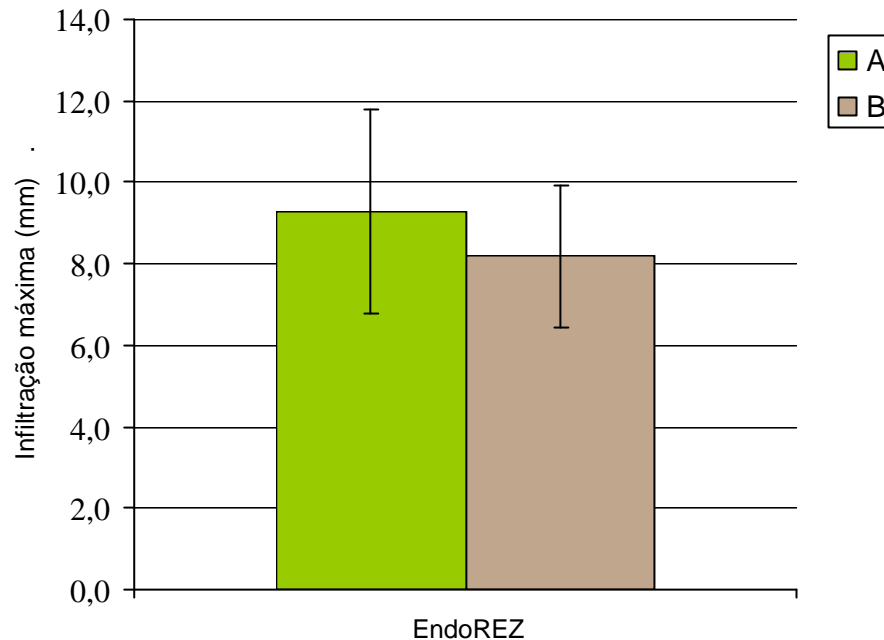


FIGURA 5: Representação gráfica de médias de infiltração para o cimento EndoREZ com os corantes A e B (o traço vertical representa um intervalo de 95% para a média populacional).

Em seguida, empregou-se uma análise de variância de dois fatores, cimento e corante, para avaliar os seus efeitos sobre a infiltração máxima. O sumário da análise de variância é dado na Tabela 2, onde se observa que não só os efeitos dos dois fatores são altamente significativos, mas principalmente os efeitos da interação entre eles ($p < 0,001$). Então, o nível de infiltração determinado por um corante depende do cimento no qual ele é utilizado. Para estudar esse fato, foi utilizado o teste de Newman-Keuls (SCHUURS et al.¹³⁴, 1993), efetuando-se comparações múltiplas das médias duas a duas, com os valores p correspondentes dados na Tabela 3.

TABELA 2: Sumário da análise de variância para avaliar o efeito da infiltração máxima do corante conforme o cimento utilizado.

Efeito	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
Cimento	4	1,864	7,187	<0,001
Corante	1	7,854	30,287	<0,001
Cimento*Corante	4	2,240	8,637	<0,001
Resíduo	130	0,259		

TABELA 3: Valores de probabilidade correspondentes ao teste de Newman-keuls para a comparação de médias duas a duas.

Cimento	Corante	Média	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
Endofill	A {1}	1,04									
Sealer 26	A {2}	0,55	0,012								
AH Plus	A {3}	1,80	0,002	<0,001							
Sealapex	A {4}	1,24	0,729	0,003	0,030						
Polifil	A {5}	1,17	0,784	0,008	0,013	0,711					
Endofill	B {6}	1,72	0,004	<0,001	0,980	0,012	0,011				
Sealer 26	B {7}	1,84	0,001	<0,001	0,807	0,020	0,008	0,969			
AH Plus	B {8}	1,76	0,003	<0,001	0,841	0,034	0,018	0,980	0,896		
Sealapex	B {9}	1,75	0,003	<0,001	0,963	0,022	0,014	0,897	0,958	0,953	
Polifil	B {10}	1,09	0,792	0,015	0,004	0,720	0,689	0,006	0,002	0,007	0,006

Nota-se que, para um mesmo cimento, a infiltração apresentada pelo corante azul de metileno (A) é sempre estatisticamente menor ou no máximo igual à apresentada pelo corante Rodamina B (B). São menores com o corante A as infiltrações referentes aos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex (Figuras 8, 9 e 11), mas, para este último, a

diferença, em relação ao corante B é menos significativa. Considerando-se somente o corante B, o cimento Polifil foi o que apresentou menor infiltração (Figura 13), e entre os outros não há evidência de diferença significativa. Com o corante A, o resultado é diferente. O cimento de menor infiltração foi o Sealer 26 e o de maior infiltração o AH Plus (Figura 10). Os outros três constituem um grupo intermediário, sem diferença significativa entre eles.

Esses resultados podem ser acompanhados visualmente pela Figura 6, onde estão representadas graficamente as médias de infiltração e um intervalo de 95% de confiança para a média populacional. Quanto menor a evidência de diferença entre as médias, maior será a sobreposição dos intervalos de confiança.

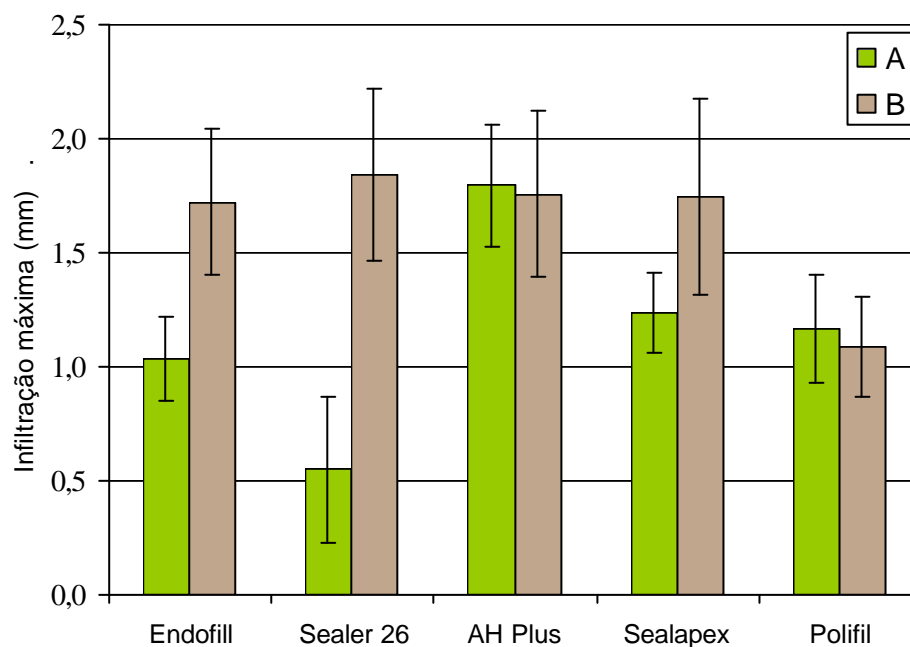


FIGURA 6: Representação gráfica de médias de infiltração para os corantes A e B (o traço vertical representa um intervalo de 95% para a média populacional).

Quanto às pressuposições para a aplicação da análise de variância, a independência dos dados está garantida pelo modo que os experimentos foram executados. A homogeneidade de variância e a normalidade dos resíduos, não parecem ter sido violadas drasticamente. Obteve-se, em relação às variâncias, $p=0,018$ pelo teste de Levene e, em relação à normalidade, $p=0,310$ pelo teste de Shapiro-Wilk. Há que se destacar o fato do cimento Sealer 26 ter apresentado, com o corante A, alguns zeros, comprometendo dessa forma a normalidade desse grupo. Entretanto, eliminando esse cimento da análise, todos os outros resultados se mantiveram inalterados.

Através das medidas realizadas na radiografia de prova da adaptação do cone de guta-percha, foi possível determinar a distância entre a ponta da guta-percha e o ápice radicular, que representa o espaço preenchido apenas por cimento. Essas medidas individuais estão no Anexo 16 e 17. Apesar de estarem identificadas pelos grupos experimentais, elas podem ser analisadas como se formassem um único conjunto de 168 medidas. O gráfico da distribuição de freqüências da distância entre a ponta da guta-percha e o ápice radicular é dado no Anexo 18. A distribuição de freqüências se aproxima bem de uma distribuição normal ($p=0,313$ pelo teste de Shapiro-Wilk) de média 1,21 e desvio padrão 0,13. Então, pode-se prever em cada grupo experimental, com 95% de confiança, uma média da distância entre a ponta da guta-percha e o ápice radicular igual a 1,21 mm, mais ou menos 0,07 mm. A Figura 7 mostra as médias de infiltração em cada grupo experimental,

com o respectivo intervalo de 95% de confiança, e a faixa dentro da qual, com 95% de confiança, deve estar a média da distância entre a ponta da *guta-percha* e o ápice radicular.

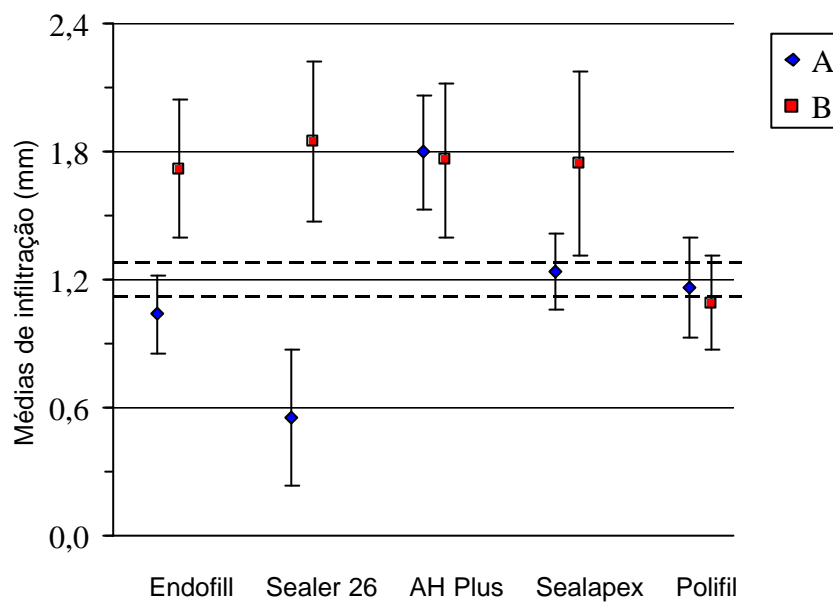


FIGURA 7: Médias de infiltração máxima e média da distância entre a ponta da *guta-percha* e o ápice radicular (1,2), com os respectivos intervalos de 95% de confiança para a média populacional.

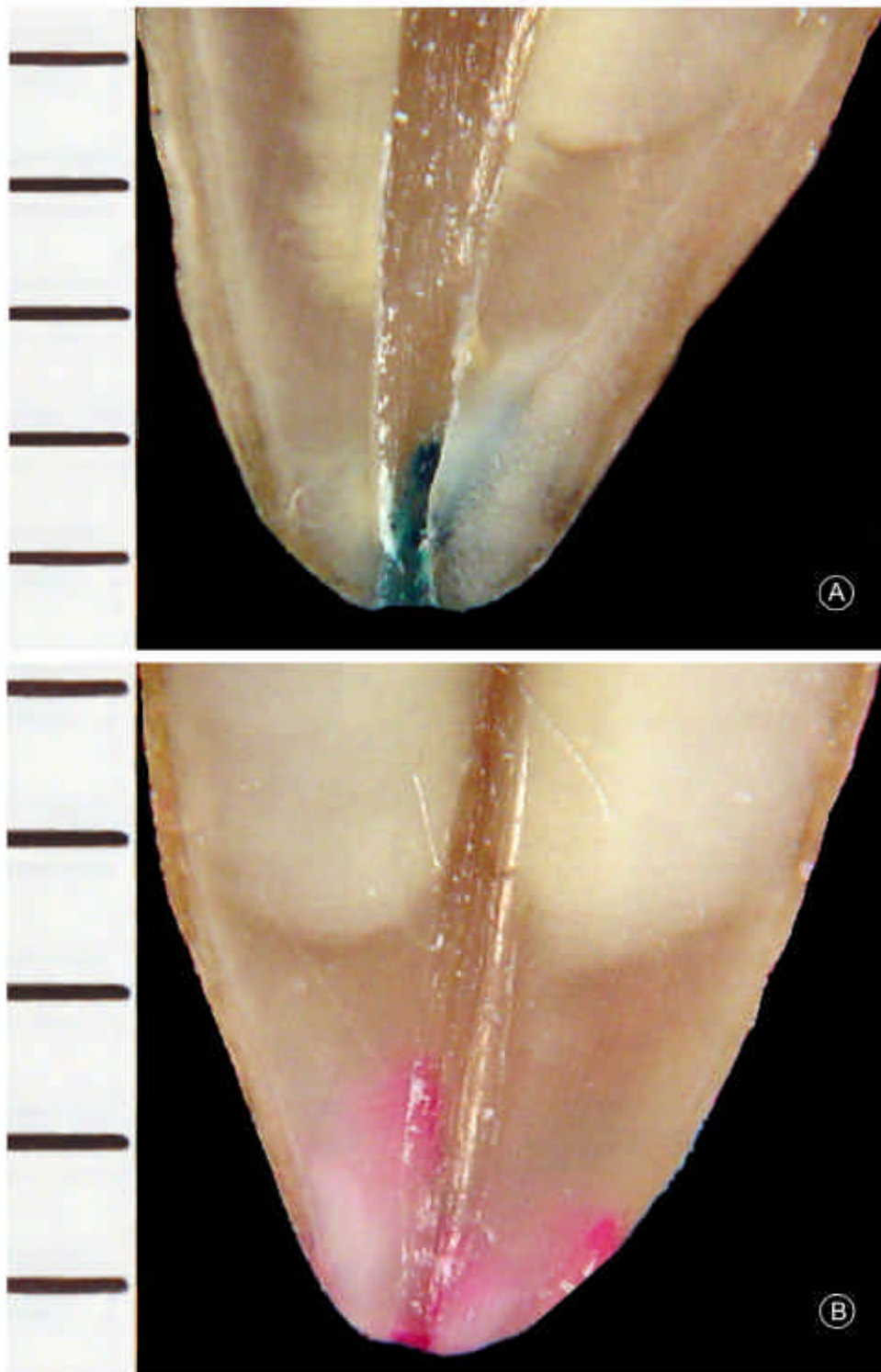


FIGURA 8 - Infiltração apical nos espécimes do grupo Endofill (Grupo I).
A - corante azul de metileno a 2%; B - corante Rodamina B a 2%.

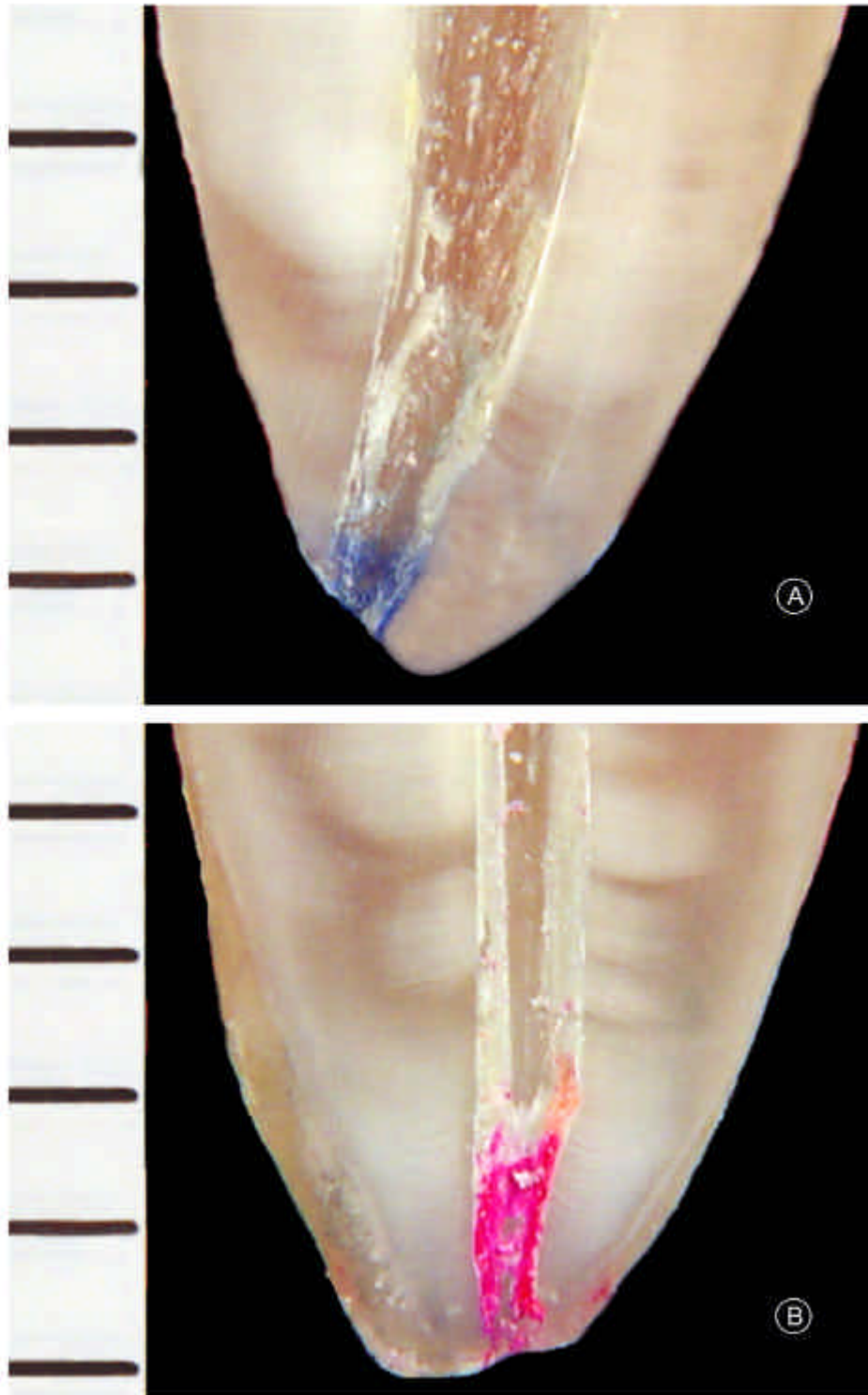


FIGURA 9 - Infiltração apical nos espécimes do grupo Sealer 26 (Grupo II).
A - corante azul de metileno a 2%; B - corante Rodamina B a 2%.

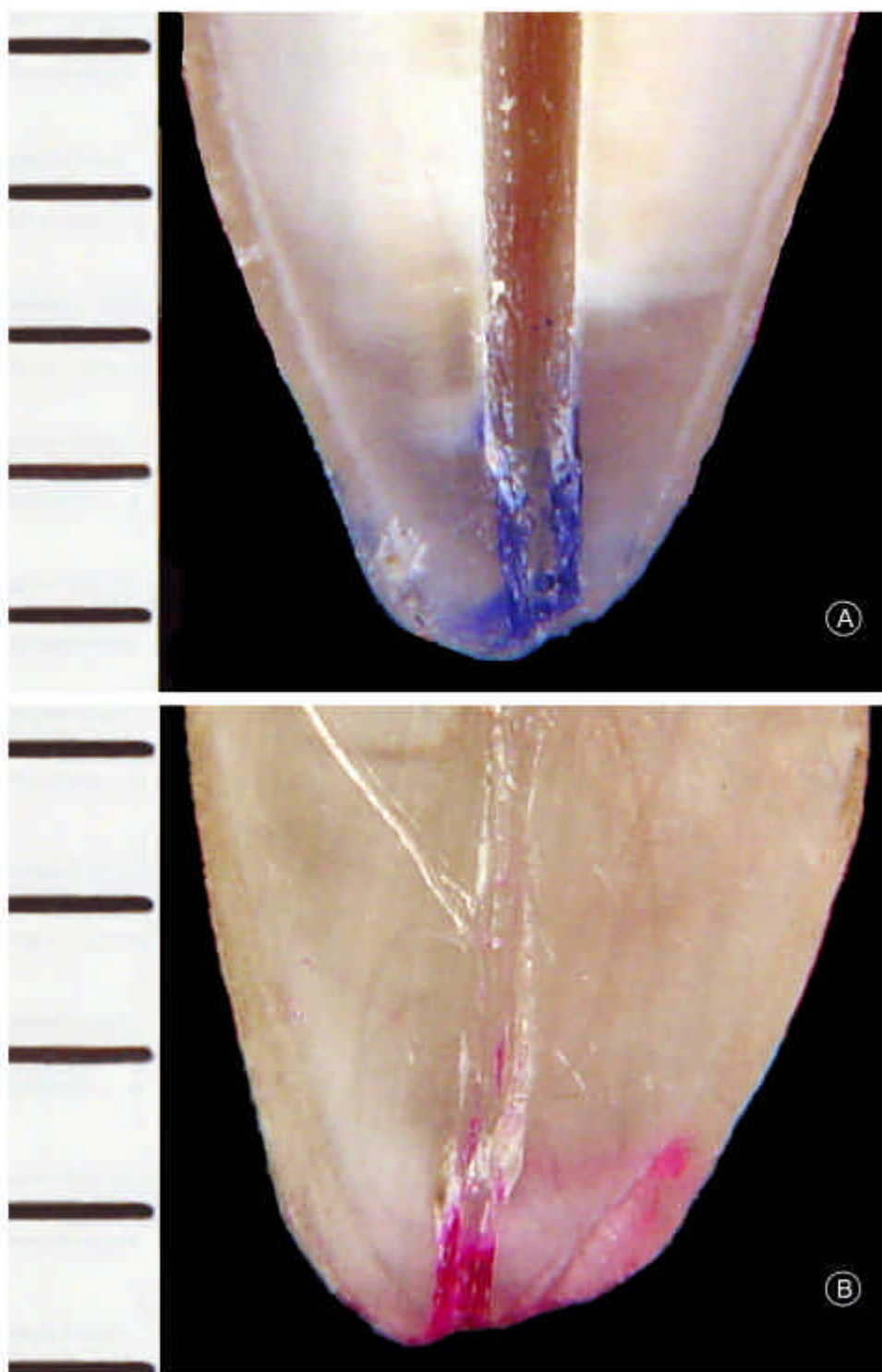


FIGURA 10 - Infiltração apical nos espécimes do grupo AH Plus (Grupo III).
A - corante azul de metileno a 2%; B - corante Rodamina B a 2%.

