ANA PAULA MARTINS GOMES

AVALIAÇÃO DO SELAMENTO DE ÁPICES RADICULARES RETROBTURADOS OU RECOBERTOS COM DIFERENTES MATERIAIS MEDIANTE INFILTRAÇÃO MARGINAL POR CORANTE E ANÁLISE DA INTERFACE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Curso de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA, Área de Concentração em Odontologia Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. Jaime Freitas Ribeiro

São José dos Campos

1997

+ D242
G585a
ed.2
+ 1348

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

RIBEIRO, J.F. et al. *Roteiro para redação de monografias, trabalhos de cursos, dissertações e teses.* São José dos Campos, 1994. 63p.

GOMES, A.P.M. *Avaliação do selamento de ápices radiculares retrobturados ou recobertos com diferentes materiais mediante infiltração marginal por corante e análise da interface em microscopia eletrônica de varredura.* São José dos Campos, 1997. 203p. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Aos meus pais, **Antonio e Neide**,

que com sacrifício, deixaram de lado seus sonhos

para realizar os meus,

com amor, me mostraram a importância de amar e

com compreensão, entenderam os momentos da minha

ausência,

dedico este trabalho.

À Professora Titular **Maria Amélia Máximo de Araujo**,
exemplo de dedicação ao ensino e à pesquisa,
pela oportunidade que me proporcionou de ingressar na carreira
universitária, confiando, incentivando e auxiliando sempre, de
maneira incansável,

muito obrigada.

AGRADECIMENTOS

A elaboração de uma tese não se limita a uma única pessoa. Ela é o resultado do esforço e trabalho de muitos colegas que, em diferentes áreas, somam seus conhecimentos para a concretização de um objetivo comum.

Ao Professor Adjunto José Eduardo Junho de Araujo, Diretor da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, pelo incentivo aos Cursos de Pós-Graduação e pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Cirurgião-Dentista Eduardo Galera da Silva, pela invenção e construção da máquina de corte para dentes.

Ao Professor Doutor Sigmar de Melo Rode, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Prótese Buco-Maxilo-Facial, pelo auxílio na utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura, sem o qual não poderíamos ter realizado esta etapa do trabalho.

Ao Técnico Wilson Roberto Campos de Azevedo, responsável pelo Setor de Microscopia Eletrônica de Varredura do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, pelo valioso auxílio na utilização do microscópio eletrônico de varredura.

Ao Professor Doutor Ary José Dias Mendes, pela execução da análise estatística dos resultados.

À Bibliotecária Ângela de Brito Bellini, pela orientação e revisão da apresentação gráfica, normalização da redação e referências bibliográficas.

À Secretária Terezinha Sant'Ana de Oliveira Costa, pelo auxílio nas correções finais do trabalho.

Às Secretárias da Pós-Graduação Erena Michie Hasegawa, Rosemary de Fátima Salgado Pereira e Inez de Souza Ferreira, pelas orientações durante o Curso de Doutorado.

À Técnica Mônica Guimarães Figueiredo, pelo auxílio na execução das fotografias.

Ao Professor Manoel Cosmo da Silva, pela revisão léxica e lingüística.

À Cirurgiã-Dentista Elaine Aparecida Félix de Araujo, pela amizade e auxílio nas horas difíceis.

Aos colegas da Disciplina de Endodontia - Professores Márcia Carneiro Valera, Alberto Siqueira e Silva e Carlos Henrique Ribeiro Camargo, pelo incentivo, apoio e colaboração durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do Departamento de Odontologia Restauradora - Professores João Cândido de Carvalho, José Roberto Rodrigues, Maria Filomena Rocha Lima Huhtala, Regina Célia Santos Pinto Silva, Rosehelene Marotta Araujo e Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves, pelo incentivo e alegre convívio no dia-a-dia.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 REVISÃO DA LITERATURA 18
2.1 Infiltração marginal por corante 18
2.2 Microscopia eletrônica de varredura 80
3 PROPOSIÇÃO 89
4 MATERIAL E MÉTODOS 90
4.1 Material 90
4.2 Métodos 93
4.2.1 Avaliação do selamento marginal apical 93
4.2.1.1 Análise da infiltração marginal por corante 109
4.2.1.2 Análise estatística 111
4.2.2 Análise da interface dente-material em M.E.V. 113
5 RESULTADOS 115
5.1 Avaliação do selamento marginal apical 115
5.1.1 Análise estatística 119
5.1.1.1 Infiltração na interface material-preparo cavitário 119
5.1.1.2 Infiltração na interface material-superfície radicular 122
5.2 Análise da interface dente-material em M.E.V. 126
6 DISCUSSÃO 134
6.1 Discussão da metodologia 134

6.2 Discussão dos resultados 149
6.2.1 Quanto à infiltração marginal por corante 149
6.2.2 Quanto à adaptação marginal em M.E.V. 166
7 CONCLUSÕES 177
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 179
RESUMO 200
ABSTRACT 202

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico deve ser realizado de acordo com princípios técnicos, científicos e biológicos que possibilitem a preservação dos dentes na cavidade bucal, dando-lhes condições para que desempenhem suas funções.

O sucesso do tratamento endodôntico depende da execução adequada de todas as suas fases operatórias, as quais são interdependentes e igualmente importantes. Entretanto, os resultados esperados nem sempre serão obtidos, se houver falhas em uma ou mais fases do tratamento. Ingle et al.[52] (1979) constataram que mais de dois terços de todos os fracassos endodônticos poderiam ser atribuídos ao preparo e obturação inadequados dos canais radiculares, sendo a obturação responsável por aproximadamente 60% desses insucessos.

Nos casos de insucesso, as causas devem ser avaliadas criteriosamente e, desde que possível, o retratamento dos canais radiculares deve ser instituído. Na impossibilidade da realização do retratamento ou nas situações nas quais ele estiver contra-indicado, o tratamento de escolha deve ser a intervenção cirúrgica.

Existem várias modalidades cirúrgicas auxiliares em Endodontia, com indicações próprias, e técnicas adequadas de execução. Os bons resultados são assegurados nos casos em que a indicação é correta e o ato operatório bem realizado, segundo De Deus[31] (1992).

A intervenção cirúrgica consiste basicamente na exposição do ápice radicular envolvido, remoção da porção apical da raiz, preparo de uma cavidade e inserção de um material retrobturador, de acordo com Gartner & Dorn[40] (1992). A principal função de uma retrobturação é promover o selamento do sistema de canais radiculares, prevenindo a passagem de irritantes do canal radicular para os tecidos periapicais, de acordo com Torabinejad et al.[109] (1994).

Para atingir esses objetivos, não apenas a técnica correta de retrobturação, mas também os materiais retrobturadores têm um papel de extrema importância.

Segundo Abdal & Retief[1] (1982) e Gartner & Dorn[40] (1992), o material retrobturador ideal deveria possuir características e preencher requisitos que viabilizassem sua utilização:

a) ser bem tolerado pelos tecidos periapicais;

b) promover um selamento apical hermético;

c) ter estabilidade dimensional;

d) não ser tóxico ou carcinogênico;

e) estimular a regeneração dos tecidos periapicais;

f) não sofrer corrosão;

g) ser de fácil manipulação e inserção;

h) ser insolúvel nos fluidos tissulares;

i) ter atividade bactericida ou bacteriostática;

j) não sofrer influência da umidade;

k) ser radiopaco;

l) não manchar os dentes ou os tecidos periapicais.

Muitos materiais foram pesquisados para a retrobturação apical, entre eles, o **ouro** por Kopp & Kresberg[63] (1973) - o **cimento de policarboxilato** por Barry et al.[10] (1975); Barry et al.[11] (1976); Delivanis & Tabibi[32] (1978) - o **cimento de óxido de zinco e eugenol** por Nicholls[81] (1962); Bondra et al.[21] (1989); Crooks et al.[29] (1994); Pitt Ford et al.[92] (1994) - o **cimento Super-EBA** por Oynick & Oynick[85] (1978); Szeremeta-Browar et al.[104] (1985); Bondra et al.[21] (1989); Pantschev et al.[86] (1994); Pitt Ford et al.[93] (1995); O'Connor et al.[82] (1995) - a **guta-percha** por Bernabé[17] (1981); - o **Cavit** por Finne et al.[36] (1977); Delivanis & Tabibi[32] (1978); Stabholz et al.[102] (1985) - o **cimento de fosfato de zinco** por Abdal & Retief[1] (1982); Stabholz et al.[102] (1985) - o **amálgama** por Cunningham[30] (1975); Moodnik et al.[76] (1975); Pitt Ford[90] (1980); Bernabé[17] (1981); Tronstad et al.[112] (1983); Mattison et al.[70] (1985); Edmunds & Thirawat[34] (1989); Yoshimura et al.[119] (1990); Cathers & Roahen[25] (1993) - o **cimento de ionômero de vidro** por MacNeil & Beatty[67] (1987); Schwartz & Alexander[97] (1988); Zetterqvist et al.[120] (1988); Barkhordar et al.[9] (1989); Chong et