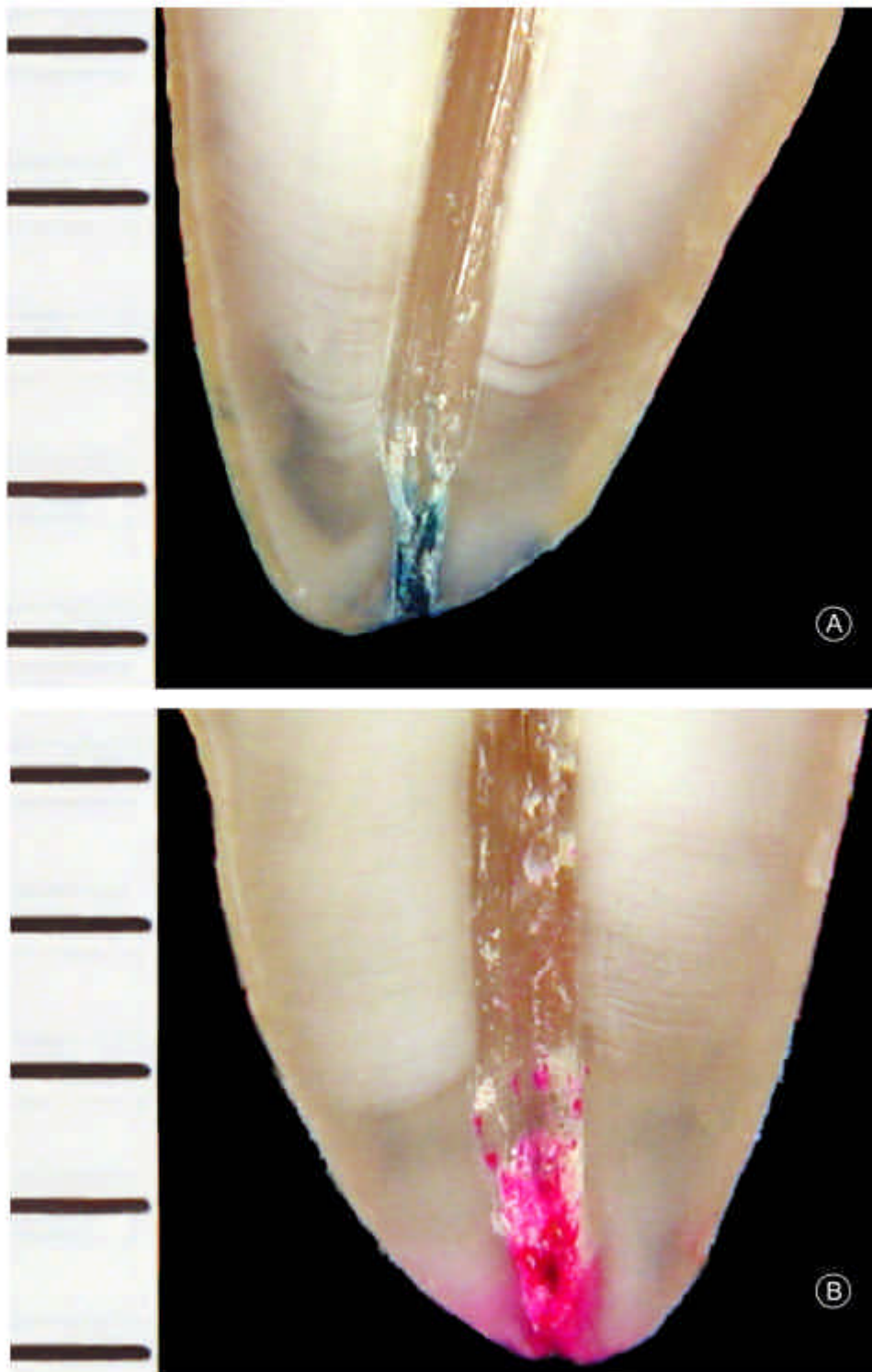


FIGURA 11 - Infiltração apical nos espécimes do grupo Sealapex (Grupo IV).
A - corante azul de metileno a 2%; B - corante Rodamina B a 2%.

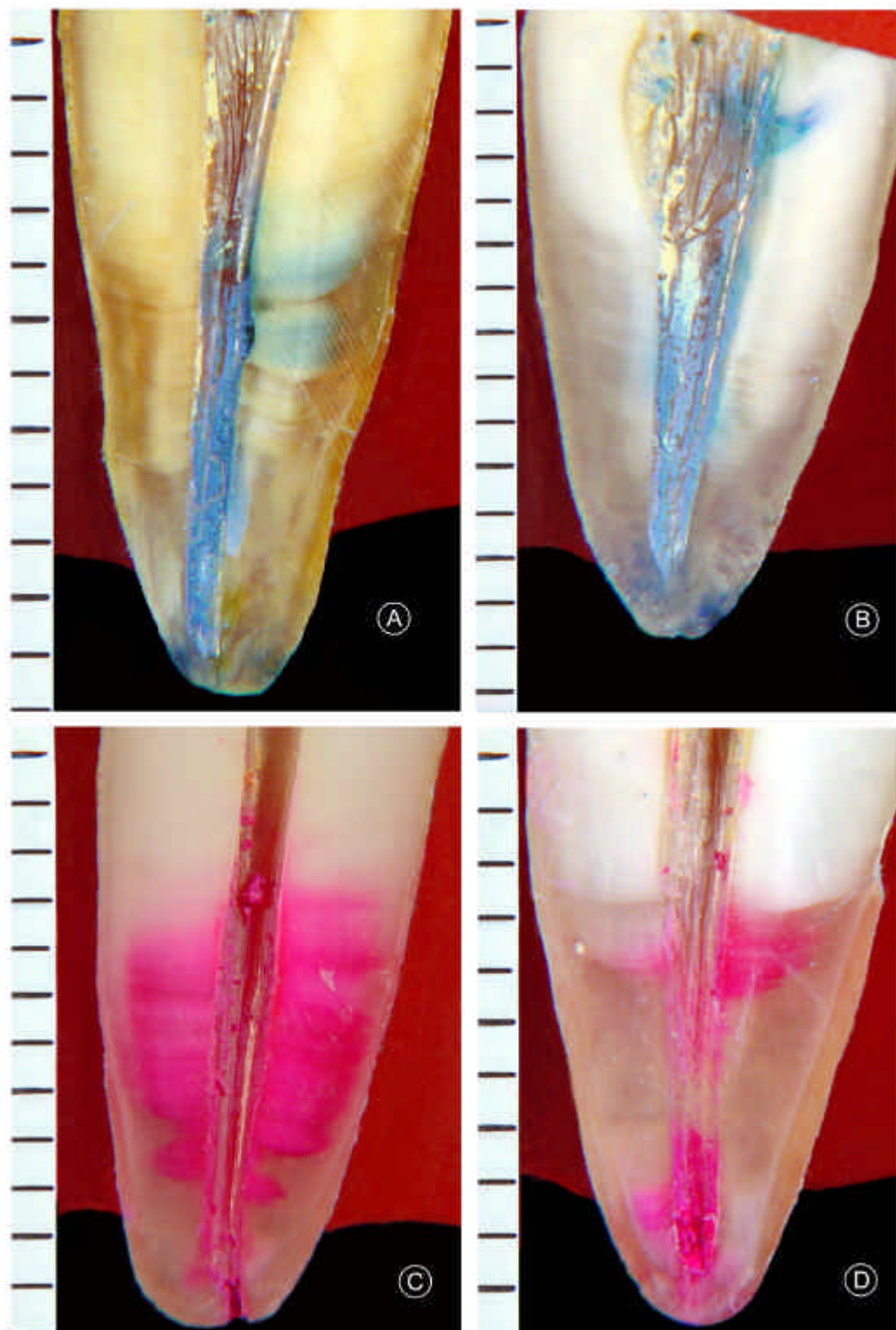


FIGURA 12 - Infiltração apical nos espécimes do grupo EndoREZ (Grupo V).
A e B- corante azul de metileno a 2%; C e D - corante Rodamina B a 2%.

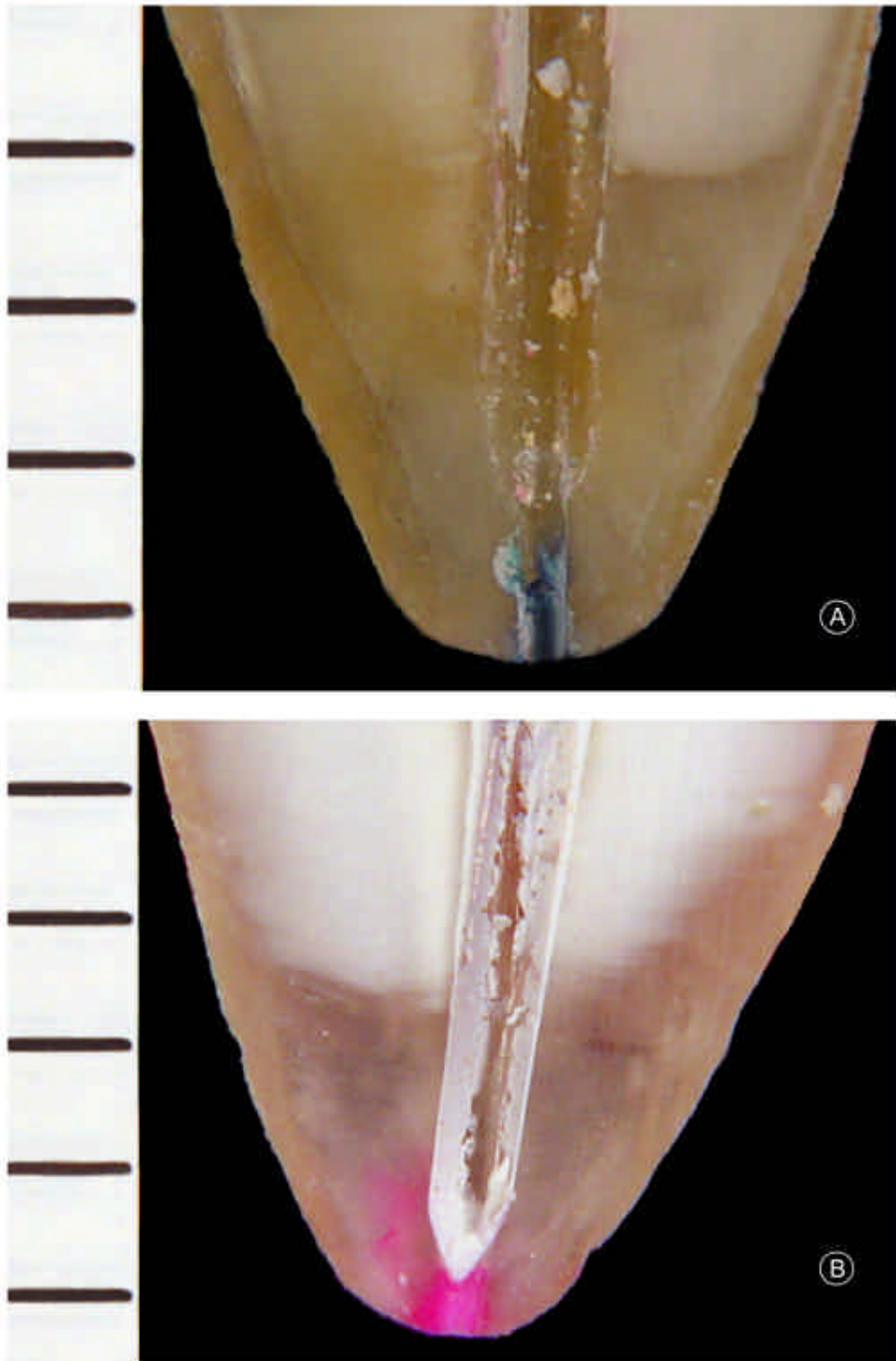


FIGURA 13 - Infiltração apical nos espécimes do grupo Polifil (Grupo VI).
A - corante azul de metileno a 2%; B - corante Rodamina B a 2%.

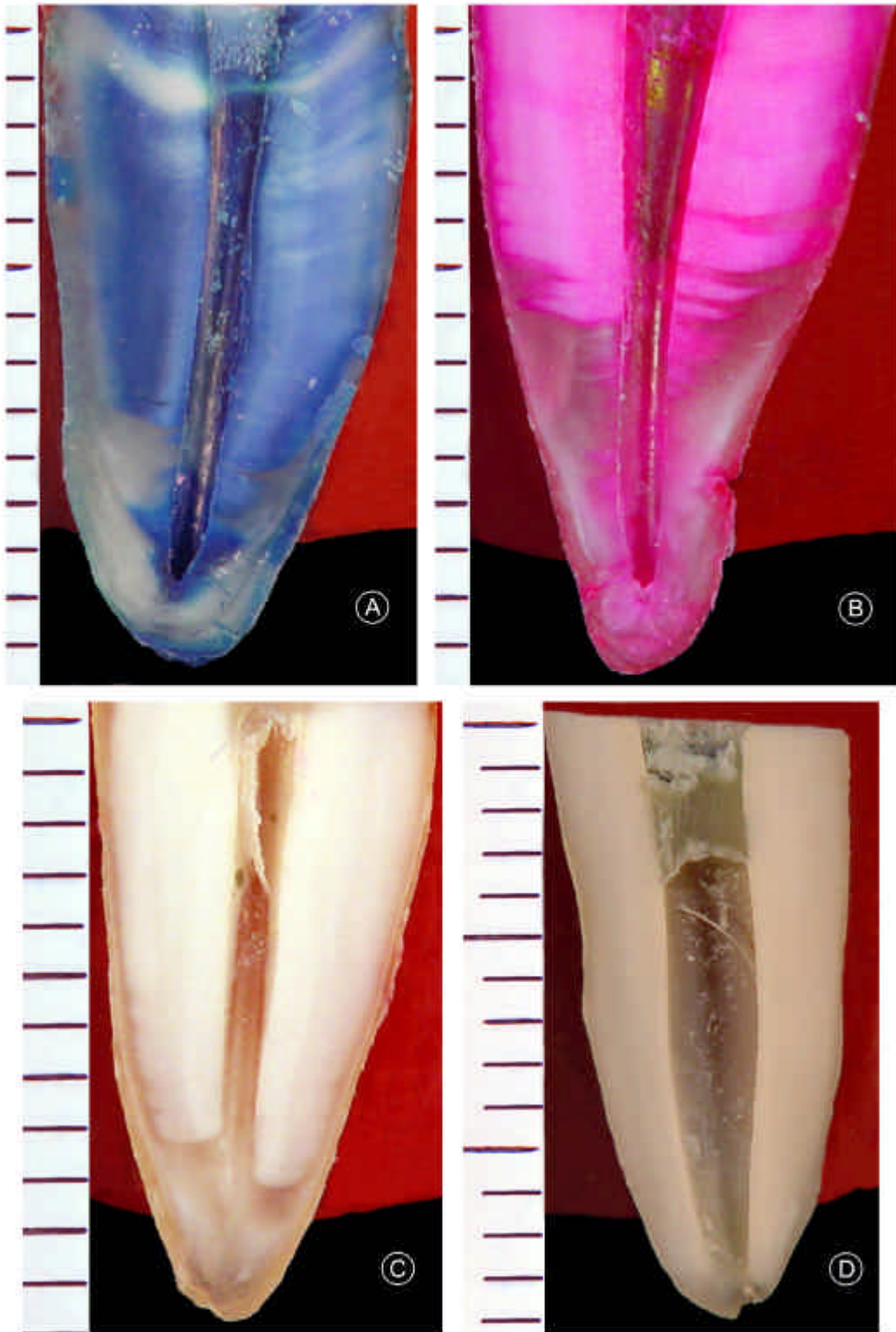


FIGURA 14 - Infiltração apical nos espécimes do grupo Controle.
A e B- controle positivo; C e D - controle negativo.

6 DISCUSSÃO

6.1 Metodologia

Para a avaliação da infiltração marginal de corantes, podem ser empregados como modelo de estudo os canais radiculares simulados em blocos de acrílico ou de vidro (OLIVER; ABBOTT¹¹³, 1991; CHOHAIEB³⁴, 1992) ou dentes humanos extraídos (MATLOFF et al.¹⁰², 1982; ALEXANDER; GORDON², 1985; ROTHIER et al.¹²⁸, 1987; BARNETT et al.¹³, 1989; LUCY et al.⁹⁶, 1990; TIMPAWAT; SRIPANARATANAKUL¹⁵², 1998; VALLI et al.¹⁵⁷, 1998; ANTONOPOULOS et al.⁷, 1998; HAÏKEL et al.⁵⁸, 1999; SANTOS et al.¹³⁰, 1999; ECONOMIDES et al.⁴⁷, 1999; BONETTI FILHO et al.¹⁹, 2000; POMMEL et al.¹²³, 2001) ou ainda corpos-de-prova cilíndricos confeccionados a partir de dentes bovinos (WU et al.^{161, 164}, 1994, 1995). Os canais radiculares simulados, devido à transparência dos blocos, permitem uma análise visual tridimensional dos níveis de infiltração do corante, possibilitando a realização de fotografias, filmagens ou até mesmo a digitalização das imagens para análise computadorizada (CAMARGO²⁵, 2000). Permitem ainda a padronização do diâmetro do forame apical e do comprimento do canal radicular, além de proporcionarem condições estandardizadas de preparo, irrigação e obturação para estudos experimentais sem as variáveis inerentes ao material biológico (PATHOMVANICH; EDMUNDS¹²⁰, 1996). No entanto, são modelos incompletos para o estudo da capacidade seladora de técnicas de obturação de canais radiculares por não representarem adequadamente a configuração

anatômica do sistema de canais radiculares (CHOHAYEB³⁴, 1992) e a realidade dos túbulos dentinários, que são fatores que influenciam no selamento das técnicas de obturação (OLIVER; ABBOTT¹¹³, 1991). Além disso, apresentam características hidrofóbicas, o que poderia mascarar a penetração dos corantes utilizados no estudo (CHOHAYEB³⁴, 1992), e características de umidade diferentes das da dentina humana, podendo afetar a distribuição e a efetividade seladora do cimento estudado (OLIVER; ABBOTT¹¹³, 1991).

Para a realização do presente estudo, optou-se pela utilização de dentes humanos extraídos em vista da melhor simulação das condições clínicas em que é realizado o tratamento endodôntico (BROSCO²², 2002). O modelo dente extraído é universalmente aceito nos estudos de infiltração de corantes (PATHOMVANICH; EDMUNDS¹²⁰, 1996); no entanto, apresenta uma série de variáveis. Fatores como idade, sexo, comprimento, diâmetro e dureza dentinária podem influenciar nos resultados. A patologia que acometia o dente no momento da sua extração é um fator relevante a ser observado pois o dente pode apresentar alterações morfológicas no ápice radicular em certos processos patológicos (LEONARDO et al.⁹³, 2002). Em dentes com diagnóstico de necrose pulpar e lesão periapical, estruturas como cimento e forame apical podem estar completamente alteradas, apresentando áreas de reabsorção (LEONARDO et al.⁹³, 2002). Variações são encontradas também em relação à dureza da dentina em função da idade. Dentes de pacientes senis geralmente apresentam dureza dentinária maior do que a de dentes de pacientes jovens, segundo Wright e Fenske¹⁶⁰ (1938). Estes autores também constataram variabilidade na dureza dentinária em relação ao sexo, observando que os

dentes de pacientes do sexo feminino apresentavam maior dureza dentinária que os do sexo masculino. Dentes de pacientes jovens apresentam túbulos dentinários amplos contribuindo para uma maior adesividade em profundidade dos cimentos à dentina, com conseqüente melhora no selamento marginal (PASHLEY¹¹⁷, 1990). Valera¹⁵⁵, em 2002, considerou que, ao se avaliar os dados relativos à infiltração, a idade do dente ou a quantidade de dentina esclerosada deveriam ser levadas em consideração. Recomendou ainda que o ideal seria selecionar dentes de origem e condições clínicas conhecidas e semelhantes entre si.

Para minimizar o efeito dessas variáveis inerentes à escolha de dentes extraídos, os 176 dentes humanos utilizados neste trabalho foram obtidos a partir do Banco de Dentes Humanos do Centro Universitário do Maranhão (UNICEUMA), onde há um protocolo de registro dos elementos dentais que lá são armazenados. Todos os dentes estocados nesse Banco de Dentes possuem um pequeno registro histórico no qual, dentre outras informações, encontramos a patologia que o acometia no momento de sua extração, a idade e o sexo do paciente. Isto nos permitiu selecionar os dentes para esta pesquisa com um maior critério, sendo escolhidos aqueles que, de preferência, não apresentavam lesões periapicais no momento da extração e provenientes de pacientes do sexo masculino com idade entre 25 e 35 anos. Essa escolha obedece ao preconizado pela Comissão de Ética, que registra: “todo dente extraído utilizado em estudos científicos deve conter um histórico clínico e patológico”.

A opção por dentes unirradiculados, com único canal e formas anatômicas semelhantes entre si, permitiu uniformizar as condições do preparo dos canais radiculares, seguindo as recomendações de Wu e Wesselink¹⁶³ (1993), uma vez que essas variáveis podem influenciar nos resultados. Al-Khatir et al.³ (1995) afirmaram que a morfologia do canal radicular pode influenciar no resultado final mais que o próprio material. Além disso, mesmo após essa rigorosa seleção, os dentes foram distribuídos em grupos de maneira uniforme em relação ao diâmetro do canal radicular pois, de acordo com Kuttler⁸⁴ (1955), com o avançar da idade há diminuição progressiva do diâmetro do canal no limite CDC (cimento-dentina-canal).

Os dentes foram armazenados em formol a 10% (DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994; SHAKESPEARE; DONNELLY¹³⁷, 1997; GULABIVALA et al.⁵⁷, 1998), para a fixação dos tecidos, posteriormente imersos em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por 24 horas (DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994) para facilitar a remoção dos tecidos orgânicos aderidos à raiz, lavados e mantidos em solução fisiológica para manter a sua hidratação até o momento do uso (DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994).

A eliminação da coroa dos elementos dentais (ZMENER¹⁶⁸, 1987; BARKHORDAR et al.¹², 1989; LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992; DALAT; SPANGBERT³⁹, 1994; AHLBERG et al.¹, 1995; HOLLAND et al.⁶⁵, 1996) permitiu padronizar o comprimento em 14 mm, uma vez que, segundo Nunes¹¹⁰ (1999), quanto maior for o comprimento da raiz, mais difícil poderá ser o preparo biomecânico.

A odontometria foi realizada após o transpasse da lima no forame apical (BRAMANTE et al.²⁰, 1989; DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994) por ser um método simples, prático e confiável para a determinação do comprimento real do dente (BROSCO²², 2002).

A padronização do diâmetro do forame apical é um procedimento de suma importância nos estudos de infiltração apical (WU; WESSELINK¹⁶³, 1993; NUNES¹¹⁰, 1999; BONETTI FILHO et al.¹⁹, 2000). Para autores como Greene et al.⁵⁵ (1990), o diâmetro do instrumento utilizado para padronizar o forame apical pode influenciar na infiltração linear, e os diâmetros foraminais mais calibrosos possibilitam maiores infiltrações. Neste estudo, a padronização do forame apical foi realizada por meio da passagem de uma lima tipo K nº 25 (BONETTI FILHO et al.¹⁹, 2000; BROSCO²², 2002) pelo forame apical com uma ligeira instrumentação oscilatória. Quando este procedimento não era possível diretamente com uma lima tipo K nº 25 realizava-se ligeira instrumentação do forame desde uma lima tipo K nº 10 até a lima tipo K nº 25. A forma de todos os forames foi observada em estereomicroscópio com 3 vezes de aumento. Os dentes com forames ovalados ou quaisquer formas que não fossem a circunferencial foram descartados do estudo. Com esta manobra acredita-se que a área de acesso do corante para a marcação da infiltração apresentava um diâmetro similar em todos os dentes.

Para a confecção do batente apical, recuou-se 1 mm do comprimento real do dente, por ser esta, segundo Green⁵⁴ (1956), aproximadamente, a localização do limite CDC (cimento-dentina-canal) e para possibilitar a criação de anteparo para o ajuste e travamento do cone principal

de guta-percha (BROSCO²², 2002). Esse procedimento foi realizado por uma série de pesquisadores (POLLARD et al.¹²², 1990; LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992; OGUNTEB; SHEN¹¹¹, 1992; SMITH; STEIMAN¹⁴², 1994; AHLBERG et al.¹, 1995; HOLLAND et al.⁶⁵, 1996; ROHDE et al.¹²⁷, 1996). Apesar de autores como Zmener¹⁶⁸ (1987) preconizarem que a distância do ápice até o batente deva ser de 0,5 mm, e Holland et al.⁶⁶. (1990) sobreinstrumentarem o canal até a lima 40, consideramos que suas condutas fogem da realidade clínica do tratamento endodôntico.