al.[27] (1991); Pissiotis et al.[89] (1991); Alhadainy et al.[4] (1993); Chong et al.[28] (1993); Jesslén et al.[55] (1995); - as **resinas compostas** por McDonald & Dumsha[71] (1987); Smee et al.[98] (1987); Thirawat & Edmunds[106] (1989); McDonald & Dumsha[72] (1990); Rud et al.[95] (1991); Rud et al.[96] (1991); Rud et al.[94] (1996) - os **sistemas adesivos dentinários** por Pinks & Beatty[88] (1986); Thirawat & Edmunds[106] (1989); Miles et al.[75] (1994); Vignaroli et al.[116] (1995) - o **agregado trióxido mineral** por Torabinejad et al.[109] (1994); Torabinejad et al.[110] (1995); Torabinejad et al.[111] (1995).

O amálgama, dentre os materiais estudados para a retrobturação, é o que tem merecido maior atenção dos autores, de acordo com Bernabé[17] (1981); Friedman[38] (1991); Vignaroli et al.[116] (1995). Esse material possui como vantagens sua facilidade de manipulação, radiopacidade, boa tolerância pelos tecidos e baixo custo, estando disponível na maioria dos serviços odontológicos, segundo Tanzilli et al.[105] (1980) e Fichman & Santos[35] (1982). Entretanto, de acordo com Smee et al.[98] (1987) e Gartner & Dorn[40] (1992), suas principais desvantagens incluem: infiltração marginal, corrosão, contaminação pelo mercúrio, sensibilidade à umidade, pigmentação dos tecidos moles e duros, necessidade de um preparo cavitário para sua retenção, falta de adesão às estruturas dentais. Apesar dessas desvantagens, o amálgama é um material de real valor. Não deve, entretanto, ser superestimado, exigindo-se dele, além de suas possibilidades, segundo Fichman & Santos[35] (1982).

Muitos trabalhos realizados *in vitro* mostraram altos valores de infiltração apical quando o amálgama foi utilizado como material retrobturador, de acordo com Abdal & Retief[1] (1982); Abdal et al.[2] (1982); Szeremeta-Browar et al.[104] (1985); Pinks & Beatty[88] (1986); Smee et al.[98] (1987); Schwartz & Alexander[97] (1988); McDonald & Dumsha[72] (1990); Cathers & Roahen[25] (1993).

Alguns estudos clínicos, realizados por Dorn & Gartner[33] (1990) e Frank et al.[37] (1992), questionaram a utilização do amálgama como material retrobturador. Frank et al.[37] (1992) relataram que o prognóstico a longo prazo, após o emprego do amálgama em retrobturações, pode não ser tão favorável quanto se acreditava anteriormente.

Estudando a literatura disponível sobre retrobturação, nota-se que o material ideal ainda não foi encontrado. Os materiais empregados nas pesquisas permitem que ocorra a infiltração apical, de acordo com Bramwell & Hicks[22] (1986); Smee et al.[98] (1987); Thirawat & Edmunds[106] (1989).

A maioria dos trabalhos relacionados com a retrobturação estuda apenas a infiltração relacionada à área do preparo cavitário preenchido com o material retrobturador. Pouca atenção tem sido dispensada à superfície radicular seccionada, onde existe uma grande quantidade de túbulos dentinários expostos e grande tendência à infiltração, de acordo com Ichesco et al.[51] (1986); Pinks & Beatty[88] (1986); Vertucci & Beatty[115] (1986); Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989); Koren et

al.[64] (1990). Considerando esse fato, o selamento apical desejado não pode ser alcançado com a utilização de um material que preencha apenas o preparo cavitário apical; é necessário que também seja capaz de selar a superfície radicular seccionada, segundo Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989). Para essa finalidade, a característica de adesividade às estruturas dentais, em especial à dentina, seria um dos principais requisitos na escolha do material retrobturador.