O preparo biomecânico empregado neste trabalho seguiu as recomendações de Leal⁸⁶ (1998), que o dividiu didaticamente em preparo por meios físicos, químicos e mecânicos. O meio físico (irrigação, aspiração e inundação) foi utilizado em nosso trabalho com o auxílio de uma seringa tipo Luer-Lock de vidro e agulha hipodérmica de 30 x 4 e da aspiração efetuada com bomba a vácuo.

O meio químico utiliza uma solução irrigadora (LEONARDO⁹⁰, 1998). Embora a água destilada (AHLBERG et al.¹, 1995; HOLLAND et al.⁶⁵, 1996, BONETTI FILHO¹⁶, 1986) e a solução salina (HATA et al.⁶², 1992; SMITH; WONG¹⁴¹, 1992) sejam preconizadas por alguns autores, o hipoclorito de sódio tem sido empregado pela grande maioria dos pesquisadores nas concentrações de 0,5% (JACOBSEN et al.⁷², 1993; ALMEIDA⁵, 1997), de 1% (LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992; DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994; FACHIN et al.⁴⁸, 1995; AHLBERG et al.¹, 1995), de 2,5% (ZMENER¹⁶⁸, 1987, BHAMBHANI; SPRECHMAN¹⁵, 1994; YARED; BOU DAGHER¹⁶⁵, 1994; HATA et al.⁶¹, 1995), de 2,6% (SMITH; STEIMAN¹⁴², 1994) e de 5,25% (DICKSON;

PETERS⁴⁴, 1993; VEIS et al.¹⁵⁸, 1994; TIMPAWAT; SRIPANARATANAKUL¹⁵², 1998; ÖZATA et al.¹¹⁴, 1999). Nesta pesquisa optou-se pela utilização do hipoclorito de sódio a 1% (solução de Milton) por ser esta uma substância de fácil manipulação, além de ajudar na lubrificação do canal radicular durante a instrumentação e permitir que as raspas de dentina ou detritos fiquem suspensas no líquido irrigante, facilitando a sua remoção.

Segundo Leal⁸⁶ (1998), o meio mecânico é caracterizado pela instrumentação do canal radicular. Para a instrumentação dos canais radiculares, pode-se utilizar limas tipo k (ZMENER¹⁶⁸, 1987; BARKHORDAR et al.¹², 1989; HOLLAND et al.^{66, 65}, 1990, 1996; LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992; SMITH; WONG¹⁴¹, 1992; ÖZATA et al.¹¹⁴, 1999), limas tipo H (ANTONOPOULOS et al.⁷, 1998), limas tipo K-Flex (AHLBERG et al.¹, 1995; TIMPAWAT; SRIPANARATANAKUL¹⁵², 1998), limas tipo Flex-R (MANNOCCI; FERRARI⁹⁹, 1998) e até mesmo fresas Gates-glidden (MILETIC et al.¹⁰⁴, 1999).

Os instrumentos supracitados, por não serem de grande flexibilidade, são responsáveis pelos desvios e formação de “zips” (SCHÄFER; FLOREK¹³¹, 2003). O uso de limas do tipo K ou das Flexofiles resulta freqüentemente em modificações na forma inicial dos canais radiculares, deixando os preparos com alterações na constrição apical e formando degraus (ZMENER; MARRERO¹⁷⁰, 1992). Zmener e Balbachan¹⁶⁹ (1995) verificaram, utilizando microscopia eletrônica de varredura, que as limas tipo K convencionais acima do número 25 possuem maior rigidez, possibilitando alterações morfológicas no terço apical.

Em nosso trabalho, optamos pela instrumentação com limas de níquel-titânio do tipo K3 acionadas a motor. As limas de níquel-titânio apresentam uma ótima flexibilidade, mantendo o forame em sua posição original, e segundo Almeida⁵ (1997) deixam mais lisas as paredes do canal. O emprego dessas limas possibilita a execução do preparo em tempo consideravelmente menor do que quando empregadas limas manuais (SCHÄFER; FLOREK¹³¹, 2003), mesmo as do tipo NitiFlex (CARVALHO³⁰, 2000). A utilização, em nosso estudo, das limas de número 30 a 60 com conicidade 0,04 mm/mm permite a modelação de um canal radicular de conicidade padrão 0,04 mm/mm, facilitando posteriormente a colocação e adaptação do cone de guta-percha principal de mesma conicidade. A nossa escolha pelo motor Endo Plus (Driller) para o acionamento das limas se deu pelo fato de que ele permite um controle preciso da velocidade e do torque, que são elementos importantes para a padronização do preparo biomecânico. Todos os canais foram preparados por um único operador com experiência no uso de limas de níquel-titânio acionadas a motor, com o intuito de eliminar possíveis variáveis existentes na instrumentação realizada por diferentes operadores (BROSCO²², 2002).

Após a instrumentação dos canais radiculares, procedemos à remoção dos resíduos que permaneceram no milímetro apical do canal radicular (desbridamento), para, no momento da obturação do canal radicular, garantir um correto preenchimento da região do forame apical por cimento. Esse procedimento permite um contato direto entre o corante e a obturação do

canal radicular. Essa medida também foi observada nos trabalhos de Shakespeare e Donnelly¹³⁷ (1997), Gulabivala et al.⁵⁷ (1998) e Brosco²² (2002).

Ao final do preparo biomecânico, foi utilizado o EDTA (Ácido etileno diaminotetracético), que foi introduzido no canal radicular e permaneceu agitado por três minutos, com o auxílio de uma lima de menor diâmetro, para a remoção da “smear layer”, seguida de irrigação com hipoclorito de sódio a 1% para promover uma melhor limpeza das paredes dos canais radiculares e suas ramificações. O EDTA foi utilizado para a remoção de “smear layer” por autores como Limkangwalmongkol et al.⁹⁴ (1992), Bonetti Filho et al.¹⁸ (1995), Almeida⁵ (1997), Brosco²² (2002).

A “smear layer” é uma camada residual constituída por componentes orgânicos (bactérias, restos pulpares) e inorgânicos (DAVALOU et al.⁴⁰, 1999; KYTRIDOU et al.⁸⁵, 1999), a qual possui 1 a 2 micrômetros de espessura e se estende cerca de 40 micrômetros nos túbulos dentinários (DAVALOU et al.⁴⁰, 1999). Dessa forma, essa camada residual funciona como uma barreira mecânica que dificulta a adaptação e a penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários, aumentando a interface entre o cimento obturador e a dentina radicular (ALMEIDA⁵, 1997; DAVALOU et al.⁴⁰, 1999; KYTRIDOU et al.⁸⁵, 1999). Assim, a eliminação da “smear layer” pode trazer efeitos benéficos para o tratamento endodôntico (FRÓES et al.⁵¹, 2000). Cergneux et al.³¹ (1987) e Sen et al.¹³⁶ (1996) consideraram que a presença da “smear layer” no momento da obturação dos canais implica numa maior tendência à infiltração de corante.

Após a remoção da “smear layer”, os canais foram devidamente secos com cânula de aspiração e pontas de papel absorvente até que a última ponta de papel saísse completamente seca do canal radicular. Essa conduta segue as recomendações de Holland et al.⁶⁹ (1991), que verificaram um aumento significativo nos níveis de infiltração apical quando o canal não era devidamente seco.

Para a obturação dos canais radiculares, a técnica clássica com condensação lateral ativa tem sido a mais largamente empregada (BONETTI FILHO et al.^{17, 18}, 1987, 1995; ZMENER¹⁶⁸, 1987; ROTHIER et al.¹²⁸, 1987; BARKHORDAR et al.¹², 1989; HOLLAND et al.⁶⁶, 1990; SLEDER et al.¹⁴⁰, 1991; LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992; SMITH; STEIMAN¹⁴², 1994; AHLBERG et al.¹, 1995; MANNOCCI; FERRARI⁹⁹, 1998; ECONOMIDES et al.⁴⁷, 1999; TIMPAWAT et al.¹⁵¹, 2001). A técnica da condensação lateral é também freqüentemente utilizada como controle para a avaliação da capacidade seladora de outras técnicas de obturação de canais radiculares (WU; WESSELINK¹⁶³, 1993; CANALDA-SAHLI et al.²⁷, 1997; SHAKESPEARE; DONNELLY¹³⁷, 1997). Vantagens dessa técnica incluem a sua facilidade de emprego, o controle no uso dos materiais e a previsibilidade dos resultados (DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994). Como desvantagens, destacam-se a falta de homogeneidade na massa de guta-percha, um maior número de espaços vazios, menor adaptação às paredes e irregularidades do canal radicular (DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994), além da variação no número de cones acessórios a serem introduzidos, na dependência do dente, o que poderia influenciar na capacidade seladora do cimento (DUARTE⁴⁵, 1999).

Várias outras técnicas e outros sistemas de obturação também têm sido empregados e comparados nos estudos de infiltração, tais como as técnicas de termoplastificação da guta-percha (LUCCY et al.⁹⁶, 1990; VEIS et al.¹⁵⁸, 1994), com os sistemas Thermafil (HATA et al.⁶², 1992; CHOHAIEB³⁴, 1992; BHAMBHANI; SPRECHMAN¹⁵, 1994; TIMPAWAT; SRIPANARATANAKUL¹⁵², 1998; SCHÄFER; OLTHOFF¹³², 2002), JS Quick Fill (SHAKESPEARE; DONNELLY¹³⁷, 1997), Densifil (VALLI et al.¹⁵⁷, 1998), Lightspeed de obturação (SANTOS et al.¹³⁰, 1999), com o System B (BROSCO²², 2002) e Microseal (BONETTI FILHO et al.¹⁹, 2000).

Outros autores também têm utilizado a técnica de obturação com cone único de guta-percha (BARNETT et al.¹³, 1989; DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994; AL-KHATAR et al.³, 1995; SEN et al.¹³⁶, 1996; DUARTE⁴⁵, 1999). Segundo Schroeder¹³³ (1957), a idéia da obturação com cone único de guta-percha iniciou-se com o cimento AH 26, que foi originalmente desenvolvido para ser utilizado como único material obturador dos canais radiculares ou associado a um cone de guta-percha. No entanto, o uso dessa técnica não foi muito difundido. O emprego da técnica de cone único de guta-percha foi novamente advogado quando da introdução no mercado do cimento ionomérico Ketac Endo (DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994). A partir de então, vários autores estudaram a capacidade seladora desse cimento quando utilizado em associação com apenas um cone de guta-percha (AL-KHATAR et al.³, 1995; ATTIN et al.⁹, 1996; HALACKOVÁ⁵⁹, 1996; KOCH et al.⁷⁹, 1994; ROHDE et al.¹²⁷, 1996).

Recentemente lançado no mercado, o cimento de base fibro-resinosa, o EndoREZ, traz à tona, novamente, a utilização da técnica de cone único de guta-percha, ou mesmo a utilização do cimento isoladamente como material obturador dos canais radiculares, tal como foi a proposta inicial do cimento AH 26. O cimento experimental à base de polímero da mamona (Polifil) também traz a idéia da utilização de cone único de guta-percha para obturação dos canais radiculares. Esta proposta advém do fato de se observar em nossos experimentos laboratoriais uma grande expansão volumétrica desse material durante a presa, o que poderia implicar em um provável preenchimento dos espaços não preenchidos pelo cone de guta-percha durante a obturação do canal.

No entanto, acreditamos que a utilização da técnica de cone único de guta-percha para a obturação de canais radiculares pode implicar numa maior facilidade de deslocamento desse cone da região apical durante o corte do excesso de guta-percha. Portanto, apesar de utilizarmos em nosso estudo cimentos endodônticos que preconizam a utilização da técnica de cone único, optamos por uma adaptação da técnica de condensação lateral aproximando-a da realidade da técnica de cone único. Desta forma, associada ao cone principal de guta-percha, realizamos uma condensação lateral ativa de dois cones auxiliares, apenas com o intuito de travar o cone principal em sua posição mais apical impedindo, portanto, o seu deslocamento coronário durante o corte do excesso de guta-percha. A penetração dos cones auxiliares se deu somente até encontrarmos resistência por acreditarmos que a

obturação no terço apical deva ficar a cargo exclusivo do cone principal de guta-percha.

Além disso, quando utilizamos um cone principal com conicidade maior que a estandardizada (0,02 mm/mm), este o caso do nosso estudo, no qual utilizamos um cone de conicidade 0,04 mm/mm, a penetra o do espaçador digital em dire o apical fica muito limitada (Bal et al.¹¹, 2001). Esta limita o na inser o do espaçador digital foi evidenciada no nosso trabalho. Allison et al.⁴ (1981) corroboraram a nossa idéia, pois verificaram que não houve diferenças nos níveis de infiltra o apical quando o travamento do cone principal de guta-percha era feito pela inser o de cones auxiliares com o espaçador digital abrindo espaço até 1 mm aquém do CRT ou até onde ele encontrasse resistência. Além disso, Monteiro et al.¹⁰⁶ (2003) encontraram menores níveis de infiltra o quando os dentes eram obturados com cone de conicidade 0,06 mm/mm do que quando obturados com cones de 0,02 mm/mm. Em virtude da padroniza o de toda a amostra, os demais cimentos também foram empregados segundo a técnica já descrita, tendo em vista que nosso intuito foi o de avaliar a capacidade seladora dos cimentos e não a da técnica de obtura o.

Estudos anteriores sobre infiltra o com corantes revelam ampla varia o quanto   manipula o dos materiais obturadores utilizados no experimento (ALMEIDA⁵, 1997). Em nosso estudo, os cimentos foram proporcionados e manipulados segundo as recomenda es do fabricante, com exce o do cimento EndoREZ. Este cimento possui um kit especial composto por um tubo com duas seringas acopladas contendo as respectivas pastas.

Quando o êmbolo das seringas é acionado, as pastas saem pela extremidade e, por meio de um tubo “mixer” acoplado à seringa, misturam-se e saem prontas para o uso. Em seguida, essa mistura é injetada em uma outra seringa que vem acoplada a uma agulha especial (Navitip), que é a responsável por injetar o cimento no canal radicular, preenchendo-o. Esse sistema não foi utilizado na sua totalidade em virtude da padronização da amostra. Então, dispensamos o uso da seringa e da agulha “navitip” e levamos o cimento ao canal radicular da mesma forma que para os outros cimentos testados, por meio de um compactador de McSpadden em baixa-rotação. Isto nos permitiu uma melhor padronização na quantidade de cimento para todos os grupos testados.

Ao cimento à base de polímero da mamona (Polifil), foi adicionado 1 g de óxido de zinco, tendo em vista o aumento de sua radiopacidade para o seu emprego na Endodontia. O cimento Polifil possui carbonato de cálcio na sua composição química, o que lhe confere baixa radiopacidade. Isto, sem dúvidas, comprometeria a qualidade radiográfica das obturações realizadas com esse cimento. Estudos laboratoriais prévios foram realizados com o intuito de adicionarmos à fórmula do cimento um radiopacificador que não alterasse as suas propriedades físico-químicas. O sulfato de bário foi utilizado, porém o seu uso causou alterações na expansão de polimerização e principalmente diminuiu demasiadamente o tempo de trabalho do cimento. A adição de 1 g de óxido de zinco demonstrou, em estudos piloto, não alterar as propriedades físico-químicas do material, principalmente no que se refere à sua capacidade de expansão durante a

presa, e garantiu uma excelente radiopacidade ao material. Além disso, o óxido de zinco é largamente usado na formulação de cones de gutapercha, pastas e cimentos endodônticos, o que favoreceu mais ainda a nossa escolha por esse agente radiopacificador.

A forma de se levar cimento ao canal radicular parece influir na infiltração marginal da obturação (MORAES¹⁰⁷, 1981). Holland et al.⁶⁸ (1975) e Morra e Antoniazzi¹⁰⁸ (1979) encontraram menores níveis de infiltração quando o cimento obturador era levado ao canal radicular antes da colocação do cone principal de gutapercha do que quando o cimento era levado envolto ao cone principal. Em nosso estudo, os cimentos obturadores testados foram levados aos canais radiculares previamente à cimentação do cone principal de gutapercha e, posteriormente, o cone principal de gutapercha envolto em cimento era então colocado no canal radicular.

Após a obturação dos canais radiculares, observou-se o extravasamento de cimento obturador pelo forame apical. Esta manobra foi executada em todos os espécimes visando o preenchimento da totalidade do forame apical com o cimento obturador testado. Após a obturação do canal radicular, o excesso de cimento extravasado no forame apical foi removido com o auxílio de uma gaze. Este procedimento tem sido pobremente discutido na literatura, porém o consideramos de fundamental importância no estudo de infiltração apical, uma vez que, quando o extravasamento de cimento não é controlado, este pode ou não ocorrer, levando a uma despadrão da amostra, o que pode, sem dúvida, comprometer o resultado da pesquisa.

O tempo decorrido após a obturação dos canais e a imersão no corante também é controverso (ALMEIDA⁵, 1997). Alguns autores fizeram essa imersão imediatamente após a obturação (BRAMANTE et al.²⁰, 1989; BROSCO²², 2002), outros após 24 horas (HOLLAND et al.⁶⁶, 1990; POLLARD et al.¹²², 1990), após 48 horas (ZMENER¹⁶⁸, 1987; BARKHORDAR et al.¹², 1989; AHLBERG et al.¹, 1995; ALMEIDA⁵, 1997, VALLI et al.¹⁵⁷, 1998; CERVI³², 2000), após 4 dias (SMITH; STEIMAN¹⁴², 1994), após 7 dias (ATTIN et al.⁹, 1986, KOCH et al.⁷⁹, 1994), após 8 dias (ROHDE et al.¹²⁷, 1996), após 1 e 3 semanas (LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992), após 4 semanas (OGUNTEBI; SHEN¹¹¹, 1992) e mesmo após 4, 6 e 12 meses (DE MOOR; HOMMEZ⁴², 2002). Essa discordância no tempo de espera antes da imersão no corante é uma variável que facilmente influenciaria nos resultados (ALMEIDA⁵, 1997). Holland et al.⁶⁶ (1990) e Pollard et al.¹²² (1990), no entanto, observaram não haver diferença na quantidade de infiltração linear do corante, tanto imediatamente quanto 1 a 7 dias após a obturação.

Em nosso estudo, os espécimes foram imersos nas soluções de corantes 1 hora após a obturação e impermeabilização das amostras, pois, no tratamento endodôntico in vivo, a obturação entra instantaneamente em contato com os tecidos periapicais (SANTA CECÍLIA¹²⁹, 1994).

Karagöz-küçükay et al.⁷⁴ (1993) verificaram que não houve diferença nos resultados quando os dentes foram armazenados por 72 horas em meio úmido após a obturação ou imersos no corante imediatamente após a mesma. No entanto, Kontakiotis et al.⁸⁰ (2001), avaliando a penetração de corante em defeitos da obturação (“gaps”) secos e úmidos, verificaram que,

nos dentes onde os defeitos da obturação estavam secos, a penetração de corante foi maior quando comparada à dos dentes onde os mesmos estavam preenchidos por água. Segundo os autores, quando os dentes são imersos no corante, não sabemos se os defeitos da obturação estão preenchidos ou não por líquido proveniente da armazenagem após a obturação. Caso esses “gaps” estejam preenchidos por líquido, este poderá influenciar na infiltração de corante, sendo esse mais um motivo pelo qual não armazenamos o dente em meio úmido após a obturação dos canais radiculares.

A impermeabilização das amostras ocorreu após o término da obturação dos canais radiculares, contrariamente ao que recomendam Bramante et al.²⁰ (1989), Nunes¹¹⁰ (1999), Duarte⁴⁵ (1999) e Brosco²² (2002), por acreditarmos que a manipulação de espécimes impermeabilizados para a realização dos procedimentos obturadores poderia comprometer a qualidade da impermeabilização, alterando conseqüentemente a confiabilidade do nosso trabalho. Neste estudo, foi realizada a impermeabilização de toda a superfície radicular externa, com exceção de 1 mm ao redor do forame apical, para se deixar o menor número de túbulos dentinários expostos.

A infiltração apical pode ser avaliada por meio da penetração de traçadores como corantes (SHAKESPEARE; DONELLI¹³⁷, 1997; DAVALOU et al.⁴⁰, 1999; BONETTI FILHO et al.¹⁹, 2000; DE MOOR; DE BOEVER⁴¹, 2000; DE MOOR; HOMMEZ⁴², 2002; SCHÄFER; OLTHOFF¹³², 2002; KIM; KIM⁷⁸, 2002), radioisótopos (MATLOFF et al.¹⁰², 1982; DELIVANIS; CHAPMAN⁴³, 1982; CANALDA-SAHLI et al.²⁷, 1992; HAÏKEL et al.⁵⁸, 1999), resinas (HATA et al.⁶¹, 1995) ou bactérias (BARTHEL et al.¹⁴, 1999; TIMPAWAT et al.¹⁵¹, 2001;

MILETIC et al.¹⁰⁵, 2002). Outros métodos de avaliação da infiltração apical baseiam-se na determinação do volume da infiltração apical. Dentre eles encontramos o método eletroquímico (JACOBSON et al.⁷³, 1976; DELIVANIS; CHAPMAN⁴³, 1982; ECONOMIDES et al.⁴⁷, 1999; POMMEL et al.¹²³, 2001), o modelo de transporte de fluidos (YARED; BOU DAGHER¹⁶⁵, 1994; POMMEL et al.¹²³, 2001; MILETIC et al.¹⁰³, 2002) e a reconstrução tridimensional da raiz (LYROUDIA et al.⁹⁷, 2000).

O método de avaliação da infiltração apical pode influenciar significativamente nos resultados de um trabalho (BROSCO²², 2002). Isso pode ser evidenciado claramente no trabalho de Pommel et al.¹²³ (2001) que, ao comparar três técnicas de obturação de canais radiculares empregando três métodos distintos de análise da infiltração apical, encontraram resultados totalmente divergentes em relação à capacidade seladora das técnicas nos diferentes métodos.

Embora nenhuma técnica seja totalmente aceita pela comunidade científica, o método mais utilizado para avaliar a capacidade seladora de materiais e técnicas de obturação de canais radiculares é baseado na medida linear da penetração de corante entre o material obturador e as paredes radiculares (HOLLAND et al.^{66, 67}, 1990, 1991; WU; WESSELINK¹⁶³, 1993; VALERA et al.¹⁵⁶, 1998; KONTAKIOTIS et al.⁸⁰, 2001; VALERA¹⁵⁵, 2002). Ademais, o emprego de metodologias de análise, tais como o transporte de fluidos ou o método eletroquímico exige um aparato complexo e dispendioso, o que acaba por limitar o seu uso. Para Youngson et al.¹⁶⁶ (1998) a preferência dos pesquisadores pelo uso de corantes se dá devido à facilidade de

armazenagem, aplicação e de leitura da penetração dos corantes na interface dente/material obturador. Neste estudo, a avaliação da infiltração apical foi realizada por meio da penetração de corantes na interface dente/obturação por ser este um método simples (Pommel et al.¹²³, 2001), eficiente e de baixo custo (BROSCO²², 2002).

Diversas soluções corantes têm sido utilizadas como traçadores em estudos de infiltração (WU; WESSELINK¹⁶³, 1993), tais como a eosina a 5% (YOUNGSON et al.¹⁶⁶, 1998), azul da Prússia (CHOHAYEB³⁴, 1992), poly-R a 1% (CHERNG et al.³³, 2001), nitrato de prata a 2% (HOVLAND; DUMSHA⁷⁰, 1985; YOUNGSON et al.¹⁶⁶, 1998), fucsina básica (BARTHEL et al.¹⁴, 1999), violeta de genciana a 2% e fluoresceína a 2% (SOUSA¹⁴³, 1991), o azul de metileno em várias concentrações: a 0,25% (GREENE et al.⁵⁵ 1990), a 0,5% (OGUNTEBI; SHEN¹¹¹, 1992), a 1% (HOLLAND et al.⁶⁵, 1996), a 2% (ALEXANDER; GORDON², 1985; HOLLAND et al.⁶⁶, 1990; LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992; DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994; BONETTI FILHO et al.¹⁹, 2000; TANOMARU FILHO et al.¹⁴⁸, 2001), a 5% (ZMENER¹⁶⁸, 1987; AHLBERG et al.¹, 1995), além de tinta da Índia (Nanquin) (BARKHORDAR et al.¹², 1989, POLLARD et al.¹²², 1990; DICKSON; PETERS⁴⁴, 1993; SMITH; STEIMAN¹⁴², 1994; FACHIN et al.⁴⁸, 1995; DE MOOR; DE BOEVER⁴¹, 2000), Rodamina B a 0,2% (LEONARDO et al.⁹¹, 1980; BONETTI FILHO et al.¹⁷, 1987; ROTHIER et al.¹²⁸, 1987), Rodamina B a 1% (SOUSA¹⁴³, 1991), Rodamina B a 2% (LEAL et al.⁸⁷, 1987; VALERA¹⁵⁵, 2002) e Rodamina B e resina epóxica (ANTONOPOULOS et al.⁷, 1998). Wu e Wesselink¹⁶³ (1993) fizeram uma revisão de 34 estudos realizados entre 1980 e

1990 sobre penetração de corante após obturação de canal radicular. Ao comparar os estudos, observaram uma grande variação nas metodologias como: experiência profissional, extensão da área de exposição do corante, diferenças de técnicas experimentais, presença de ar aprisionado e bolhas e o tipo de traçador utilizado.

O tamanho da molécula do corante utilizado é de suma importância nos estudos de infiltração apical (BROSCO²², 2002). Pequenas moléculas como a água, podem ter uma infiltração cem vezes maior do que grandes moléculas como a albumina (WU; WESSELINK¹⁶³, 1993). Uma célula bacteriana possui um tamanho molecular grande; porém, nas falhas da obturação, podem penetrar subprodutos do seu metabolismo ou componentes de sua parede celular, como os lipopolissacarídeos, que podem iniciar ou manter um processo inflamatório (BARTHEL et al.¹⁴, 1999; HAÏKEL et al.⁵⁸, 2000). Portanto, uma obturação que se revele impermeável a essas pequenas moléculas é desejável (BROSCO²², 2002). Devido à possibilidade de penetração dos subprodutos das bactérias e dos componentes da sua parede celular nas falhas da obturação, os corantes com pequeno peso molecular são indicados para o estudo da infiltração apical (WU; WESSELINK¹⁶³, 1993).

Para determinar qual traçador é o mais apropriado para uma investigação in vitro da infiltração é de suma importância, também, o entendimento de suas propriedades físicas e químicas, prevendo-se possíveis reações com os materiais obturadores e a estrutura dental (YOUNGSON et al.¹⁶⁶, 1998). Assim, além do tamanho da molécula ou partícula do corante, o seu pH e o seu comportamento químico também podem influenciar no grau de

penetração (VALERA¹⁵⁵, 2002). Trabalhos recentemente publicados mostram que, durante o contato do corante com os materiais em teste, pode ocorrer a descoloração, na dependência da composição química do material (WU et al.¹⁶², 1998; ÇALISKAN et al.²³, 1998). Desta forma, o corante pode descolorir ou marcar com menos intensidade quando em contato com o material testado (NUNES¹¹⁰, 1999). Em conseqüência, a penetração da solução ao longo da obturação pode não ser vista devido à sua descoloração, levando a um resultado de infiltração irreal (NUNES¹¹⁰, 1999; VALERA¹⁵⁵, 2002).

A capacidade de penetração de um corante depende da concentração da solução (PASHLEY; MATTHEWS¹¹⁸, 1993). Christen e Mitchell³⁶ (1966) verificaram que diferentes concentrações da solução corante alcançam sua máxima penetração em tempos diferentes. Além disso, o coeficiente de difusão da solução corante também deve ser analisado (PASHLEY; MATTHEWS¹¹⁸, 1993). Para Wu et al.¹⁶² (1998) e Kontakiotis et al.⁸⁰ (2001), o fenômeno de difusão se caracteriza pelo transporte de uma substância através de um líquido, o que ocorreria, por exemplo, quando uma falha da obturação estiver preenchida por líquido. Quando a falha da obturação estiver preenchida por ar, o corante penetrará na mesma por meio da capilaridade (WU et al.¹⁶², 1998; KONTAKIOTIS et al.⁸⁰, 2001), que é um fenômeno que se caracteriza pela penetração de um líquido dentro de pequenos tubos ou pequenos espaços (WU et al.¹⁶², 1998). Segundo Kontakiotis et al.⁸⁰ (2001), a penetração de um corante será mais efetiva pelo fenômeno da capilaridade do que pelo da difusão, uma vez que este último depende da tensão superficial da solução.

Dentre as soluções corantes mais utilizadas como marcadores em estudos de infiltração, destaca-se o azul de metileno (HOLLAND et al.⁶⁷, 1991; DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994; AHLBERG et al.¹, 1995; BONETTI FILHO et al.¹⁹, 2000; TANOMARU FILHO et al.¹⁴⁸, 2001), especialmente pelo seu baixo peso molecular (AHLBERG et al.¹, 1995; LIMKANGMALMONGKOL et al.⁹⁵, 1991), cerca de 373,90 (Anexo 8), o que facilita a sua difusão e penetração nos túbulos dentinários e canais acessórios (NUNES¹¹⁰, 1999). Além disso, contribuem para o seu uso em larga escala o bom contraste com os materiais obturadores e com o elemento dental, bem como sua facilidade de manuseio e baixo custo (ALMEIDA⁵, 1997; BROSCO²², 2002). Para Matloff et al.¹⁰² (1982) o azul de metileno não é absorvido pela matriz dentinária ou pelos cristais de apatita. No entanto, várias características desfavoráveis relacionadas a esse corante têm sido apresentadas em alguns trabalhos nos últimos anos e a necessidade de seu reconhecimento é imperativa para a fidedignidade de uma pesquisa que o utilize como traçador de infiltração (WU et al.¹⁶², 1998; ÖZTAN et al.¹¹⁵, 2001).

Segundo Wu e Wesselink¹⁶³ (1993), a natureza ácida do azul de metileno pode desmineralizar a dentina levando a uma infiltração maior do que a real. Antoniazzi et al.⁶ (1968) chamaram a atenção para a possibilidade da porção inorgânica do dente ser dissolvida pelo pH ácido do azul de metileno e consideraram importante o ajuste do pH para o uso em estudos de infiltração. Krell e Madson⁸³ (1985) consideraram o ajuste do pH da solução de azul de metileno para 7,0, fundamental para demonstrar a real penetrabilidade de uma solução aquosa e não a de um ácido. Starkey et al.¹⁴⁵ (1993) encontraram

grandes perdas minerais em ápices radiculares expostos a soluções de azul de metileno com pH variando entre 1 e 5 quando testadas em materiais retrobturadores e comparadas a soluções de pH mais próximo do neutro. Mais um agravante pode ser considerado quando da utilização de solução de azul de metileno não tamponada que, por seu pH ácido, pode sofrer alteração da tonalidade na medida em que a reação resultante do contato com a dentina determina a produção de azul-de-leucometileno, que não é visualizado (ANTONIAZZI et al.⁶, 1968).

Além disso, o azul de metileno pode ainda provocar dissolução ácida no material obturador testado, ou ainda na “smear layer” (WU; WESSELINK¹⁶³, 1993). Öztan et al.¹¹⁵ (2001) chamaram a atenção ainda para a possibilidade de falsos resultados em testes de infiltração devido à dissolução de certos materiais ante soluções de azul de metileno.

Wu et al.¹⁶² (1998) verificaram descoloração do azul de metileno em contato com amálgama, hidróxido de cálcio, Cavit, MTA ou ZOE em dentes humanos. Portanto, a extensão da penetração do corante azul de metileno em estudos de infiltração pode não revelar a total extensão da falha ao longo da obturação, uma vez que essa solução pode ser significativamente descolorida por alguns materiais dentários (WU et al.¹⁶², 1998).

Mesmo sendo a solução de azul de metileno amplamente empregada como traçadora de infiltrações dentais, como já foi mencionado, pouco se conhece a respeito da reação entre esse corante e os vários materiais testados (WU et al.¹⁶², 1998; YOUNGSON et al.¹⁶⁶, 1998; NUNES¹¹⁰, 1999).

A tinta da Índia (Nanquin) é uma suspensão neutra de partículas de carbono, na sua maioria ao redor de dez micrômetros de tamanho (AHLBERG et al.¹, 1995). Em decorrência dessa sua maior dimensão, a tinta nanquin poderia não penetrar em espaços menores existentes, o que, para Ahlberg et al.¹ (1995), representaria melhor a penetração de microrganismos. Chong et al.³⁵ (1995) detectaram que os níveis de infiltração da tinta nanquin e de penetração de bactérias mostravam resultados similares na avaliação da capacidade seladora dos materiais testados. Os autores sugeriram, então, que a bactéria e as partículas de tinta nanquin podem apresentar os mesmos níveis de infiltração.

Em relação à interação da tinta nanquin com materiais, Öztan et al.¹¹⁵ (2001) encontraram um decréscimo na densidade óptica desse corante quando em contato com alguns materiais obturadores de canais radiculares, inclusive os à base de óxido de cálcio (Sealapex). Isso indicaria, segundo os autores, que partículas da solução corante foram incorporadas à estrutura do cimento, diminuindo a densidade óptica da solução (ÖZTAN et al.¹¹⁵, 2001). Assim, não ocorrendo a dissolução do cimento, a medida linear da penetração do corante entre a obturação e a parede do canal radicular refletiria a realidade (ÖZTAN et al.¹¹⁵, 2001). No entanto, os autores não mencionaram a possibilidade do decréscimo na densidade óptica da solução ter ocorrido em função de uma possível reação de descoloração do corante em contato com os materiais testados o que, certamente, implicaria numa mensuração errônea da penetrabilidade do corante em estudos de infiltração. Em relação ao hidróxido

de cálcio, Çaliskan et al.²³ (1998) não encontraram nenhum efeito de descoloração da tinta nanquin quando em contato com esse material.

Ahlberg et al.¹ (1995) acreditaram que a solução de tinta nanquin é um traçador apropriado para a mensuração de infiltração. Outras vantagens do uso da tinta nanquin estariam na constatação de que o corante não mancha a dentina e mostra apenas os níveis de infiltração na falha da obturação, pois penetra pouco na estrutura dentinária (YOUNGSON et al.¹⁶⁶, 1998), além de permitir a desmineralização da estrutura dental para visualização tridimensional dos níveis de infiltração (PATHOMVANICH; EDMUNDS¹¹⁹, 1996).

Entretanto, ao comparar-se os corantes tinta nanquin e azul de metileno, parece que este último é superior traçador de microespaços (AHLBERG et al.¹, 1995). Matloff et al.¹⁰² (1982), já verificaram a maior capacidade de penetração de azul de metileno quando em comparação com três radioisótopos avaliados. Kersten e Moorer⁷⁷ (1989) verificaram que o azul de metileno apresentou padrão similar de infiltração ao do ácido butírico, que é um metabólito bacteriano citotóxico e com baixo peso molecular. Portanto, o azul de metileno poderia ser mais adequado como indicador da infiltração de toxinas bacterianas de baixo peso molecular, inclusive de endotoxinas (KERSTEN; MOORER⁷⁷, 1989; VALERA¹⁵⁵, 2002).

A Rodamina B é um corante orgânico constituído por um pó violeta-avermelhado, sendo classicamente classificada como um pigmento xantênico (HAWLEY⁶³, 1987). Apresenta uma grande penetrabilidade na dentina humana quando comparada ao corante azul de metileno (GREMPEL et al.⁵⁶, 1990; HAMAOKA; MOURA⁶⁰, 1996). Para Franci⁵⁰ (1995), a molécula da

Rodamina B tem dimensão da ordem de alguns nanômetros, sendo ideal para a representação da infiltração de enzimas e toxinas provenientes do metabolismo bacteriano. No entanto, Moraes¹⁰⁷ (1981) considerou que a Rodamina B possui peso molecular maior do que o radioisótopo ¹³¹INa, sendo da ordem de 479 (Anexo 9), mas a considerou melhor traçador por apresentar maior facilidade de leitura dos níveis de infiltração. Esta evidência foi confirmada por Gempel et al.⁵⁶ (1990), que afirmaram ser a Rodamina B de mais fácil visualização do que o azul de metileno. Scott et al.¹³⁵ (1992) também relataram que o ponto de saturação da infiltração não foi suficientemente nítido quando empregado o corante azul de metileno.

Valera¹⁵⁵ (2002) empregou o corante Rodamina B a 2% no seu estudo em virtude dos resultados de um estudo prévio, quando analisou a densidade óptica das soluções de Rodamina B, azul de metileno e tinta nanquin em contato com o cimento Sealapex. Dentre as soluções testadas, a Rodamina B apresentou os menores índices de variação da densidade óptica. Para Azoubel e Veeck¹⁰ (1998), o corante Rodamina B deve ser empregado em estudos de infiltração em virtude de possuir menores partículas, ser facilmente visualizado e possuir grande poder de penetração nos canalículos dentinários.

Em nosso trabalho, intencionamos comparar os níveis de infiltração apical determinados pelos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% em função do cimento endodôntico utilizado para a obturação dos canais radiculares. O azul de metileno é largamente utilizado na literatura e vem apresentando resultados conflitantes no que tange à sua reação com os materiais testados e a dentina. A Rodamina B, apesar de suas

aparentes vantagens, tem sido pouco empregada e, principalmente, pouco comparada a outras soluções corantes. Ambas as soluções corantes possuem partículas de baixo peso molecular, o que representaria melhor a penetração de subprodutos tóxicos no interior dos microespaços entre o material obturador e a parede do canal. Por esta razão, não utilizamos a tinta nanquin em nosso trabalho como traçador da infiltração devido ao seu alto peso molecular. Além disso, a adição de mais um grupo experimental para cada cimento traria implicações na aquisição de dentes humanos extraídos dentro dos padrões exigidos nessa pesquisa, o que nos forçaria a diminuir o universo amostral de cada grupo experimental, comprometendo seguramente o resultado da nossa avaliação, em concordância com Wu e Wesselink¹⁶³ (1993).

Para uma melhor comparação dos resultados de infiltração determinados pelos corantes nos vários cimentos analisados, foi necessária a total padronização das soluções corantes, visando eliminar as variáveis já citadas anteriormente em relação à concentração da solução e pH da mesma, evitando, assim, padrões de penetração diferentes, bem como possíveis interações com a estrutura dentinária, como, por exemplo, a dissolução ácida. Sendo assim, ambas as soluções foram concentradas em 2% e posteriormente tamponadas em fosfato 0,2M pH 7,0 (YOUNGSON et al.¹⁶⁶ 1998). Essa adequação para solução tampão, de acordo com Lehninger et al.⁸⁹ (1995), garante a estabilidade do pH da solução quando adicionadas pequenas quantidades de ácido (H^+) ou base (OH^-). Com essas medidas, criamos condições para melhor comparar os resultados das médias de infiltração

proporcionadas pelos dois corantes, eliminando variáveis que certamente influenciariam nos níveis de infiltração apical.

Nos estudos de infiltração apical, tem sido advogado por alguns autores que a presença de “bolsas de ar” aprisionadas nas falhas existentes na obturação dos canais radiculares, poderiam impedir a infiltração de corante nessas áreas (SPANGBERG et al.¹⁴⁴, 1989; WU; WESSELINK¹⁶³, 1993; KONTAKIOTIS et al.⁸⁰, 2001). Tem sido então sugerido o uso de centrífuga (LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁵, 1991; KARAGÖZ-KÜÇÜKAY et al.⁷⁴, 1993; PATHOMVANICH; EDMUNDS¹¹⁹, 1996) ou de vácuo (GOLDMAN et al.⁵³, 1989; HOLLAND et al.⁶⁶, 1990; DALAT; SPANGBERG³⁹, 1994; KONTAKIOTIS et al.⁸⁰, 2001) para a remoção dessas “bolsas de ar” aprisionadas. Para Spangberg et al.¹⁴⁴ (1989), o ar aprisionado em espaços vazios da obturação de canal radicular produz artefatos na técnica de imersão passiva, sugerindo então os autores que os espécimes em estudo deveriam ser submetidos ao ambiente de vácuo antes da imersão em corante. Goldman et al.⁵³ (1989) e Spangberg et al.¹⁴⁴ (1989) questionaram a validade dos estudos de infiltração realizados sem a remoção do ar aprisionado no canal radicular.

No entanto, alguns pesquisadores afirmaram não haver diferenças nos níveis de infiltração apical obtidos com ou sem o uso do vácuo (DICKSON; PETERS⁴⁴, 1993; MASTERS et al.¹⁰¹, 1995; RODA; GUTMANN¹³⁰, 1995; ANTONOPOULOS et al.⁷, 1998). A utilização do vácuo em estudos de infiltração é questionada pois, segundo Masters et al.¹⁰¹ (1995), a remoção do ar aprisionado no canal radicular poderia causar interferências no selamento da obturação, criando um espaço artificial para a penetração de corante. Não

concordamos com essa afirmação por acreditarmos que esses espaços já existam, no entanto somente se revelando quando da aplicação do vácuo.

Para Roda e Gutmann¹²⁵ (1995), a natureza porosa da dentina pode permitir que o ar aprisionado em espaços da obturação do canal radicular possa se dissipar pelos túbulos dentinários, permitindo que a falha da obturação seja ocupada pelo corante. Também discordamos dessa afirmativa e, mesmo que ela fosse possível, o fato de impermeabilizarmos a raiz imediatamente após a obturação do canal radicular inviabilizaria essa hipótese. Além disso, Masters et al.¹⁰¹ (1995) encontraram formações de bolhas na camada de impermeabilização externa na raiz quando os dentes foram submetidos ao vácuo. Essas bolhas estouraram posteriormente e permitiram a penetração do corante segundo Masters et al.¹⁰¹ (1995). Estes autores utilizaram na impermeabilização das raízes por eles estudadas apenas duas camadas de esmalte de unha; porém, em nosso estudo, além de duas camadas de esmalte de unha, utilizamos ainda uma camada de cola epóxica e uma medida auxiliar de impermeabilização com cera rosa derretida, preconizada por Bonetti Filho et al.¹⁸ (1995).

Portanto, concordamos com Valera¹⁵⁵ (2002) sobre, apesar da dificuldade em transportar a situação de vácuo para a realidade clínica, essa medida ser necessária para a diminuição da probabilidade de bolhas de ar entre o material obturador e a parede radicular, uniformizando as condições de toda a amostra, tornando a avaliação comparativa mais confiável. Em nosso estudo, aplicamos uma pressão de vácuo de 60mmHg, antes de imergirmos os espécimes na solução corante. Para isso, os espécimes enrolados em um

saquinho de gaze ficaram apoiados em um suporte dentro do dessecador enquanto se promoveu o vedamento do aparelho e o acionamento da bomba de vácuo por 10 minutos. Em seguida ao desligamento da bomba, o dessecador foi agitado e o desequilíbrio do saquinho de gaze permitiu o contato dos espécimes com o corante. Esta medida descrita por Bonetti Filho et al.¹⁸ (1995) permitiu que o ar aprisionado na obturação dos canais radiculares fosse removido antes da imersão no corante, o que nos parece ser mais efetivo do que a aplicação do vácuo após a imersão dos espécimes na solução corante.

O tempo de permanência dos espécimes no corante apresenta grande variação na literatura: 1 a 3 horas (HOLLAND et al.⁶⁶, 1990), 24 horas (ZMENER¹⁶⁸, 1987; BARKHORDAR et al.¹², 1989), 3 dias (ZMENER¹⁶⁸, 1987; VEIS et al.¹⁵⁸, 1994; MOURA et al.¹⁰⁹, 1995; BROSCO²², 2002), 5 dias (VALLI et al.¹⁵⁷, 1998), 6 dias (ROHDE et al.¹²⁷, 1996), 7 dias (AHLBERG et al.¹, 1995; MOURA et al.¹⁰⁹, 1995; ATTIN et al.⁹, 1996), 10 dias (ZMENER¹⁶⁸, 1987; KOCH et al.⁷⁹, 1994), 2 semanas (OGUNTEBI; SHEN¹¹¹, 1992; SANTOS et al.¹³⁰, 1999). Em nosso estudo, em função do emprego do vácuo, o tempo de imersão nas soluções corantes foi de 24 horas (ALMEIDA⁵, 1997).

Após o período de imersão no corante, os espécimes foram lavados por 24 horas em água corrente (SANTA CECÍLIA¹²⁹, 1994; ALMEIDA⁵, 1997; CERVI³², 2002), as camadas de impermeabilização foram removidas e o seccionamento das raízes no sentido longitudinal foi realizado. Esse método é amplamente utilizado para expor a interface entre a obturação e a parede do canal (BONETTI FILHO et al.^{17, 19}, 1987, 2000; ZMENER¹⁶⁸, 1987; HOLLAND

et al.⁶⁶, 1990; LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992; AHLBERG et al.¹, 1995; ROHDE et al.¹²⁷, 1996) e foi por nós escolhido devido a sua facilidade, rapidez e pelo domínio da técnica. Além disso, Youngson et al.¹⁶⁶ (1998) não encontraram diferenças na distribuição da infiltração dos corantes na estrutura dentinária quando o dente era seccionado por um disco diamantado sob irrigação ou seccionado por fratura. Este seccionamento por fratura é recomendado por Tanomaru Filho et al.¹⁴⁷ (1991), De Moor e De Boever⁴¹ (2000), Cervi³² (2002) e Valera¹⁵⁵ (2002). Porém, concordamos com Youngson et al.¹⁶⁶ (1998), que afirmaram ser a fratura da superfície radicular uma técnica de menor previsibilidade do que a secção direta e que o plano de fratura nem sempre concorda com o centro do espécime em questão. Além disso, acreditamos que o risco de perda das amostras não justifica esse procedimento.

GEE⁵² (1987) afirmou que a secção longitudinal das amostras tende a subestimar a quantidade de infiltração, uma vez que a penetração do corante pode ter ocorrido em outras regiões não reveladas no plano de corte. Por esta razão, o material obturador foi removido das paredes do canal radicular para verificarmos possíveis infiltrações na parede do canal radicular sob o material obturador.

Vários autores sugeriram o método da diafanização das raízes (SLEDER et al.¹⁴⁰, em 1991; CHOAYEB³⁴, 1992; HATA et al.⁶², 1992; BHAMBHANI; SPRECHMAN¹⁵, 1994; FACHIN et al.⁴⁸, 1995; VEIS et al.¹⁵⁹ 1996; TAMSE et al.¹⁴⁶, 1998; TIMPAWAT; SRIPANARATANAKUL¹⁵², 1998, VALLI et al.¹⁵⁷, 1998; ANTONOPOULOS et al.⁷, 1998; SANTOS et al.¹³⁰, 1999;

SCHÄFER; OLTHOFF¹³², 2002). No entanto, a inviabilidade de emprego da diafanização quando utilizados os corantes por nós escolhidos (azul de metileno e Rodamina B) devido à sua dissolução no processo de descalcificação do dente, levou-nos a excluir essa metodologia de análise do nosso experimento.