Na tentativa de pesquisar materiais que apresentassem adesividade às estruturas dentais, as resinas compostas foram utilizadas como materiais retrobturadores por Abdal & Retief[1] (1982) e Abdal et al.[2] (1982), mas não obtiveram grande aceitação. O maior problema relacionado às resinas compostas foi a contração de polimerização sofrida pelo material, resultando na formação de fendas entre as paredes do preparo cavitário e o material. Os estudos mais recentes utilizaram sistemas adesivos dentinários como auxiliares na adesão e eliminação das fendas entre os tecidos dentais e as resinas compostas. Um dos adesivos dentinários estudado para o uso em cirurgias periapicais foi o Gluma. Rud et al.[95] (1991) verificaram, em microscopia eletrônica de varredura, uma boa adaptação marginal utilizando o Gluma associado a resina composta em superfícies radiculares seccionadas. A biocompatibilidade desses materiais foi avaliada por Rud et al.[96] (1991) e Andreasen et al.[5] (1993). Segundo esses autores, o material permitiu regeneração tecidual completa, incluindo

cementogênese, e proporcionando um fechamento biológico do canal radicular.

A utilização de um sistema adesivo dentinário associado a resina composta mostrou uma redução significante na infiltração apical quando utilizados em preparos cavitários por McDonald & Dumsha[71] (1987) ou diretamente na superfície radicular seccionada, como demostraram McDonald & Dumsha[72] (1990).

Os cimentos de ionômero de vidro também apresentam adesividade às estruturas dentais, de acordo com McLean et al.[74] (1977) e boa tolerância pelos tecidos periapicais, segundo Pitt Ford & Roberts[91] (1990), podendo ser utilizados em restaurações de erosões e abrasões cervicais sem a necessidade de um preparo cavitário. Os cimentos de ionômero de vidro também foram utilizados como materiais retrobturadores, mostrando bons resultados quanto à infiltração apical, como mostrado nos trabalhos de Schwartz & Alexander[97] (1988); Zetterqvist et al.[120] (1988); Barkhordar et al.[9] (1989); Chong et al.[27] (1991); Pissiotis et al.[89] (1991).

Mais recentemente surgiu uma nova classe de materiais dentários, os compômeros. Esse novo tipo de material combina as principais vantagens dos compósitos modernos com as dos cimentos de ionômero de vidro. Um dos compômeros disponíveis no mercado (Dyract - Dentsply) possui como características o fato de ser monocomponente (não necessita de misturas, podendo ser aplicado diretamente através do sistema de compules), facilidade de manipulação,

fotopolimerizável, adesão às estruturas dentais sem a necessidade de condicionamento ácido. Apesar de ser indicado para restaurações de cavidades de Classe III e V e de cavidades de Classe I e II em dentes decíduos, a característica de não necessitar de condicionamento ácido para adesão poderia proporcionar ganho de tempo e facilitar sua aplicação durante o procedimento de retrobturação. Até o presente momento, não encontramos trabalhos que utilizem esse material (compômero) como retrobturador.

O grande interesse clínico, obtido a partir dos estudos *in vitro*, seria o fato de somar as características de adesividade dos materiais com a possibilidade de eliminar o preparo cavitário, não esquecendo a necessidade de que os mesmos sejam biocompatíveis, segundo Bruce et al.[23] (1993). Considerando o fato de que o preparo cavitário apical é um procedimento clínico de difícil realização durante a intervenção cirúrgica e evidentemente requer tempo, seria vantajoso eliminar esse passo das cirurgias parendodônticas, sem prejuízos com relação ao selamento apical dos canais radiculares.

Avaliando as diferentes metodologias empregadas, bem como os diferentes resultados obtidos, consideramos importante realizar um estudo, *in vitro,* que possa contribuir na seleção e utilização de materiais para o selamento de ápices radiculares.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura incluiu trabalhos, relacionados em ordem cronológica de publicação, sobre infiltração marginal por corante e análise de retrobturações em microscopia eletrônica de varredura. Alguns trabalhos clínicos ou relacionados à biocompatibilidade de materiais também foram incluídos para auxiliar no entendimento e estudo do assunto.