O meio empregado para medir a infiltração do corante em obturações de canais radiculares varia entre os autores, que fazem as medições com o auxílio de microscópios com oculares milimetradas (BARKHORDAR et al.¹², 1989, LIMKANGWALMONGKOL et al.⁹⁴, 1992, OGUNTEBI; SHEN¹¹¹, 1992; SMITH; STEIMAN¹⁴², 1994), estereomicroscópio com ocular milimetrada (ZMENER¹⁶⁸, 1987; POLLARD et al.¹²², 1990; KOCH et al.⁷⁹, 1994; AHLBERG et al.¹, 1995; HOLLAND et al.⁶⁵, 1996; ROHDE et al.¹²⁷, 1996; GULABIVALA et al.⁵⁷, 1998; DAVALOU et al.⁴⁰, 1999; BROSCO²², 2002), análise computadorizada (LYROUDIA et al.⁹⁷, 2000), ou mesmo exame macroscópico (PATHOMVANICH; EDMUNDS¹¹⁹, 1996). Em nosso trabalho, optamos pela captura das imagens digitais das infiltrações e medição destas no programa ImageTool® for Windows versão 3.0. Este programa permite a obtenção de medidas calibradas com precisão e reprodutibilidade. Além disso, apresenta facilidade de uso e não requer dispositivos computadorizados sofisticados, permitindo uma análise em altíssima resolução e excelente nitidez e visibilidade.

Um outro fator de relevância a ser considerado nos estudos de infiltração envolvendo corantes é a grande subjetividade na determinação do ponto final de penetração do corante na estrutura analisada (DELIVANIS;

CHAPMAN⁴³, 1982; SCOTT et al.¹³², 1992; WU; WESSELINK¹⁶³, 1993; HAMAOKA; MOURA⁶⁰, 1996; YOUNGSON et al.¹⁶⁶, 1998). Para eliminar ou minimizar significativamente essa variável em nosso trabalho, as medidas dos níveis máximos de infiltração nos espécimes foram tomadas por dois observadores devidamente calibrados e em dois momentos diferentes. Somente após estas análises obteve-se uma média final da penetração dos corantes em cada espécime e nos grupos analisados.

De todas as observações realizadas pode-se denotar que os testes envolvendo corantes como marcadores de infiltração foram duramente criticados, porém pobremente estudados para que as críticas tivessem consistência científica. Desta forma é necessário que sejam realizados mais estudos para viabilizar novas afirmações para a uniformização de um método viável, de fácil e rápida execução, assim proporcionando resultados comparáveis e confiáveis (MACEDO⁹⁸, 2003).

6.2 Resultados

O sucesso na terapia endodôntica é uma meta classicamente reconhecida como a consequência de uma sucessão de atos operatórios interdependentes e bem realizados. Fases essas que incluem desde um correto diagnóstico até a preservação do tratamento executado. Ênfase especial tem sido conferida à fase de obturação uma vez que o selamento adequado do sistema de canais radiculares evita a comunicação entre o canal radicular e o meio exterior a ele.

O selamento apical está diretamente relacionado à técnica de obturação e aos materiais nela utilizados. A busca por uma obturação o mais hermética possível alavanca as pesquisas no mundo inteiro, desencadeando o surgimento de novos materiais e técnicas que visem isolar os canais radiculares de possíveis recontaminações bacterianas. Wu e Wesselink¹⁶³ (1993) já chamaram a atenção para o grande aumento no número de publicações abordando o tema da infiltração apical de cimentos e de técnicas de obturação. No entanto, ainda não se estabeleceu qual a quantidade de infiltração necessária para causar insucessos na terapia endodôntica (BROSCO²², 2002). Embora muitas vezes obturações deficientes resultem em sucesso clínico, tal conduta jamais deve ser adotada durante o tratamento endodôntico. Além disso, a observação apenas clínica e radiográfica de sucesso em um dente com obturação deficiente, como sugerem Oliver e Abbott¹¹² (2001), não pode ser definitiva, uma vez que a percolação de fluidos

na falha da obturação pode levar a alterações histológicas nos tecidos periapicais.

No entanto, existe uma grande variabilidade nos resultados de testes de infiltração *in vitro*, principalmente por envolverem um grande número de variáveis como: remoção da “smear layer”, técnica de obturação, cimento obturador, tipo de corante utilizado, método de avaliação, influência do operador, entre outras. Wu e Wesselink¹⁶³ (1993) afirmaram que, em virtude da falta de padronização e reprodutibilidade das metodologias para a análise da capacidade seladora de materiais e técnicas, mais ênfase deveria ser conferida à comparação de metodologias e de variáveis dentro da mesma metodologia. Da mesma forma, Tamse et al.¹⁴⁶ (1998) chamaram a atenção para a necessidade de mais estudos para a padronização de metodologias que empreguem a infiltração de corantes.

Em nosso trabalho, além da verificação da capacidade seladora de diferentes cimentos endodônticos, objetivamos, também, investigar a influência de duas soluções corantes na determinação da capacidade de selamento desses cimentos.

A influência do corante empregado como agente traçador da infiltração, tanto na dentina quanto no material em teste, tem sido relatada por alguns autores (KONTAKIOTIS et al.⁸², 1997; WU et al.¹⁶², 1998; ÖZTAN et al.¹¹⁵, 2001). Tamse et al.¹⁴⁶ (1998) compararam vários corantes traçadores de infiltração marginal, incluindo o azul de metileno e a tinta nanquin. Santa Cecília¹²⁹ (1994) e Youngson et al.¹⁶⁶ (1998) também compararam a capacidade de penetração dos corantes azul de metileno e tinta nanquin em

túbulos dentinários. Moraes¹⁰⁷ (1981) comparou os corantes Rodamina B e iodeto de sódio. Em nosso estudo comparamos os níveis de infiltração determinados pelos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2%, e os resultados demonstraram que a infiltração determinada por esses dois corantes está na dependência do cimento em teste, uma vez que a penetração do azul de metileno foi significativamente menor ou igual à infiltração determinada pela Rodamina B na dependência do material avaliado.

A possibilidade de ter ocorrido dissolução ácida tanto da dentina quanto do material em teste quando em contato com os corantes é descartada, uma vez que ambas as soluções foram tamponadas em pH 7,0. Sabe-se, no entanto, que a solução de azul de metileno é instável na presença de álcalis, sofrendo hidrólise para um composto thional transparente (COFFEY³⁷, 1978), o que leva a crer que esse corante pode sofrer descoloração na presença de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2). Wu et al.¹⁶² (1998), verificaram a descoloração do azul de metileno quando em contato com o Ca(OH)_2 e o MTA, que possui óxido de cálcio em sua composição, e quando em contato com água forma Ca(OH)_2 . Para Wu et al.¹⁶² (1998), o efeito da descoloração do azul de metileno quando em contato com o Ca(OH)_2 é devido à sua alta alcalinidade. Esse potencial hidrogeniônico elevado do Ca(OH)_2 varia segundo a sua forma, se é pasta, cone ou cimento. Kontakiotis et al.⁸² (1997) verificaram que a utilização de Ca(OH)_2 prévia à obturação reduz a penetração do azul de metileno, o que não ocorreu quando foi empregado o método de transporte de fluidos, pelo qual não houve diferenças na penetração com ou sem aplicação prévia de Ca(OH)_2 . Provavelmente, o Ca(OH)_2 residual ou íons hidroxilas remanescentes na

dentina sejam responsáveis por esse fenômeno. Também Nunes et al.¹¹⁰ (1999) verificaram que o Ca(OH)_2 aplicado tanto na forma de curativo quanto de pasta obturadora diminuiu a magnitude de infiltração do corante azul de metileno. Estes resultados corroboram as suspeitas de Wu et al.¹⁶² (1998), de que baixos valores de infiltração após o uso de curativo com Ca(OH)_2 em estudos de infiltração utilizando o azul de metileno podem ser devidos à descoloração do corante. Çaliskan et al.²³ (1998) e Kim e Kim⁷⁸ (2002) avaliaram a influência do Ca(OH)_2 como medicação intracanal no selamento apical tendo, porém, utilizado como corante traçador da infiltração a tinta nanquin, encontrando resultados divergentes dos de outros autores (PORKAEW, et al.¹²⁴, 1990; HOLLAND et al.⁶⁴, 1995) que, buscando a mesma avaliação, utilizaram o azul de metileno como marcador da infiltração.

Além da descoloração do azul de metileno proporcionado pelo contato com substâncias alcalinas, ocorrem alterações de redução quando em contato com substâncias redutoras tais como Zn, Cu, Ag, etc, podendo da mesma forma ser descolorido e marcar com menos intensidade (KONTAKIOTIS et al.⁸², 1997; WU et al.¹⁶², 1998). Segundo Fragola et al.⁴⁹ (1979), durante a presa dos cimentos à base de óxido de zinco, há liberação de água que serviria para manter o eugenol hidratado, formando hidróxido de zinco (Zn(OH)_2), sendo este uma fonte de íons zinco. Mannocci et al.¹⁰⁰ (1999), prevendo a possível interação entre o corante azul de metileno e o cimento à base de óxido de zinco empregado em seu estudo, afirmaram ter utilizado uma pequena quantidade de cimento e submetido as amostras ao contato com o

corante apenas 4 semanas após a obturação para prevenir o risco de descoloração do azul de metileno.

Pela análise da Figura 6, depreende-se que o corante azul de metileno, quando comparado à Rodamina B, apresentou menores níveis de infiltração nos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex. Os cimentos Sealer 26 e Sealapex possuem, respectivamente, hidróxido de cálcio e óxido de cálcio em sua composição, e o cimento Endofill é constituído de óxido de zinco. Sendo assim, os menores níveis de infiltração apresentados nesses três cimentos pelo azul de metileno podem ser em decorrência da descoloração do corante quando em contato com estes materiais, uma vez que a presença de hidróxido (óxido) de cálcio e de óxido de zinco na composição desses cimentos pode descolorir o corante azul de metileno. Duarte⁴⁶ (1996) verificou o pH dos cimentos Sealapex e Sealer 26 e concluiu que estes materiais apresentam valores alcalinos de pH (10,57 e 10,9 respectivamente), sendo estatisticamente superiores aos de cimentos que não possuem hidróxido de cálcio ou óxido de cálcio em sua composição.

Apesar de não ser possível afirmar, através de nossos resultados, que exista uma real interação química entre o corante azul de metileno e os três cimentos já citados, os resultados nos levam a crer que essa interação tenha ocorrido, uma vez que não foram encontradas diferenças estatísticas entre os níveis de infiltração determinados pelos dois corantes nos demais cimentos estudados e foi constatada diferença significativa nestes três cimentos. A fim de compreender melhor os resultados obtidos com esses três cimentos quando infiltrados pelo corante azul de metileno, foi realizado um

trabalho em paralelo para verificar, através de espectrofotometria*, a influência dos materiais obturadores utilizados neste estudo na densidade óptica dos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% (ambas tamponadas em tampão fosfato e com pH 7,0). Verificou-se que o azul de metileno apresentou um decréscimo da densidade óptica após 24 horas de contato com os cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex, enquanto a densidade óptica do corante Rodamina B, em contato com os mesmos cimentos permaneceu inalterada no mesmo período.

Camps e Pashley²⁶ (2003) questionaram a validade das metodologias de infiltração de corantes. Para isso compararam os cimentos AH Plus, Sealapex, Ketac-Endo e Kerr Pulp Canal Sealer sob três diferentes metodologias de análise, uma delas a infiltração dada pela marcação do corante azul de metileno a 2%. Nas duas outras metodologias de análise, o cimento Sealapex infiltrou mais do que os demais cimentos testados porém, na metodologia de infiltração do azul de metileno, os resultados foram estatisticamente semelhante para todos os cimentos testados. No entanto, os autores não levaram em consideração o fato de que pode ter havido a descoloração do azul de metileno quando em contato com o cimento Sealapex devido à presença do óxido de cálcio em sua composição, o que provavelmente determinou os menores níveis de infiltração desse cimento nesta metodologia.

Grepel et al.⁵⁶ (1990) e Hamaoka e Moura⁶⁰ (1996) observaram que o corante Rodamina B apresentou maior capacidade de penetração na

* SOUZA, E.M, BONANATO ESTRELA, C., BONETTI FILHO, I. Avaliação da absorbância dos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% em contato com diferentes cimentos obturadores.

dentina radicular do que o azul de metileno, sugerindo que o tamanho da partícula de Rodamina seja menor, o que explicaria os resultados. No entanto, o azul de metileno possui peso molecular da ordem de 373,90 (Anexo 8) e a Rodamina B da ordem de 479 (Anexo 9); portanto esta possivelmente não seria a resposta para os achados de Gempel et al.⁵⁶ (1990) e Hamaoka e Moura⁶⁰ (1996). Provavelmente outros fatores podem ter influenciado na maior capacidade de penetração do corante Rodamina B nesses trabalhos, tais como: a tensão superficial e possíveis interações dos corantes com a dentina. Ademais, essa hipótese da diferença na capacidade de penetração dos corantes não foi possível de ser observada em nosso estudo, pois o comportamento dos corantes entre si foi diferente na dependência do cimento estudado, como demonstrado pela Tabela 2, que revelou uma interação altamente significativa entre cimento e corante. No entanto, Sousa¹⁴³ (1991), comparando os corantes Rodamina B e azul de metileno por meio da análise dos níveis de infiltração nos cimentos Sealapex e OZE, afirmou que a Rodamina B tem maior poder de penetração que o azul de metileno, tendo em vista a maior infiltração determinada pela Rodamina nos dois cimentos estudados. Porém, o corante azul de metileno pode ter sido desmarcado quando em contato com o Sealapex e com o OZE, levando o autor a concluir pelo maior poder de penetração da Rodamina B. As médias de infiltração encontradas pelo autor no corante azul de metileno foram similares às por nós encontradas no mesmo corante para ambos os cimentos. Em relação aos níveis de infiltração da Rodamina B, o autor encontrou valores médios maiores que os por nós encontrados. Isto pode ser explicado pelo pH da solução de

Rodamina B empregada, em torno de 2,6. O pH ácido da solução pode ter dissolvido o cimento aumentando os níveis de infiltração.

Tendo em vista que a literatura abordando o corante azul de metileno em estudos de infiltração é muito vasta, é possível comparar as médias de infiltração desse corante nos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex com as de outros trabalhos presentes na literatura que avaliaram a capacidade seladora desses materiais empregando o mesmo corante. Assim, Bonetti Filho et al.¹⁸ (1995), Valera et al.¹⁵⁶ (1998), Camargo et al.²⁴ (1998) e Tanomaru Filho et al.¹⁴⁸ (2001) encontraram, respectivamente, uma média de infiltração para o cimento Sealer 26 de 0,51 mm, 0,54 mm, 0,56 mm e, 0,44 mm, médias estas muito similares às encontradas em nosso trabalho (0,55 mm) (Tabela 1).

Da mesma forma, o cimento Sealapex apresentou resultados similares aos nossos, na literatura, quando utilizado o corante azul de metileno. Assim, Holland et al.⁶⁷ (1991), Oguntebi e Shen¹¹¹ (1992), Ahlberg et al.¹ (1995) e Valera et al.¹⁵⁶ (1998) encontraram, respectivamente, médias de 1,04 mm, 1,4 mm, 0,8 mm, 1,14 mm, semelhantes, portanto, à média encontrada para o Sealapex em nosso trabalho quando utilizado o azul de metileno (1,24 mm) (Tabela 1). No entanto, Limkangwalmongkol et al.^{95, 94} (1991, 1992) encontraram níveis de infiltração superiores para o cimento Sealapex (2,28 mm e 4,49 mm) quando utilizado o corante azul de metileno a 2%. Isto se explica, provavelmente, pela centrifugação aplicada aos espécimes, o que promove a penetração da solução na falha da obturação por pressão. Essa pressão, por

sua vez, possivelmente promove o deslocamento do cimento obturador, o que permitiria um maior nível de infiltração.

Comparando agora a média de infiltração determinada pelo corante azul de metileno no cimento Endofill (1,04 mm) (Tabela 1) à de outras publicações que empregaram cimentos à base de óxido de zinco e eugenol infiltrados por azul de metileno, também é possível encontrar semelhança de resultados. Bonetti Filho et al.¹⁸ (1995) e Fachin et al.⁴⁸ (1995) encontraram, respectivamente, uma média de 1,4 mm e 1,0 mm para o cimento Fill Canal. Ahlberg et al.¹ (1995) encontraram 0,9 mm para o cimento Tubli-seal.

Tendo em vista o exposto, os resultados obtidos para os corantes Endofill, Sealer 26 e Sealapex no corante azul de metileno não serão incluídos na discussão comparativa acerca da capacidade seladora apical. Dessa forma, a utilização do corante azul de metileno para determinar a capacidade de selamento desses três materiais e, provavelmente, de outros que possuam na sua composição hidróxido (óxido) de cálcio ou zinco, poderia levar a falsos resultados, uma vez que, em nosso trabalho, a Rodamina B apresentou maiores níveis de infiltração nesses cimentos. Portanto, a capacidade seladora de tais cimentos será discutida por meio dos resultados obtidos com o corante Rodamina B.

É importante salientar que ao cimento Polifil foi acrescentado 1 g de óxido de zinco para conferir-lhe radiopacidade. Porém, a presença do zinco na composição desse cimento parece não ter afetado os níveis de infiltração determinados pelo corante azul de metileno nesse grupo, visto que foram observados resultados estatisticamente semelhantes entre os dois corantes

neste cimento. Esta ocorrência pode ser explicada pela baixa proporção de óxido de zinco adicionada ao cimento (cerca de 30% do volume total deste). Além disso, a estabilidade dimensional desse material quando comparado ao Endofill também pode explicar a não reação do azul de metileno com o zinco adicionado à formulação do Polifil, visto que, em todas as amostras deste cimento, após o corte longitudinal dos dentes, foi observado o total preenchimento da área apical ocupada apenas por cimento. Este mesmo comportamento não foi observado com o Endofill, com o qual se notou nítidas áreas de aparente solubilização do cimento. Kazemi et al.⁷⁶ (1993) verificaram grande perda dimensional em cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, de forma que a dissolução se iniciava desde as três primeiras horas de presa do material estendendo-se até seis meses. Essa possível solubilização deixaria em exposição o Zn, responsável pela descoloração do azul de metileno.

Tomando-se em conta apenas os níveis de infiltração determinados pelo corante Rodamina B, tem-se que os cimentos Endofill, Sealer 26, Sealapex e AHPlus apresentaram-se estatisticamente semelhantes. Apesar do pensamento freqüente de que os cimentos resinosos apresentam uma maior capacidade seladora em relação aos cimentos à base de hidróxido (óxido) de cálcio e à base de óxido de zinco e eugenol, nosso trabalho não foi capaz de identificar uma diferença estatisticamente significativa entre esses quatro cimentos quando empregado o corante Rodamina B a 2%. Também Araújo et al.⁸ (2003), comparando esses mesmos quatro cimentos, não detectaram diferenças estatisticamente significantes nos níveis de infiltração quando utilizada a tinta nanquin como traçador da infiltração.

A escassez de trabalhos na literatura que tenham empregado o corante Rodamina B na análise da capacidade seladora dos cimentos empregados neste estudo dificulta sobremaneira a comparação de nossos resultados. Obviamente que a confrontação com trabalhos que tenham empregado o corante azul de metileno também não é recomendada em virtude da possibilidade de interação entre cimento e corante já discutida na avaliação dos três primeiros cimentos. Os resultados para o cimento AH Plus, no entanto, podem ser perfeitamente comparados aos de outros trabalhos que empregaram o azul de metileno, uma vez que, em nosso estudo, os níveis de infiltração determinados pelos corantes azul de metileno e Rodamina B nesse cimento foram estatisticamente semelhantes (Figuras 10 A e B).

Rothier et al.¹²⁸ (1987), utilizando a Rodamina B a 0,2%, encontraram resultados semelhantes para os cimentos Sealapex e Kerr Pulp Canal Sealer. No entanto, as médias para esses dois cimentos foram menores que as médias encontradas em nosso trabalho para os cimentos Sealapex e Endofill, o que pode ser explicado pelo fato de ter sido empregada, por esses autores, a técnica da condensação lateral convencional com a extensão da guta-percha até a região foraminal o que limitaria a penetração do corante. Também Kontakiotis et al.⁸¹ (1997), empregando a metodologia de transporte de fluidos, encontraram resultados semelhantes para os cimentos Sealapex, Tubli-Seal, Roth e Pulp Canal Sealer EWT em camadas mais espessas, de forma que apresentaram elevados níveis de infiltração mesmo após a estocagem em água por um ou dois anos.

Assim como para os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, a dissolução do cimento Sealapex já foi demonstrada in vivo por Tronstad et al.¹⁵⁴ (1988). Portanto, a solubilidade dos cimentos Sealapex e dos à base de óxido de zinco ante soluções aquosas pode ser a explicação para os achados similares entre esses cimentos, em nosso estudo, quando empregado o corante Rodamina B. Mesmo quando empregado o corante azul de metileno, os níveis de infiltração entre esses dois cimentos não foram diferentes, apesar da maior média alcançada pelo Sealapex, porém não significativa. Segundo Oztan et al. (2001), a solução de azul de metileno promove a dissolução do cimento Sealapex, o que poderia explicar essa tendência de maior infiltração apresentada pelo Sealapex em nosso experimento. Outros autores utilizando o corante azul de metileno ou tinta nanquin também não encontraram diferenças significativas entre o cimento Sealapex e os à base de óxido de zinco e eugenol. (HOVLAND; DUMSHA⁷⁰, 1985; ALEXANDER; GORDON², 1985; BARKHORDAR et al.¹², 1989; LIMKANGWALMONGKOL et al.^{95, 94}, 1991, 1992; SLEDER et al.¹⁴⁰, 1992; AHLBERG et al.¹, 1995).

A análise da Tabela 3 nos permite constatar uma diferença altamente significativa nos níveis de infiltração determinados pelo corante azul de metileno no cimento Sealer 26 em relação aos cimentos Endofill e Sealapex. Admitindo-se que haja descoloração do corante quando em contato com esses materiais, é problemático o entendimento do porquê da redução significativa dos níveis de infiltração no cimento Sealer 26 em relação aos outros cimentos. O Sealer 26 no corante azul de metileno apresentou padrões variáveis de infiltração, sendo o único com amostras que apresentaram contagem zero de

infiltração (Anexo 15). Esse padrão variável na infiltração desse cimento foi relatado também por Fachin et al.⁴⁸ (1995). Segundo estes autores, uma possível dissolução do hidróxido de cálcio presente na sua formulação poderia ser a explicação para o vedamento irregular desse cimento. Trazendo esta afirmação para o nosso estudo, é possível supor que essa dissolução do hidróxido de cálcio tenha provocado a reação de descoloração do azul de metileno com mais severidade nesse cimento, pois como este material não apresenta o mesmo nível de solubilização do cimento Sealapex, por ser de base resinosa, o “gap” proporcionado pela dissolução do hidróxido de cálcio é menor que o resultante da solubilização do Sealapex. Assim, um menor volume de solução corante penetraria nesse espaço sendo, portanto, mais facilmente desmarcado pelo Ca(OH)_2 . Isto está de acordo com o que sugeriram Wu et al.¹⁶² (1998): que o grau de descoloração do corante depende do volume da solução que entra em contato com o material obturador. Isto talvez explique o que ocorreu nos controles positivos do trabalho de Kontakiotis et al.⁸² (1997), nos quais, o azul de metileno penetrou totalmente nos dentes que haviam recebido Ca(OH)_2 e não foram obturados. Provavelmente o volume maior de azul de metileno nas raízes não obturadas sofre um menor efeito da descoloração da solução perante o hidróxido de cálcio (VALERA¹⁵⁵, 2002). Tanomaru Filho et al.¹⁴⁹ (1996) também encontraram médias de infiltração semelhantes ao nosso trabalho para os cimentos Sealer 26 e Sealapex (0,67mm e 1,18mm respectivamente), utilizando o azul de metileno como traçador da infiltração.

Porém, Siqueira Jr. et al.¹³⁹ (1995) não encontraram diferenças ao compararem o selamento apical proporcionado pelos cimentos Sealapex, Sealer 26 e Fill Canal infiltrados com o corante azul de metileno, assim como Valera et al.¹⁵⁶ (1998) não encontraram diferenças entre o Sealapex e o Sealer 26 imediatamente após a obturação ou após seis meses de estocagem, também utilizando o mesmo corante. Portanto, mais pesquisas devem ser conduzidas para o entendimento das possíveis reações do cimento Sealer 26 com soluções corantes.

O cimento AH Plus, segundo o fabricante, é uma versão melhorada do cimento AH 26, apresentando propriedades biológicas satisfatórias, por ter o formaldeído eliminado de sua formulação. É um cimento à base de resina epóxi-amina e, segundo Zmener et al.¹⁷¹ (1997) e Miletic et al.¹⁰⁴ (1999), apresenta um rápido tempo de presa em relação ao cimento AH 26. Vários autores demonstraram a maior capacidade seladora do cimento AH 26 em relação aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (LIMKANGWALMONGKOL et al.^{95, 94}, 1991, 1992; CANALDA-SAHLI et al.²⁷, 1992; OGUNTEBI; SHEN¹¹¹, 1992; TAYLOR et al.¹⁵⁰, 1997, ECONOMIDES et al.⁴⁷, 1999). Porém, Zmener et al.¹⁷¹ (1997) encontraram maiores níveis de infiltração para o cimento AH Plus em relação ao cimento AH26 após períodos de 2, 4 e 10 dias de imersão no corante. Miletic et al.¹⁰⁴ (1999), apesar de não encontrarem diferenças estatísticas significantes entre os dois cimentos, reportaram uma tendência de maior infiltração no AH Plus. Segundo Zmener et al.¹⁷¹ (1997) e Miletic et al.¹⁰⁴ (1999), a rápida presa do cimento pode causar estresse na sua estrutura, podendo resultar em um descolamento precoce das

paredes dentinárias, aumentando os níveis de infiltração desse material. Além disso, a capacidade seladora desse cimento pode ser afetada por outros fatores, como a presença de óleo de silicone e outros ingredientes na sua formulação (ZMENER et al.¹⁷¹, 1997; MILETIC et al.¹⁰⁴, 1999). Isso talvez explique os resultados semelhantes entre o cimento AH Plus e os cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex apresentados em nosso estudo. Trevizan et al.¹⁵³ (2003), utilizando a Rodamina B a 0,2%, encontraram resultados similares para os cimentos AH Plus e Sealer26.

Também Duarte⁴⁵ (1999), testando várias propriedades do cimento AH Plus puro e acrescido de hidróxido de cálcio, verificou uma menor capacidade seladora desse cimento em forma pura. A média de infiltração foi de 2,8 mm, portanto maior que a encontrada em nosso trabalho, porém semelhante a do cimento de OZE. Essa maior média nos resultados encontrados por esse autor talvez se deva ao fato de ter utilizado um cone único de conicidade 0,02 mm na obturação do canal, o que aumenta a película de cimento e poderia permitir maiores níveis de infiltração. Haikel et al.⁵⁸ (1999), empregando uma metodologia de infiltração de uma lisozima, encontraram os mesmos níveis de infiltração para os cimentos AH Plus e Sealapex. Almeida (1997) encontrou uma média de infiltração linear de 1,17 mm para o cimento AH Plus utilizando o corante azul de metileno, menor do que a por nós encontrada (1,8 mm) (Tabela 2). No entanto, o autor realizou a obturação pela técnica da condensação lateral com o cone de guta-percha adaptado na região foraminal.

Foi propósito deste trabalho, também, a avaliação da capacidade seladora de novos cimentos endodônticos em comparação a cimentos já conhecidos. Os novos cimentos incluídos neste estudo foram o EndoREZ e o cimento experimental Polifil.

O cimento EndoREZ, recentemente lançado no mercado, apresenta-se como um material de base fibro-resinosa constituído de metacrilato de uretano e com 1% de clorexidina em sua composição química. A literatura pertinente a esse novo material ainda é escassa no que concerne à avaliação da sua capacidade seladora. Silva et al.¹³⁸ (2002) encontraram baixos níveis de citotoxicidade do cimento EndoREZ quanto à liberação de NO em culturas de macrófagos. No que se refere à capacidade seladora desse material, Kardon et al.⁷⁵ (2003) encontraram maiores níveis de infiltração para o cimento EndoREZ em relação ao cimento AH Plus quando utilizados na técnica de cone único. Também Roggendorf et al.¹²⁶ (2004) encontraram maiores níveis de infiltração tanto apical quanto coronária para o cimento EndoREZ quando comparado ao cimento AH Plus. Os resultados de nosso estudo revelaram níveis de infiltração no cimento EndoREZ de cinco a oito vezes maiores do que os demais cimentos avaliados, tanto no corante azul de metileno quanto na Rodamina B (Figura 5). Carvalho²⁹ (2004) também encontrou maiores níveis de infiltração no cimento EndoREZ quando comparado ao cimento AH Plus após o tratamento das paredes dentinárias com laser, porém não encontraram diferenças entre os cimentos quando as paredes foram tratadas com EDTA-T. O autor não removeu a guta-percha aderida às paredes do canal radicular para efetuar as mensurações dos níveis

de infiltração. Em nosso estudo, os maiores níveis de penetração do corante somente foram observados após a remoção do material obturador.

Várias amostras do cimento EndoREZ, neste estudo, revelaram infiltração total, tanto no corante azul de metileno quanto na Rodamina B (Figuras 12 A e B e Anexos 12 e 13), de forma semelhante ao ocorrido no grupo controle positivo (Anexos 10 e 11). Isto nos faz supor que este cimento foi totalmente solubilizado, pois em vários espécimes, durante o corte longitudinal, a guta-percha era impelida para fora do canal radicular e não era possível identificar a presença de cimento aderido às paredes do canal. Portanto, baseado em nossos achados e nos de outros trabalhos, a indicação clínica desse cimento ainda não deve ser recomendada em virtude da necessidade de mais estudos para o melhor entendimento do comportamento desse material.

Pela análise da Figura 6, e descartados os cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex infiltrados pelo corante azul de metileno, que podem ter provocado a descoloração desse corante, como já discutido, é possível depreender que o cimento que apresentou a melhor capacidade seladora foi o cimento experimental à base de polímero da mamona (Polifil). Não houve diferenças entre os níveis de infiltração determinados pelos dois corantes nesse cimento (Figura 13).

O polímero da mamona é uma resina poliuretana extraída do óleo de mamona (*Ricinus comunis*). Esse material foi desenvolvido pelo Departamento de Química Analítica e Tecnologia de Polímeros da Universidade de São Paulo em São Carlos – SP, chefiado pelo professor

doutor Gilberto Chierici, em 1984. Recentemente esse biopolímero foi aprovado pelo FDA (Federal Drugs Administration), tendo o seu emprego liberado em humanos.

Os trabalhos científicos a respeito desse material, em sua maioria, tratam a respeito de propriedades químicas e biológicas (COSTA et al.³⁸, 1997; PASCON et al.¹¹⁶, 2000). Segundo o Professor Chierici, ele possui uma estrutura molecular compatível com a dos tecidos vivos e, segundo Ignácio et al.⁷¹ (1996), apresenta a capacidade de indução de formação óssea.

Pelos bons resultados apresentados pelo polímero derivado do óleo de mamona observados na literatura médica e em outras áreas da Odontologia, têm-se testado o seu uso na Endodontia. Pavan¹²¹ (1999) e Yunes¹⁶⁷ (1999) encontraram os melhores resultados para o cimento à base de polímero da mamona em retrobturações submetidas à infiltração do corante azul de metileno. Bronzi et al.²¹ (1999) observaram que a capacidade de adesão da resina poliuretana derivada do óleo de mamona é semelhante à de outros sistemas adesivos utilizados na Dentística Restauradora. Por ser uma resina, o cimento derivado do óleo de mamona pode apresentar um elevado poder de adesão à estrutura dentinária, o que poderia explicar os melhores resultados obtidos por esse cimento em nosso estudo. Ademais, a grande expansão de polimerização desse material também poderia justificar os melhores resultados por ele obtidos.

Observando-se a Figura 7, é possível identificar o valor médio, em todos os grupos, da distância entre a ponta da guta-percha e o ápice radicular. A determinação desse valor foi importante para a análise, pois tornou

possível a identificação do valor médio em cada amostra onde o canal era preenchido apenas por cimento obturador. Esse preenchimento foi garantido pela técnica de obturação, uma vez que houve o extravasamento de cimento pelo forame apical em todas as amostras. Além disso, a padronização da forma e do diâmetro do forame apical reforçou a uniformidade da amostra (Figura 1).

A identificação do valor médio de 1,21 mm nos permite dizer que: até esse limite se podia garantir o preenchimento por cimento obturador apenas e que, a partir dele, tínhamos uma obturação composta por cimento obturador e cone de guta-percha (batente apical). Isto posto, foi possível notar que, dentre os grupos experimentais, o Polifil foi o único cimento (excetuando-se o Endofill, o Sealer 26 e o Sealapex infiltrados pelo azul de metileno) que apresentou uma média de infiltração nos dois corantes semelhante ao limite médio encontrado para o batente apical. Portanto, dentre os cimentos testados, o Polifil foi o único que se mostrou, em média, capaz de selar o canal radicular a partir do batente apical, ou seja, quando existia uma obturação com cone de guta e cimento endodôntico, que é a realidade da clínica endodôntica. Os demais cimentos apresentaram deficiências no selamento a partir do batente apical. Esses valores podem ser calculados efetuando-se a diferença entre as médias de infiltração linear de cada grupo e a média do batente apical, que é igual para todos os grupos (Figura 7).

A determinação desse ponto médio de localização do batente apical foi importante também para a verificação de que nesse espaço apical de aproximadamente 1,21 mm, em que havia exclusivamente cimento, nenhum material foi capaz de promover um selamento adequado, reforçando a idéia de

que uma obturação ideal deve ser constituída por cone de guta-percha e cimento.

Pelos resultados deste estudo em relação ao cimento experimental (Polifil) associados aos resultados de biocompatibilidade como demonstrado na literatura, pode-se esperar a utilização futura desse cimento como material obturador de canais radiculares.

Apesar de os estudos experimentais não reproduzirem exatamente as mesmas condições clínicas e o relacionamento entre as medidas de infiltração in vivo e in vitro ainda não ser bem estabelecido, o emprego dessa metodologia nos permitiu verificar diferenças entre os cimentos testados, gerando informações adicionais a respeito da performance físico-química desses materiais, que devem sempre ser somadas aos resultados de outras pesquisas para a tomada de decisão acerca da utilização clínica ou não deste ou daquele material. Além disso, através deste estudo e da metodologia empregada, foi possível identificar diferentes padrões de infiltração para os dois corantes analisados, na dependência do cimento utilizado. O completo entendimento desse comportamento somente pode ser obtido através da realização de mais pesquisas com este objetivo.

7 CONCLUSÃO:

Com base na metodologia empregada e em face dos resultados obtidos foi possível concluir:

Quanto à comparação entre os corantes, que:

- as soluções corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% determinaram níveis de infiltração diferentes em função do cimento endodôntico avaliado ($p < 0,01$);
- as magnitudes de infiltração determinadas pelo corante azul de metileno a 2% nos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex foram menores que as determinados pela Rodamina B a 2% ($p < 0,05$), demonstrando uma incapacidade da solução de azul de metileno a 2% em demarcar a totalidade da falha na obturação realizada por estes materiais;
- não houve diferenças entre os corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% nos cimentos AH Plus, EndoREZ e Polifil ($p > 0,05$);

Quanto à comparação entre os cimentos endodônticos, que:

- os cimentos Endofill, Sealer 26, Sealapex e AH Plus não apresentaram diferenças significativas nos níveis de infiltração determinados pelo corante Rodamina B a 2% ($p > 0,05$);
- o cimento EndoREZ apresentou as maiores magnitudes de infiltração em ambas soluções corantes ($p > 0,05$);
- o cimento experimental Polifil apresentou a melhor capacidade seladora apical determinada pelo corante Rodamina B a 2% ($p < 0,01$).

8 REFERÊNCIAS*

1. AHLBERG, K. M. F.; ASSAVANOP, P.; TAY, W. M. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root-filled teeth. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.28, n.1, p.30-34, Jan. 1995.
2. ALEXANDER, J. B.; GORDON, T. M. A comparison of the apical seal produced by two calcium hydroxide sealers and a grossman-type sealer when used with laterally condensed gutta-percha. **Quintessence Int.**, Berlin, v.16, n.9, p.615-621, Sept. 1985.
3. AL-KHATAR, N.; KUNZELMANN, K.-H.; HICKEL, R. Apical leakage of new root canal sealers . **J. Dent. Res.**, Chicago, v.74, n.3, p.945, Mar. 1995. Abstract 273.
4. ALLISON, D. A.; MICHELICH, R. J.; WALTON, R. E. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. **J. Endod.**, Chicago, v.7, n.2, p.61-65, Feb. 1981.
5. ALMEIDA, W. A. **Cimentos obturadores de canais radiculares. Avaliação histológica da resposta dos tecidos apicais e periapicais em dentes de cães após biopulpectomia. Estudo da infiltração marginal apical.** 1997. 192f. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1997.
6. ANTONIAZZI, J. H.; MJÖR, I. A., NYGAARD-OSTBY, B. Assesment of the sealing properties of root filling materials. **Odontol. Tidsk.**, v.76, n.3, p.261-271, June 1968.
7. ANTONOPOULOS, K. G.; ATTIN, T.; HELLWIG, E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. **J. Endod.**, Chicago, v.24, n.10, p.655-658, Oct. 1998.
8. ARAÚJO, S. S.; REISS, C. J.; ALBUQUERQUE, D. S.; RAMOS, J. M. O. Análise da infiltração do AH Plus, Sealapex, Sealer 26 e Endofill através

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro 2002.

- da diafanização. **Pesq Odontol Bras**, v.17, p.35, sup.2, Ago 2003. Resumo Ia029.
9. ATTIN, T.; LÜBKE, T.; HELLWIG, E. Apical seal of glass ionomer root canal sealers. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.29, n.3, p.196, May 1996. Abstract.
 10. AZOUBEL, E.; VEECK, E. B. Análise do vedamento apical em dentes monorradiculares submetidos a obturação retrógrada e irradiação com laser ND:YAG. **Rev. Fac. Odontol. Univ. Fed. Bahia**, Salvador, v.17, p.25-36, jan./dez. 1998.
 11. BAL, A. S.; HICKS, M. L.; BARNETT, F. Comparison of lateral condensed .06 and .02 tapered gutta-percha and sealer in vitro. **J. Endod.**, Chicago, v.27, n.12, p.786-788, Dec. 2001.
 12. BARKHORDAR, R. A.; BUI, T.; WATANABE, L. An evaluation of sealing ability of calcium hydroxide sealers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.68, n.1, p.88-92, July 1989.
 13. BARNETT, F.; TROPE, M.; ROONEY, J.; TRONSTAD, L. In vivo sealing ability of calcium hydroxide-containing root canal sealers. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.5, n.1, p.23-26, Feb. 1989.
 14. BARTHEL, C. R.; MOSHONOV, J.; SHUPING, G.; ORSTAVIK, D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. **J. Endod.**, Chicago, v.32, n.5, p.370-375, Sept. 1999.
 15. BHAMBHANI, S. M.; SPRECHMAN, K. Microleakage comparison of thermafil versus vertical condensation using two different sealers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.78, n.1, p.105-108, July 1994.
 16. BONETTI FILHO, I. **Avaliação “in vitro” da capacidade seladora de diferentes técnicas de obturação dos canais radiculares através da infiltração do corante Rodamina B a 0,2%**. 1986, 67f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de concentração em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1986.
 17. BONETTI FILHO, I.; LEAL, J. M.; MENDES, A. J. D. Avaliação “in vitro” da capacidade seladora de diferentes técnicas de obturação dos canais

- radiculares através da infiltração do corante rodamina b a 0,2%. **Rev. Odontol. Clin.**, Araraquara, v.1, n.2, p.17-21, jan./jun. 1987.
18. BONETTI FILHO, I.; LEONARDO, M. R.; GUIDOTTI, P. C.; LOFFREDO, L. C. M. Capacidade seladora de novos cimentos obturadores. **RGO**, Porto Alegre, v.43, n.4, p.221-224, jul./ago. 1995.
19. BONETTI FILHO, I.; TAGLIAFERRO, A. C.; TANOMARU FILHO, M. MENDES, A. J. D. Avaliação "in vitro" da capacidade seladora da técnica de obturação microseal através da infiltração apical do corante azul de metileno a 2%. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.57, n.2, p.80-83, mar./abr. 2000.
20. BRAMANTE, C. M.; BERBERT, A.; TANOMARU FILHO, M.; MORAES, I. G. Estudo comparativo de algumas técnicas de obturação de canais radiculares. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.56, n.5, p.26-35, set./out. 1989.
21. BRONZI, E. S.; SAAD, J. R. C.; MOTISUKI, C. Estudo in vitro da resistência ao teste de cisalhamento de restaurações do polímero vegetal (óleo de mamona) com sistemas de adesão e cimento de ionômero de vidro. *Odonto* 2000. v.3, n.1, p.30-36, jan/jun 1999.
22. BROSCO, V. H. **Avaliação "in vitro" do selamento apical dos canais radiculares em função de diferentes técnicas de obturação.** 2002. 137f. Dissertação (Mestrado em endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 2002.
23. ÇALISKAN, M. K.; TÜRKÜN, M.; TÜRKÜN, L. S. Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, n.3, p.173-177, May 1998.
24. CAMARGO, C. H. R.; VALERA, M. C.; GOMES, A. P. M.; RIBEIRO, J. F. Capacidade seladora apical de um adesivo dentinário e de um cimento à base de hidróxido de cálcio, na obturação de canais radiculares. **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, v.27, n.1, p.99-109, jan./jun. 1998.
25. CAMARGO, J. M. P. **Avaliação da eficácia das instrumentações rotatórias (Sistema Quantec LX, Pow-R, Profile e Profile Série 29) em canais radiculares curvos simulados.** 2000, 215f. Dissertação

- (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.
26. CAMPS, J.; PASHLEY, D. Reliability of the dye penetration studies. **J. Endod.**, Chicago, v.29, n.9, p.592-594, Sept. 2003.
27. CANALDA-SAHLI, C.; BERÁSTEGUI-JIMENO, E.; BRAU-AGUADÉ, E. Apical sealing ability two thermoplasticized gutta-percha techniques compared with lateral condensation. **J. Endod.**, Chicago, v.23, n.10, p.638]6-638, Oct. 1997.
28. CANALDA-SAHLI, C.; BRAU-AGUADE, E.; SENTIS-VILALTA, J.; AGUADE-BRUIX, S. The apical seal of root canal sealing cements using a radionuclide detection technique. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.25, n.5, p.250-256, Sept. 1992.
29. CARVALHO, C. F. **Influência da irradiação ou não com diferentes tipos de lasers na permeabilidade marginal apical de dois cimentos endodônticos AH Plus e EndoREZ.** 2004. 148f. TESE (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
30. CARVALHO, L. A. P. **Avaliação do preparo de canais radiculares com limas manuais e rotatórias de níquel e titânio e análise do aspecto morfológico das limas antes e após o uso.** 2000. 206f. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.
31. CERGNEUX, M.; CIUCCHI, B.; DIETSCHI, J. M.; HOLTZ, J. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.20, n.5, p.228-232, Sept. 1987.
32. CERVI, D. A. **Avaliação da infiltração apical, pós-tratamento de canais radiculares, utilizando 4 diferentes técnicas combinadas de instrumentação rotatória e obturação por termoplastificação. Estudo “in vitro”.** 2002. 188f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de concentração em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2002.

33. CHERNG, A. M.; CHOW, L. C.; TAKAGI, S. In vitro evaluation of a calcium phosphate cement root canal filler/sealer. **J. Endod.**, Chicago, v.27, n.10, p.613-615, Oct. 2001.
34. CHOAYEB, A. A. Comparison of conventional root canal obturation techniques with thermafil obturators. **J. Endod.**, Chicago, v.18, n.1, p.10-12, Jan. 1992.
35. CHONG, B. S.; PITT FORD, T. R.; WATSON, T. F.; WILSON, R. F. Sealing ability of potential retrograde root filling materials. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.11, n.6, p.264-269, Dec. 1995.
36. CHRISTEN, A. G.; MITCHELL, D. F. A fluorescent dye method for demonstrating leakage around dental restorations. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.45, n.5, p.1485-1492, Sept./Oct. 1966.
37. COFFEY, S. (Ed.) Heterocyclic compound. In: _____. **Rodd's chemistry of carbon compounds: a modern comprehensive treatise.** 2.ed. Amsterdam: Elsevier Scientific Publ., 1978. v.4, p.531-532.
38. COSTA, C. A. S.; MARCANTONIO, R. A. C.; HEBLING, J.; TEIXEIRA, H. M.; KURAMAE, M. Biocompatibilidade do polímero de poliuretana vegetal derivada do óleo de mamona em estudo comparativo com cimento de óxido de zinco e eugenol. Avaliação histológica de implantes subcutâneos de ratos. **Odonto 2000 – Odontol. Séc XXI**, Araraquara, v.1, n.1, p.44-48, jan./jun.1997.
39. DALAT, D. M.; SPANGBERG, S. W. Comparison of apical leakage in root canals obturated with various gutta-percha techniques using a dye vacuum tracing method. **J. Endod.**, Chicago, v.20, n.7, p.315-319, July 1994.
40. DAVALOU, S.; GUTMANN, J. L.; NUNN, M. H. Assessment of apical and coronal root canal seals using contemporary endodontic obturation and restorative materials and techniques. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.32, n.5, p.388-396, Sept. 1999.
41. DE MOOR, R. J. G.; DE BOEVER, J. G. The sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta-percha obturation techniques.

- Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.16, n.6, p.291-297, Dec. 2000.
42. DE MOOR, R. J. G.; HOMMEZ, G. M. G. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.35, n.3, p.275-282, Mar. 2002.
43. DELIVANIS, P. D.; CHAPMAN, K. A. Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.53, n.4, p.410-416, April 1982.
44. DICKSON, S. S.; PETERS, D. D. Leakage evaluation with and without vacuum of two gutta-percha fill techniques. **J. Endod.**, Chicago, v.19, n.8, p.398-403, Aug. 1993.
45. DUARTE, M. A. H. **Avaliação de algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus puro e acrescido de hidróxido de cálcio**. 1999. 157f. TESE (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia – Universidade de São Paulo, Bauru, 1999.
46. DUARTE, M. A. H. **Avaliação in vitro do poder anti-séptico e pH de cimentos e pastas empregados na prática endodôntica**. 1996. 134f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia – Universidade de São Paulo, Bauru, 1996.
47. ECONOMIDES, N.; LIOLIOS, E.; KOLOKURIS, I.; BELTES, P. Long-term evaluation of the influence of the smear layer removal on the sealing ability of different sealers. **J. Endod.**, Chicago, v.25, n.2, p.123-125, Feb. 1999.
48. FACHIN, E. V. F.; SPERB, M. N.; KOHLER, T. M. P. A influência de diferentes cimentos de obturação de canal na infiltração apical. **Rev. Fac. Odontol.**, Porto Alegre, v.36, n.1, p.24-26, ago. 1995.
49. FRAGOLA A.; PASCAL, S.; ROSENGARTEN, M.; SMITH, A.; BLECHMAN, H. The effect of varying particle size of the components of Grossman's cement. **J Endod.**, v.5, n.11, p.336-339, Nov. 1979.
50. FRANCI, C. E. **Microinfiltração inicial em restaurações combinadas de amálgama de prata e resina composta em dentes posteriores: estudo "in vitro"**. 1995. 112f. Dissertação (Mestrado em Dentística) –

- Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
51. FRÓES, J. A. V.; HORTA, H. G. P.; BARBOSA DA SILVEIRA, A. Smear layer influence on the apical seal of four different obturation techniques. **J. Endod.**, Chicago, v.26, n.6, p.351-354, June 2000.
52. GEE, J. Y. A comparison of five methods of root canal obturation by means of dye penetration. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.32, n.4, p.279-284, Aug. 1987.
53. GOLDMAN, M.; SIMMOND, S.; RUSH, R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.67, n.3, p.327-332, Mar. 1989.
54. GREEN, D. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.9, n.11, p.1224-1232, Nov. 1956.
55. GREENE, H. A.; WONG, M.; INGRAM III, T. A. Comparison of the sealing ability of four obturation techniques. **J. Endod.**, Chicago, v.16, n.9, p.423-428, Sept. 1990.
56. GREMPEL, M.; ANTONIAZZI, J. H.; PAIVA, J. G. Determinação da permeabilidade dentinária radicular natural de dentes humanos anteriores, segundo a faixa etária e o tipo de corante utilizado. **Rev. Paul. Odontol.**, São Paulo, v.12, n.1, p.4-14, jan./fev. 1990.
57. GULABIVALA, K.; HOLT, R.; LONG, B. An in vitro comparison of thermoplasticised gutta-percha obturation techniques with cold lateral condensation. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.14, n.6, p.262-269, Dec. 1998.
58. HAÏKEL, Y.; WITTENMEYER, W.; BATEMAN, G. BENTALEB, A.; ALLEMANN, C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. **J. Endod.**, Chicago, v. 25, n.3, p.172-177, Mar. 1999.
59. HALACKOVÁ, Z. Root canal obturation with gutta-percha and glass ionomener root canal sealer. **J. Endod.**, Chicago, v.29, 3, p.199, May 1996.

60. HAMAOKA, L.; MOURA, A. A. M. Avaliação in vitro da permeabilidade dentinária radicular, tendo como fonte de variação três diferentes tipos de corantes. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.10, n.1, p.39-42, jan./mar. 1996.
61. HATA G.; KAWAZOE, S.; TODA, T. WEINE, F. S. Sealing ability of thermoplasticized gutta-percha fill techniques as assessed by a new method of determining apical leakage. **J. Endod.**, Chicago, v.21, n.4, p.167-172, Apr., 1995.
62. HATA, G.; KAWAZOE, S.; TODA, T.; WEINE, F. Sealing ability of thermafil with and without sealer. **J. Endod.**, Chicago, v.18, n.7, p. 322-326, July 1992.
63. HAWLEY, G. G. **Condensed chemical dictionary**. 11. ed. New York: Reinhold, 1987. 1288p.
64. HOLLAND, R.; ALEXANDRE, A. C.; MURATA, S. S.; DOS SANTOS, C. A.; DEZAN JUNIOR, E. Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.11, n.6, p.261-263, 1995.
65. HOLLAND, R.; MURATA, S. S.; DEZAN, E.; GARLIPP, O. Apical leakage after root canal filling an experimental calcium hydroxide gutta-percha point. **J. Endod.**, Chicago, v.22, n.2, p.71-73, Feb. 1996.
66. HOLLAND, R.; OKABE, J. N.; HOLLAND Jr., C.; DE SOUZA, V.; DE MELLO, W.; SALIBA, O. Influência do emprego do vácuo na profundidade da infiltração marginal do azul de metileno em dentes com canais obturados. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.44, n.4, p.213-216, jul./ago. 1990.
67. HOLLAND, R.; PAULA, E. C.; PEREIRA, A. L. S.; SOUZA, V.; SALIBA, O. Infiltração marginal dos cimentos endodônticos. **RGO**, Porto Alegre, v.39, n.6, p.413-416, nov./dez. 1991.
68. HOLLAND, R.; SOUZA, V.; PANNAIN, R.; NERY, M. J.; MELLO, W.; BERNABÉ, P. F. E. Avaliação da eficiência do selamento marginal de obturações de canal – influência de variáveis introduzidas no método da

- condensação lateral. **RGO**, Porto Alegre, v.23, n.4, p.247-252, out./dez. 1975.
69. HOLLAND, R.; ZAMPIERI JUNIOR, M.; SOUZA, V.; SALIBA, O. Influência de alguns procedimentos clínicos na infiltração marginal de obturações realizadas pela técnica de condensação lateral. **Rev. Paul. Odont.**, São Paulo, v.13, n.4, p.29-38, jul./ago. 1991.
70. HOVLAND, E. J.; DUMSHA, T. C. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement sealapex. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.18, n.3, p.179-182, July 1985.
71. IGNÁCIO H.; MAZZER, N. BARBIERI, C. H. CHIERICE, G. Estudos sobre a aplicabilidade médica da poliuretana derivada da mamona. **Resenha Ort.**, v.2, n.6, p.10-12, 1996.
72. JACOBSEN, E., L.; KARRAS, L. G.; BEGOLE, E. A.; DANIEL, J. C. Long-term sealing efficacy of four root surface sealing materials used in endodontics leakage studies. **J. Endod.**, Chicago, v.19, n.12, p.587-590, Dec. 1993.
73. JACOBSON, S. M.; VON FRAUNHOFER, J. A. The investigation of microleakage in root canal therapy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.42, n.6, p.817-823, Dec. 1976.
74. KARAGÖZ-KÜÇÜKAY, I.; KÜÇÜKAY, S.; BAYIRLI, G. Factors affecting apical leakage assessment. **J. Endod.**, Chicago, v.19, n.7, p.362-365, July 1993.
75. KARDON, B. P.; KUTTLER, S.; HARDIGAN, P.; DORN, S. O. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. **J Endod.**, Chicago, v.29, n.10, p.658-661, Oct. 2003.
76. KAZEMI, R. B.; SAFAVI, K. E.; SPANGBERG, L. S. Dimensional changes of endodontic sealers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, Saint Louis v.76, n.6, p.766-771, Dec. 1993
77. KERSTEN, H. W.; MOORER, W. R. Particles and molecules in endodontic leakage. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.22, n.3, p.118-124, May 1989.

78. KIM, S. K., KIM, Y. O. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.35, n.7, p.623-628, July 2002.
79. KOCH, K.; MIN, P. S.; STEWART, G. G. Comparison of apical leakage between Ketac-Endo sealer and Grossman sealer. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 78, n.6, p.784-787, Dec. 1994.
80. KONTAKIOTIS, E. G.; GEORGOPOULOU, M. K.; MORFIS, A. S. Dye penetration in dry and water-filled gaps along root fillings. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.34, n.2, p.133-136, Mar. 2001.
81. KONTAKIOTIS, E. G.; WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.30, n.5, p.307-312, Sept. 1997.
82. KONTAKIOTIS, E. G.; WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.13, n.6, p.281-284. Dec. 1997.
83. KRELL, L. V.; MADISON, S. Comparison of apical leakage in teeth obturated with a calcium phosphate cement or grossman's cement using lateral condensation. **J. Endod.**, Chicago, v.11, n.8, p.336-339, Aug. 1985.
84. KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. **J. Am. Dent. Ass.**, Chicago, v.50, n.5, p.544-552, May 1955.
85. KYTRIDOU, V.; GUTMAN, J. L.; NUNN, M. H. Adaptation and sealability of two contemporary obturation techniques in the absence of the dentinal smear layer. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.32, n.6, p.464-474, Nov. 1999.
86. LEAL, J. M. Preparo biomecânico dos canais radiculares. Meios mecânicos: instrumentação clássica ou convencional. In: LEONARDO, M. R., LEAL, J. M. **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. 3 ed. São Paulo: Ed. Médica Panamericana, 1998. cap. 17, p.367-388.
87. LEAL, J. M.; BONETTI FILHO, I.; LEONARDO, M. R.; SIMÕES FILHO, A. P.; ESBERARD, R. M.; MENDES, A. J. D. Sealapex, AH26 Silver free e Fill Canal. Avaliação "in vitro" do selamento apical através da

- infiltração do corante rodamina B a 2%: Influência do tempo de armazenagem. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.44, n.6, p.8-14, nov./dez. 1987.
88. LEAL, J. M.; SIMÕES FILHO, A. P.; LEONARDO, M. R. Estudos – in vitro – sobre a infiltração e o comportamento dimensional dos cimentos de uso endodôntico: Fill Canal e Trin Canal. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.32, n.194, p.169-173, jul./ago. 1975.
89. LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. Tradução de A.A. Simões; W.R.N. Lod. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995. p.61-78.
90. LEONARDO, M. R. Preparo biomecânico dos canais radiculares. Definição, conceituação, finalidades, importância, recursos para a sua aplicação e meios químicos (soluções irrigadoras). In: LEONARDO, M. R., LEAL, J. M. **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. 3 ed. São Paulo: Ed. Médica Panamericana, 1998. cap.15, p.333-358.
91. LEONARDO, M. R.; GABRIELLI, F.; BOBADILLA, C. G.; AZEVEDO, D. L. Avaliação da infiltração marginal na obturação de canais radiculares. Influência do tempo de armazenamento do cimento empregado e de fatores introduzidos no método de condensação lateral. **Rev. Ass. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.34, n.5, p.356-362, set./out. 1980.
92. LEONARDO, M. R.; LEONARDO, R. T. **Sistemas rotatórios em endodontia: instrumentos de níquel titânio**. São Paulo: Ed. Artes Médicas, 2002. 323p.
93. LEONARDO, M. R.; ROSSI, M. A.; SILVA, L. A.; ITO, I. Y. BONIFÁCIO, K. C. EM evaluation of bacterial biofilm and microorganisms on the apical external root surface of human teeth. **J. Endod.**, Chicago, v.28, n.12, p.815-818, Dec. 2002.
94. LIMKANGWALMONGKOL, S.; ABBOTT, P. V.; SANDLER, A. B. Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. **J. Endod.**, Chicago, v.18, n.11, p.535-539, Nov. 1992.

-
95. LIMKANGWALMONGKOL, S.; BURTSCHER, P.; ABBOTT, P. V.; SANDLER, A. B.; BISHOP, B. M. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. **J. Endod.**, Chicago, v.17, n.10, p.495-499, Oct. 1991.
96. LUCCY, C. T.; WELLER, N.; KULILD, J. C. An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. **J. Endod.**, Chicago, v.16, n.4, p.170-172, Apr. 1990.
97. LYROUDIA, K.; PANTELIDOU, O.; MIKROGEORGIS, G.; NIKOPOULOS, N.; PITAS, I. Three-dimensional reconstruction: a new method for the evaluation of apical microleakage. **J. Endod.**, Chicago, v.26, n.1, p.36-38, Jan. 2000.
98. MACEDO, M. C. S. **Comparação de diferentes métodos de leitura aplicados à infiltração de corantes em dentina humana.** 2003. 113p. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
99. MANNOCCI, F.; FERRARI, M. Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. **J. Endod.**, Chicago, v.24, n.1, p.41-44, Jan. 1998.
100. MANNOCCI, F.; INNOCENTI, M. BERTELLI, E. FERRARI, M. Dye leakage and SEM study of roots obturated with Thermafil and dentin bonding agent. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.15, n.1, Feb 1999.
101. MASTERS, J.; HIGA, R.; TORABINEJAD, M. Effect of vacuuming on the dye penetration patterns in root canals and glass tubes. **J. Endod.**, Chicago, v.21, n.6, p.332-334, June 1995.
102. MATLOFF, I. R.; JENSEN, J. R.; SINGER, L. TABIBI, A. A comparison of methods used in root canal sealability studies. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 53, n.2, p.203-208, Feb. 1982.
103. MILETIC I.; RIBARIC, SP; KARLOVIC, Z.; JUKIC, S.; BOSNJAK, A.; ANIC, I. Apical leakage of five root canal sealers after one year storage. **J. Endod.**, v.28, n.6, p.431-432, June 2002.

104. MILETIC, I.; ANIC, I.; PEZELJ-RIBARIC, S. JUKIC, S. Leakage of five root canal sealers. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 32, n.5, p.415-418, Sept. 1999.
105. MILETIC, I.; PRPIC-MEHICIC, G.; MARZN, T.; TAMBIC-ANDRASEVIC, A.; PLESKO, S. KARLOVIC, Z. ANIC, I. Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH plus root canal sealers. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.35, n. 5, p.428-432, May 2002.
106. MONTEIRO, P. G; SANTOS, M.; COSTA, C.; OYAMA, K. O. N. Influência da conicidade de pontas de guta-percha na infiltração marginal. **Pesq Odontol Bras**, v.17, sup.2, Ago 2003. Resumo Ia021.
107. MORAES, I. G. **Infiltração marginal nas obturações de canais radiculares em função de agentes irrigadores e cimentos obturadores.** 1981. 114f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1981.
108. MORRA, R. G.; ANTONIAZZI, J. H. Avaliação “in vitro” da permeabilidade marginal de obturações de canais radiculares realizadas sob a técnica convencional, associada ao lentulo ou com uso de vibrador aplicado à região apical. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.33, n.5, p.376-384, set./out. 1979.
109. MOURA, M. A. A.; DABDAB, R.; MEIRELLES, T. S. S. Avaliação do nível de impermeabilização radicular externa frente ao estudo da permeabilidade dentinária apical. **RPG Rev. Pos-Grad.**, São Paulo, v.2, n.4, p.250-258, out./dez. 1995
110. NUNES, E. **Influência do hidróxido de cálcio e do EDTA na marcação da infiltração marginal de azul de metileno em canais radiculares.** 1999. 126f. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1999.
111. OGUNTEBI, B. R.; SHEN, C. Effect of different sealers on thermopasticized gutta-percha root canal obturations. **J. Endod.**, Chicago, v.18, n.8, p.363-366, Aug. 1992.

112. OLIVER, C. M.; ABBOTT, P. V. Correlation between clinical success and apical dye penetration. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.34, n.8, p.637-644, Dec. 2001.
113. OLIVER, C. M.; ABBOTT, P. V. Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.7, n.3, p.135-138, June 1991.
114. ÖZATA F.; ÖNAL, B.; ERDILEK. N.;TÜRKÜN S. L. A comparative study of apical leakage of apexit, ketac-endo, and diaket root canal sealers. **J. Endod.**, Chicago, v. 25, n.9, p.603-604, Sept. 1999.
115. ÖZTAN, M. D.; ÖZGEY, E.; ZAIMGLU, L.; ERK, N. The effect of various root canal sealers on the India ink and different concentrations of methylene blue solutions. **J. Oral. Sci.**, Tokyo, v.43, n.4, p.245-248, Dec. 2001.
116. PASCON, E. A.; SOUSA, C. J. A.; LANGELAND, K. Biocompatibilidade de materiais endodônticos. Citotoxicidade da resina poliuretana derivada do óleo de mamona – parte 1. **Rev. ABO Nac.**, Rio de Janeiro, v.8, n.4, p.238-250, ago./set. 2000.
117. PASHLEY, D. H. Clinical considerations of microleakage. **J. Endod.**, Chicago, v.16, n.2, p.70-77, Feb. 1990.
118. PASHLEY, D. H.; MATTHEWS, W. G. The effects of outward forced convective flow on inward diffusion in human dentine in vitro. **Archs. Oral Biol.**, Oxford, v.38, n.7, p.577-582, July 1993.
119. PATHOMVANICH, S.; EDMUNDS, D. H. The sealing ability of thermafil obturators assessed by four different microleakage techniques. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.29, n.5, p.327-334, Sept. 1996.
120. PATHOMVANICH, S.; EDMUNDS, D. H. Variation in the microleakage produced by four different techniques in root fillings in a simulated root canal model. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.29, n.3, p.156-162, May, 1996.
121. PAVAN, N. N. O. **Análise da infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com polímero de mamona, epóxico experimental, cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado (Super EBA) e ionômero de vidro (Fuji II LC).** 1999. 99f. Dissertação

- (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1999.
122. POLLARD, B. K.; WELLER, R. N.; KULID, J. C. A standardized technique for linear dye leakage studies: immediate versus delayed immersion times. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.23, n.5, p.250-253, Sept. 1990.
123. POMMEL, L.; JACQUOT, B.; CAMPS, J. Lack of correlation among three methods evaluation of the apical leakage. **J. Endod.**, Chicago, v.27, n.5, p.347-350, May 2001.
124. PORKAEW, P.; RETIEF, D. H.; LACEFIELD, W. R.; SOONG, S. J. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. **J. Endod.**, Chicago, v.16, n.8, p.369-374, Aug 1990.
125. RODA, R. S.; GUTMANN, J.L. Reliability of reduced air pressure methods used to assess the apical seal. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.28, n.3, p.154-162, May 1995.
126. ROGGENDORF, M. J.; EBERT, J.; DENNERLEIN, R.; FRANFENBERGER, R. PETSCHT, A. Coronal and apical microleakage of root canal fillings with/without gutta-percha **J. Dent. Res.**, Supl 2004 (resumo IADR).
127. ROHDE, T. R.; BRAMWEEL, J. D.; HUTTER, J. W.; ROAHEN, J. O. An in vitro evaluation of microleakage of a new root canal sealer. **J. Endod.**, Chicago, v.22, n.7, p.365-368, July 1996.
128. ROTHIER, A.; LEONARDO, M. R.; BONETTI FILHO, I.; MENDES, A. J. D. Leakage evaluation in vitro of two calcium hydroxide and two zinc oxide-eugenol-based sealers. **J. Endod.**, Chicago, v.13, n.7, p.336-338, July 1987.
129. SANTA CECÍLIA, M. **Selamento apical propiciado pela técnica Thermafil, em canais retos e curvos, avaliado por duas metodologias distintas.** 1994. 125f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de concentração em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1994.

130. SANTOS, M. D.; WALKER III, W. A.; CARNES, D. L. Evaluating of apical seal in straight canals after obturation using the lightspeed sectional method. **J. Endod.**, Chicago, v.25, n.9, p.609-612, Sept. 1999.
131. SCHÄFER, E.; FLOREK, H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part I. Shaping ability in simulated curved canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.36, n.3, p.199-207, May 2003.
132. SCHÄFER, E.; OLTHOFF, G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted gutta-percha. **J. Endod.**, Chicago, v. 28, n.9, p.638-642, Sept. 2002.
133. SCHROEDER, A. Zum problem der bacteriendichten wurzelkanalversorgung. **Zahnarztl. Welt. Zahnarztl. Reform**, Heidelberg, v.58, p.531-537, 1957.
134. SCHUURS, A. H. B.; WU, M.-K.; WESSELINK, P. R.; DUIVENVOORDEN, H. J. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Statistical aspects. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.26, n.1, p.44-52, Jan. 1993.
135. SCOTT, A. C.; VIRE, D. E.; SWANSON, R. An evaluation of the Thermanfil endodontica obturation technique. **J. Endod.**, Chicago, v.18, n.7, p.340-343, July 1992.
136. SEN, B. H.; PISKIN, B.; BARAN, N. The effect of tubular penetration of root canal sealer microleakage. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.29, n.1, p.23-28, Jan. 1996.
137. SHAKESPEARE, R. C.; DONNELLY, J. C.; An in vitro comparison of apical microleakage after obturation with JS quick –fill or lateral condensation. **J. Endod.**, Chicago, v.23, n.5, p.312-314, May 1997.
138. SILVA, P. T. **Avaliação da citotoxicidade de cimentos endodônticos quanto à liberação de peróxido de hidrogênio e óxido nítrico em culturas de macrófagos peritoneais de camundongos.** 2002. 130f. Dissertação (Mestrado em endodontia) –

- Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2002.
139. SIQUEIRA Jr., J. F.; FRAGA, R. C.; GARCIA, P. F. Evaluation of sealing ability, ph and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.11, n.5, p.225-228, Oct. 1995.
 140. SLEDER, F. S.; LUDLOW, M. O.; BOHACEK, J. R. Long-term sealing ability of a calcium hydroxide sealer. **J. Endod.**, Chicago, v.17, n.11, p.541-543, Nov. 1991.
 141. SMITH, D. W.; WONG, M. Comparison of apical leakage in teeth obturated with a polyamide varnish or zinc oxide and eugenol cement using lateral condensation. **J. Endod.**, Chicago, v.18, n.1, p.25-27, Jan. 1992.
 142. SMITH, M. A.; STEMAN, H. R. An in vitro evaluation of microleakage of two new and two old root canal sealers. **J. Endod.**, Chicago, v.20, n.1, p.18-21, Jan. 1994.
 143. SOUSA, M. C. **Avaliação “in vitro” da infiltração marginal em obturações de canais radiculares, em função de corantes marcadores, tempos de imersão nestes e tipos de cimentos obturadores.** 1991. 97f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1991.
 144. SPANGBERG, L. S. W.; ACIERNO, T. G.; CHA, B. Y. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. **J. Endod.**, Chicago, v.15, n.11, p.548-551, Nov. 1989.
 145. STARKEY, D. L.; ANDERSON, R. W.; PARSHLEY, D. H. An evaluation of the effect of methylene blue dye ph on the apical leakage. **J. Endod.**, Chicago, v.19, n.9, p.435-439, Sept. 1993.
 146. TAMSE, A.; KATZ, A.; KABLAN, F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, n.5, p.333-337, Sept. 1998.

147. TANOMARU FILHO, M.; BRAMANTE, C. M.; BERBERT, A.; BERNADINELLI, N. Selamento apical no tratamento endodôntico. **RGO**, Porto Alegre, v.39, n.3, p.173-176, maio/jun. 1991.
148. TANOMARU FILHO, M.; GRECCA, F. S.; CASTRO, E. T.; BONETTI FILHO, I. Capacidade de selamento apical do cimento sealer 26 em diferentes consistências. **Rev. ABO Nac.**, Rio de Janeiro, v.9, n.1, p.24-27, fev./mar. 2001.
149. TANOMARU FILHO, M.; MORAES, I. G.; DUARTE, M. A. H.; REKAKI, O. T.; NISHIYAMA, C. K. Avaliação do selamento apical de dois cimentos obturadores à base de hidróxido de cálcio. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.53, n.3, p. 2-4, 1996.
150. TAYLOR, J. K.; JEANSONNE, B. G.; LEMON, R. R. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. **J. Endod.**, Chicago, v.23, n.6, p.508-512, Aug. 1997.
151. TIMPAWAT, S.; AMORNCHAT, C.; TRISUWAN, W. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. **J. Endod.**, Chicago, v.27, n.1, p.36-39, Jan. 2001.
152. TIMPAWAT, S.; SRIPANARATANAKUL, S. Apical sealing ability of glass ionomer sealer with and without smear layer. **J. Endod.**, Chicago, v. 24, n.5, p.343-345, May, 1998.
153. TREVIZAN, M.; SILVA NETO, U. X.; WESTPHALEN, V. P. D.; DEONÍZIO, M. A. D.; IGNÁCIO, S. A. Análise in vitro do selamento apical em função de diferentes cimentos endodônticos. **Pesq Odontol Bras**, v.17, sup.2, Ago 2003. Resumo Ia030.
154. TRONSTAD, L.; BARNETT, F.; FLAX, M. Solubility and biocompatibility of calcium hydroxide-containing root canal sealers. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.4, n.4, p.152-159, 1988.
155. VALERA, M. C. **Avaliação do selamento de canais radiculares preparados para retentores intra-radiculares e contaminados por saliva artificial, após tratamento das paredes dentinárias com laser Nd:YAG ou EDTA e etil-cianoacrilato. Efeito da pasta de hidróxido de cálcio.** 2002. 193p. Tese (Livre Docência em

- Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2002.
156. VALERA, M. C.; LEONARDO, M. R.; BONETTI FILHO, I. Cimentos endodônticos – selamento marginal apical imediato e após armazenamento de seis meses. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.12, n.4, p.355-360, out./dez. 1998.
157. VALLI, K. S.; RAFEEK, R.N.; WALKER, R. T. Sealing capacity in vitro of thermoplasticized gutta-percha with a solid core endodontic filling technique. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.14, n.2, p.68-71, Apr. 1998.
158. VEIS, A. A.; MOLYVDAS, I. A.; LAMBRIANIDIS, T. P., BELTES, P. G. In vitro evaluation of apical leakage of root canal fillings after in situ obturation with thermoplasticized and laterally condensed gutta-percha. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.27, n.4, p.213-217, July 1994.
159. VEIS, A.; LAMBRIANIDES, T.; NICOLAOU, A. Area-metric analysis of dye leakage for evaluation of sealing ability of root canal obturation techniques. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.12, n.5, p.222-226, Oct. 1996.
160. WRIGHT, H. N.; FENSKE, E. L. Factors involved in variability in hardness of tooth structures. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.17, n.3, p.297, June 1938. Abstract 11.
161. WU, M.-K.; DE GEE, A. J.; WESSELINK, P. R. Leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.27, n.6, p.304-308, Nov. 1994.
162. WU, M.-K.; KONTAKIOTIS, E. G.; WESSELINK, P.R. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. **J. Dent.**, Bristol, v.26, n.7, p.585-589, Sept. 1998.
163. WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.26, n.1, p.37-43, Jan. 1993.

-
164. WU, M.-K.; WESSELINK, P. R.; BOERSMA, J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.28, n.4, p.185-189, July 1995.
165. YARED, G. M.; BOU DAGHER, F. E. Apical enlargement: influence on the sealing ability of the vertical compaction technique. **J. Endod.**, Chicago, v.20, n.7, p.313-314, July 1994.
166. YOUNGSON, C. C.; GLYN JONES, J. C.; MANOGUE, M.; SMITH, I. S. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.31, n.1, p.90-99, Jan. 1998.
167. YUNES, J. R. M. **Avaliação *in vitro* da infiltração marginal em retrobturações utilizando diferentes materiais obturadores.** 1999. 90f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.
168. ZMENER, O. Evaluation of the apical seal obtained with two calcium hydroxide based endodontic sealers. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.20, n.2, p.87-90, Mar. 1987.
169. ZMENER, O.; BALBACHAN, L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.11, n.3, p.121-123, June 1995.
170. ZMENER, O.; MARRERO, G. Effectiveness of different endodontic files for preparing curved root canals: a scanning electron microscopic study. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.8, n.3, p.99-103, June 1992.
171. ZMENER, O.; SPILBERG, C.; LAMBERGHINI, F.; RUCCI, M. Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.30, n.5, p.332-334, Sept. 1997.

Araraquara, 26 de junho de 2002

Ofício CEP-FO/CAr. nº 230/2002

Senhor Pesquisador:

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia, reunido em sessão de 25.06.2002, após apreciar a avaliação final do projeto de sua responsabilidade intitulado "**Avaliação da capacidade seladora apical de cimentos endodônticos através da infiltração do corante Rhodamina B 2% e diafanização**", considerou-o **APROVADO**, devendo os relatórios serem apresentados em Junho/2003 e Julho/2004.

Atenciosamente



Prof.ª Dr.ª Mirian Aparecida Onofre
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
da Faculdade de Odontologia

Ilmo. Sr.

C.D. ERICK MIRANDA SOUZA

Pesquisador Responsável

ANEXO 2: Composição química e tempo de presa do cimento ENDOFILL®.

- Composição química:

Pó: Óxido de zinco

Resina hidrogenada

Subcarbonato de bismuto

Sulfato de bário

Borato de sódio

Líquido: Eugenol

Óleo de amêndoas

- Tempo de presa: 20 minutos a 37°C

ANEXO 3: Composição química e tempo de presa do cimento SEALER 26®.

- Composição química:

Pó: Trióxido de bismuto

Hidróxido de cálcio

Hexametileno tetramina

Dióxido de titânio

Líquido: Epóxi Bisfenol

- Tempo de presa: 12 horas a 37°C
48 a 60 horas a 23°C +/- 2°C

ANEXO 4: Composição química, tempo de trabalho e de presa do cimento AH PLUS®.

- Composição química:

Pasta A: Resinas epóxicas

Tungstato de cálcio

Óxido de zircônio

Sílica

Pigmentos de óxido de ferro

Pasta B: Aminas

Tungstato de cálcio

Óxido de zircônio

Sílica

Óleo de silicone

- Tempo de trabalho: 4 horas a 23°C
- Tempo de presa: 8 horas a 37°C

ANEXO 5: Composição química e tempo de presa do cimento SEALAPEX®.

- Composição química antes da mistura:

Pasta Base:

Óxido de cálcio.....	54%
Benzeno butil sulfanilamida.....	32%
Óxido de zinco.....	14%
Água destilada.....	0,01%

Pasta Catalizadora:

Sulfato de bário.....	54%
Resina de salicilato de metila.....	32%
Salicilato de esobitrol.....	14%
Sílica pulverizada.....	0,01%
Dióxido de titânio.....	1%
Pigmento.....	1%

- Composição química aproximada após a mistura:

Óxido de cálcio.....	20%
Trióxido de bismuto.....	29%
Óxido de zinco.....	2,5%
Sílica sub-micro.....	3,0%
Bióxido de titânio.....	2,0%
Estearato de zinco.....	1,0%
Fosfato tricálcico.....	3%
* Mistura.....	39%

- Tempo de presa: 60 minutos a 37°C e 100% de umidade relativa, a um máximo de 0,5mm de espessura e proporcionalmente mais rápida em camadas mais finas.

* Sulfonamida de tolueno etil, resina poli (salicilato de metil metileno), salicilato de isobutil e um pigmento. O óxido de cálcio e a resina poli são os ingredientes ativos

ANEXO 6: Composição química e tempo de presa do cimento ENDOREZ[®].

- Composição química:
UDMA (Urethane dymetacrylate).....30%
Clorexidine.....1%
- Tempo de presa inicial: 7 a 8 minutos no canal radicular
- Tempo de presa final: 20 a 30 minutos a 37°C

ANEXO 7: Formulação, apresentação e tempo de presa do cimento experimental POLIFIL.

- Formulação: Polímero vegetal extraído de “Ricinus Communis” (óleo de mamona), oleaginos da classe dicotiledônea, ordem gerianaces, família das eurofobáceas, sua estrutura de ácido retinoléico possui 18 átomos de carbono e difere dos outros ácidos graxos, pois conta com uma dupla ligação de carbono 12 em sua cadeia e por apresentar uma dupla ligação entre os carbonos 9 e 10.
- Apresentação:
Estado Líquido:
1 ampôla “Poliol”
1 ampôla “Pré-polímero”
Pó: carbonato de cálcio – (substituído por óxido de zinco)
- Tempo de mistura dos componentes: +/- 2 minutos.
- Tempo de trabalho para obturação de canais radiculares: até 6 minutos.
- Tempo de presa total: 30 a 40 minutos.

ANEXO 8: Formulação do corante azul de metileno a 2% (Arte e Ciência – Farmácia de manipulação, Araraquara, SP – Brasil).

Azul de metileno ($C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 3H_2O$).....	20g
Tampão fosfato 0,2M.....	880mL
Álcool etílico absoluto.....	100mL
pH.....	6,9

Peso molecular: 373,90

Merck Index: 6085

ANEXO 9: Formulação do corante Rodamina B a 2% (Arte e Ciência – Farmácia de manipulação, Araraquara, SP – Brasil).

Rodamina B ($C_{28}H_{31}ClN_2$).....	20g
Tampão fosfato 0,2M.....	880mL
Álcool etílico absoluto.....	100mL
pH.....	7,0

Peso Molecular: 479

Merck Index: 8266

ANEXO 10: Médias de infiltração máxima, em mm, apontadas pelo corante A, nos grupos controle positivo e negativo.

Dente	Grupo controle positivo	Grupo controle negativo
1	13,89	0,00
2	13,95	0,00

ANEXO 11: Médias de infiltração máxima, em mm, apontadas pelo corante B, nos grupos controle positivo e negativo.

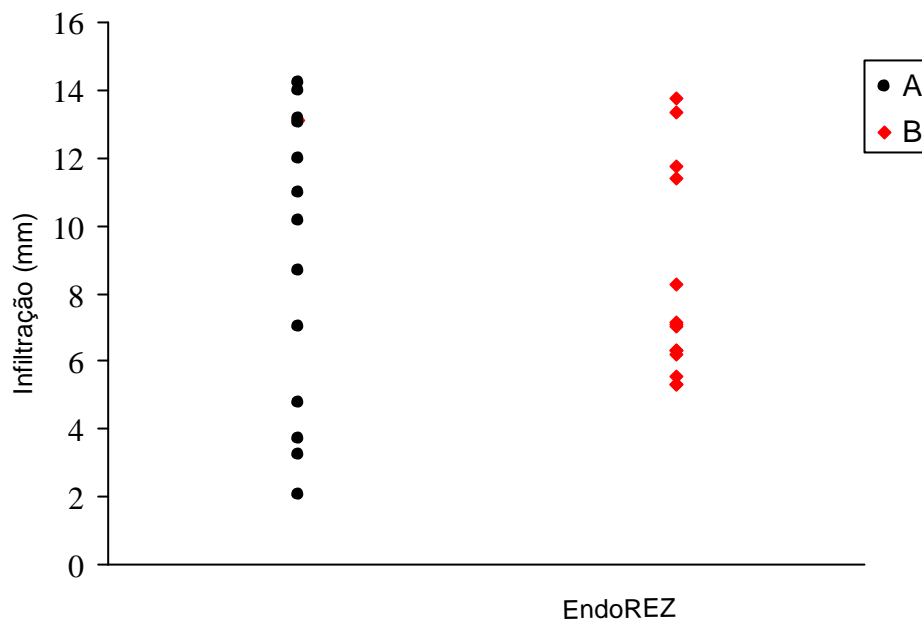
Dente	Grupo controle positivo	Grupo controle negativo
1	13,74	0,00
2	13,90	0,00

ANEXO 12: Médias de infiltração máxima, em mm, apontadas pelo corante A.

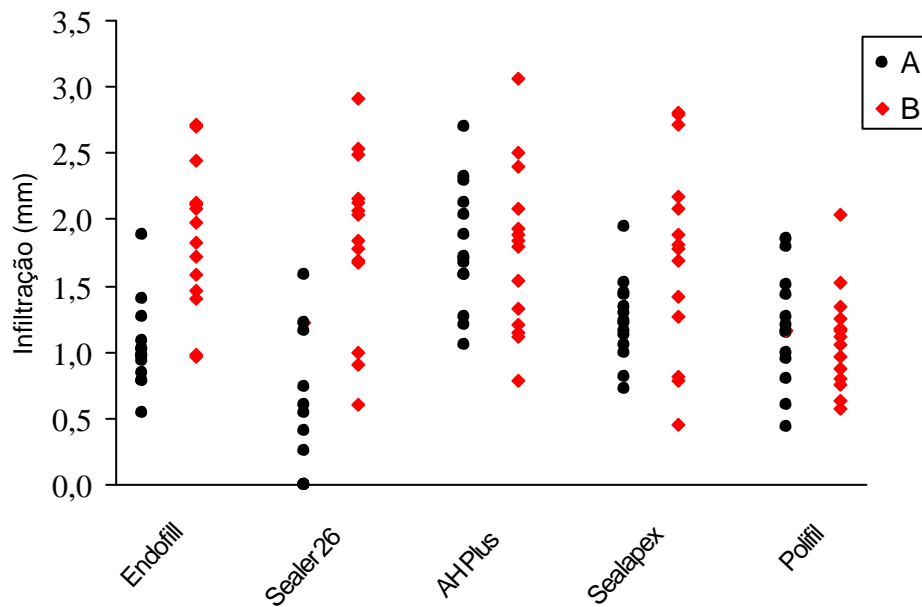
Dente	Endofill	Sealer 26	AH Plus	Sealapex	EndoREZ	Polifil
1	0,78	0,00	1,59	1,05	3,70	1,27
2	0,79	0,61	2,29	1,35	13,08	1,14
3	0,98	0,00	1,20	1,30	2,08	1,20
4	0,97	0,26	1,68	1,13	11,00	1,44
5	0,98	1,22	1,88	1,52	4,81	1,16
6	1,03	0,00	1,70	1,23	11,99	1,51
7	1,03	0,74	2,33	1,22	8,67	1,16
8	1,26	0,40	1,26	0,72	3,27	1,00
9	1,40	1,16	2,12	1,44	10,16	1,80
10	1,89	1,58	2,04	1,45	13,14	0,95
11	0,54	1,22	1,58	1,00	13,04	0,80
12	1,09	0,00	1,06	0,81	13,97	0,60
13	0,85	0,54	1,72	1,16	7,01	0,43
14	0,94	0,00	2,70	1,94	14,25	1,86

ANEXO 13: Médias de Infiltração máxima, em mm, apontadas pelo corante B.

Dente	Endofill	Sealer 26	AH Plus	Sealapex	EndoREZ	Polifil
1	2,45	0,90	1,80	0,78	8,25	2,03
2	1,58	0,60	1,54	2,72	5,34	1,05
3	1,47	2,15	2,50	1,69	7,09	1,17
4	1,71	1,84	1,84	0,45	7,00	0,57
5	1,70	1,78	1,88	2,17	13,35	1,52
6	2,08	2,06	0,78	2,08	11,38	1,12
7	0,98	2,54	2,40	0,81	13,75	0,80
8	1,82	1,69	1,14	1,42	7,16	0,63
9	2,13	2,91	1,12	1,78	6,32	0,88
10	0,97	1,00	1,93	2,79	6,30	0,96
11	1,72	2,13	1,21	2,81	5,34	1,16
12	1,97	1,68	2,08	1,88	6,18	1,34
13	2,11	2,04	1,33	1,26	11,74	1,25
14	1,41	2,49	3,06	1,81	5,57	0,76



ANEXO 14: Representação gráfica das medidas de infiltração relativas ao cimento EndoREZ.



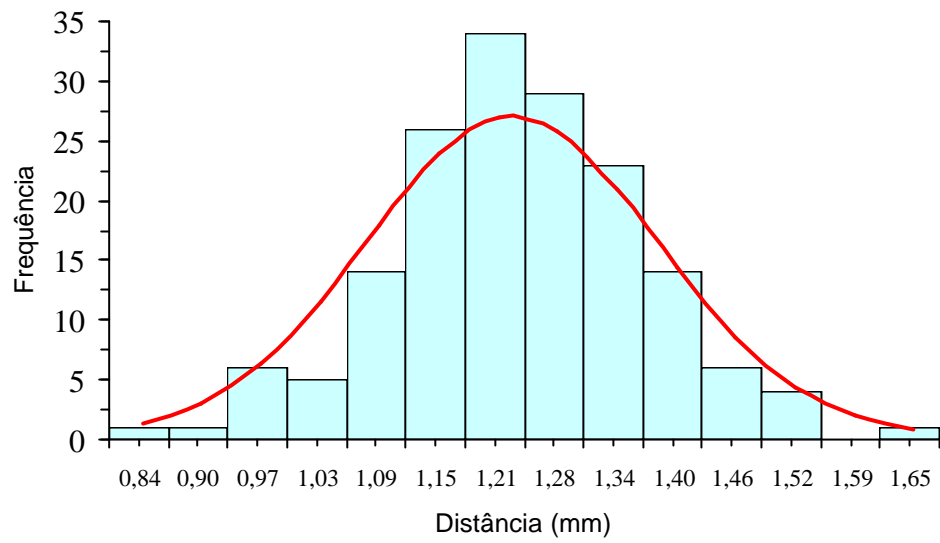
ANEXO 15: Representação gráfica das medidas de infiltração relativas aos demais cimentos.

ANEXO 16: Medidas da distância da ponta da guta-percha até o ápice radicular, em mm, em dentes infiltrados pelo corante A.

Dente	Endofill	Sealer 26	AH Plus	Sealapex	EndoREZ	Polifil
1	0,97	1,20	1,16	1,20	0,91	1,35
2	1,24	1,15	1,10	1,13	1,21	1,31
3	1,10	1,46	1,12	1,11	1,03	1,25
4	1,21	1,17	1,51	1,17	1,35	1,29
5	1,15	1,41	1,36	1,10	1,26	1,34
6	1,08	1,42	1,16	1,25	1,04	1,50
7	1,30	1,29	1,14	1,22	0,74	1,24
8	1,24	1,23	1,30	1,29	1,25	0,73
9	1,20	1,15	1,37	1,23	1,11	1,24
10	1,21	0,95	1,20	1,17	1,35	1,40
11	0,93	1,20	1,30	1,09	0,98	1,47
12	1,25	1,28	1,14	1,24	1,06	1,15
13	1,27	1,19	1,17	1,29	1,23	1,20
14	1,25	1,20	1,13	1,22	1,14	1,10

ANEXO 17: Medidas da distância da ponta da guta-percha até o ápice radicular, em mm, em dentes infiltrados pelo corante B.

Dente	Endofill	Sealer 26	AH Plus	Sealapex	EndoREZ	Polifil
1	0,94	1,24	1,29	1,11	1,29	1,20
2	0,68	0,96	1,21	1,21	1,06	1,40
3	1,20	1,21	1,28	1,14	0,97	0,99
4	1,30	1,03	1,08	1,08	1,27	0,92
5	1,20	1,45	1,22	1,28	1,27	1,10
6	1,15	1,37	1,26	1,29	1,02	1,40
7	1,40	1,19	1,06	1,08	0,84	1,21
8	1,24	1,18	1,25	1,24	1,33	1,43
9	0,76	1,60	1,09	1,45	1,33	1,32
10	1,10	1,22	1,29	1,32	1,40	1,21
11	1,12	1,48	1,04	1,18	0,85	1,30
12	1,11	1,17	1,21	1,22	1,35	1,20
13	1,20	1,25	1,28	1,29	1,21	1,13
14	1,15	1,40	1,23	1,12	1,03	1,20



ANEXO 18: Distribuição de freqüências da distância entre a ponta da guta-percha e o ápice radicular (a linha cheia representa a distribuição normal esperada).

SOUZA, E. M. **Influência dos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% na determinação da capacidade seladora apical de diferentes cimentos endodônticos.** 2004. 172f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

RESUMO

A proposta deste trabalho foi comparar os níveis de infiltração apical determinados pelos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% em canais radiculares obturados com cimentos endodônticos de diferentes composições químicas. Foi também determinada a capacidade seladora apical dos cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex, EndoREZ e um cimento experimental à base de polímero de mamona (Polifil) em cada solução corante. Foram utilizados 176 dentes unirradiculares extraídos de humanos que foram instrumentados com limas do Sistema K3 de conicidade 0,04mm/mm e obturados pela técnica da condensação lateral modificada utilizando-se um cone principal de conicidade 0,04mm/mm e dois cones auxiliares. As raízes foram divididas em grupos de acordo com o cimento obturador utilizado e estes novamente divididos em subgrupos de 14 dentes cada de acordo com a solução corante a ser utilizada como traçador da infiltração. Oito dentes foram utilizados como controle sendo 4 controles positivo e 4 controles negativo. As raízes foram impermeabilizadas em toda superfície radicular externa com exceção do forame apical e submetidas à infiltração nas duas soluções corantes, em um ambiente de vácuo por 24 horas. Foram mensuradas as infiltrações apicais por meio do programa ImageTool for Windows versão 3.0 e os resultados submetidos à análise estatística pelos testes ANOVA, t-Student e Newman-Kells. Verificou-se que os níveis de infiltração determinados pelas soluções corantes dependem de qual cimento é avaliado. A solução de azul de metileno a 2% determinou nos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex menores níveis de infiltração que os determinados pela Rodamina B nos mesmos cimentos, sugerindo uma incapacidade da solução de azul de metileno a 2% em revelar a totalidade da falha da obturação realizada com estes cimentos. Os demais cimentos não apresentaram diferenças significativas nos níveis de infiltração apical determinados por ambas soluções corantes. Em relação a capacidade seladora apical o cimento EndoREZ apresentou os maiores níveis de infiltração em ambas soluções. Os cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus e Sealapex apresentaram resultados estatisticamente semelhantes quando utilizado o corante Rodamina B e constituíram um grupo intermediário. O cimento experimental Polifil apresentou os melhores resultados em relação à capacidade seladora apical determinada pelo corante Rodamina B a 2%.

PALAVRAS-CHAVE: Infiltração dentária, azul de metileno, Rodamina, cimentos dentários

SOUZA, E. M Influence of 2% methylene blue and 2% Rhodamine B dye in the determination of the apical sealing ability of different endodontal cements. 2004. 172f. Thesis (Master in Endodontics) – Dentistry School of Araraquara, São Paulo State University.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the levels of apical leakage determined by the 2% methylene blue and 2% Rhodamine B dyes in root canals filled with endodontic sealers of different chemical compositions. It was also determined the apical sealing ability of the sealers Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex, EndoREZ and an experimental sealer based on castor oil polymer (Polifil) in each dyeing solution. It was used 176 single root teeth extracted from humans that were instrumented with K3 system files taper .04 and filled by the modified lateral condensation technique using a main cone taper .04 and two auxiliary cones. The roots were divided in groups according to the filling sealers that were used and these ones were divided again in subgroups of 14 teeth each one according to the dyeing solution used as infiltration tracer. Eight teeth were used as control group, four positive controls and 4 negative controls. The roots were impermeabilized on all external root surface, excepting for the apical foramen, and subjected to the infiltration into the two dye solutions in a vacuum environment for 24 hours. The apical leakage were measured by means of the software ImageTool[®] for Windows version 3.0 and the results were subjected to statistical analysis by the tests ANOVA, t-Student and Newman-Kells. It was noticed that the levels of leakage determined by the dye solutions depend on which sealer is evaluated. The 2% methylene blue solution in the sealers Endofill, Sealer 26 and Sealapex presented lower levels of leakage compared to the ones determined by 2% Rhodamine B in the same sealers, suggesting that 2% methylene blue dye is unable to determine the total extension of the leakage in those sealers. The other sealers did not present significant differences in the apical leakage levels determined by both dye solutions. In relation to the apical sealing ability the EndoREZ sealer presented the highest levels of leakage in both solutions. The sealers Endofill, Sealer 26, AH Plus and Sealapex presented results statistically similar when the Rhodamine B dyer was used and constituted an intermediate group. The experimental cement Polifil presented the best results in relation to the apical sealing ability determined by the 2% Rhodamine B dyer.

KEY WORDS: Dental leakage; methylene blue; Rhodamine, dental sealers.

Autorizo a reprodução deste trabalho.

Araraquara, 30 de março de 2004.

Erick Miranda Souza