2.1 Infiltração marginal por corante

Barry et al.[10] (1975) compararam o selamento apical obtido em canais obturados com guta-percha ou guta-percha brunida a quente e em canais retrobturados com amálgama ou cimento de policarboxilato. Foram utilizados 52 dentes extraídos, divididos em quatro grupos de 13 e obturados com guta-percha e cimento. As raízes foram seccionadas perpendicularmente em relação ao longo eixo do dente (1mm apical) e, nos grupos retrobturados com amálgama ou cimento de policarboxilato, os dentes receberam preparos cavitários com

2mm de profundidade. Os dentes foram imersos em corante azul de metileno a 2% e removidos para análise após uma, duas e três semanas. Foram realizados cortes transversais nas raizes com espessura de 0,5mm, até atingir 4,5mm de distância do ápice radicular. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que ocorreu uma pequena diferença nos valores de infiltração entre a guta-percha, guta-percha brunida a quente e retrobturação com amálgama, mas essa diferença não foi estatisticamente significante. Os piores resultados quanto à infiltração foram observados no grupo de dentes retrobturados com cimento de policarboxilato em comparação à guta-percha e às retrobturações com amálgama, mas essa diferença não foi significante quando comparada à guta-percha brunida a quente.

Barry et al.[11] (1976) avaliaram o selamento apical obtido após a realização de retrobturações com amálgama e cimento de policarboxilato (três marcas comerciais). Foram instrumentados quatrocentos dentes humanos extraídos, os quais foram divididos em quatro grupos de cem, de acordo com os materiais empregados. Os 5mm apicais das raízes foram seccionados em ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente, e os remanescentes radiculares receberam preparos cavitários com 1mm de profundidade e 1,5mm de diâmetro. Após a realização das retrobturações, os dentes permaneceram imersos em corante azul de metileno a 2% durante uma semana. Os valores médios da infiltração pelo corante foram 1,3mm no grupo A (amálgama), 4,0mm no grupo B (Durelon),

4,2mm no grupo C (PCA) e 3,9mm no grupo D (Poly C). Os resultados foram analisados estatisticamente e evidenciaram a inferioridade do selamento apical proporcionado pelos cimentos de policarboxilato quando comparados ao amálgama.

Delivanis & Tabibi[32] (1978) realizaram um estudo para comparar as propriedades de selamento apical proporcionado pelo Cavit, cimento de policarboxilato e amálgama, quando utilizados como materiais retrobturadores. Os materiais foram inseridos em dentes de cães, onde permaneceram durante seis meses. Após esse período, os animais foram sacrificados e os dentes extraídos. A infiltração marginal foi verificada utilizando um radioisótopo e avaliada por meio de autorradiografias. Os resultados obtidos foram comparados com a parte *in vitro* do mesmo estudo. A parte *in vitro* incluiu o mesmo número de dentes extraídos dos cães (trinta), os quais foram retrobturados com os mesmos materiais, mas permaneceram em solução salina fisiológica durante dois dias. A finalidade da parte *in vitro* do estudo foi comparar e avaliar o efeito do tempo sobre a capacidade de selamento dos materiais. Os autores puderam observar que o amálgama proporcionou melhor selamento marginal no grupo de seis meses, quando comparado ao cimento de policarboxilato e Cavit. No grupo de dois dias, o Cavit proporcionou melhor selamento marginal que os outros dois materiais; entretanto, a deterioração do selamento proporcionado pelo Cavit no grupo de seis meses foi estatisticamente significante. O cimento de policarboxilato e o Cavit mostraram mais infiltração no grupo de

seis meses. O selamento marginal proporcionado pelo amálgama foi o único que melhorou com o tempo.

Pitt Ford[90] (1980) realizou uma comparação entre diferentes tipos de ligas de amálgama para avaliar a capacidade de selamento apical das mesmas. Foram instrumentados e obturados cinqüenta dentes unirradiculares humanos extraídos. Os dentes foram divididos em cinco grupos de dez e retrobturados com duas ligas convencionais, uma liga sem zinco e duas ligas com alto teor de cobre. As raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas e imersas em solução aquosa de eosina a 5% durante 48 h. Após a remoção do corante, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e a infiltração foi avaliada. Os valores médios da infiltração observada foram 1,91mm e 2,15mm com as ligas convencionais, 2,28mm com a liga sem zinco e 3,90mm e 4,25mm com as ligas com alto teor de cobre. Os resultados mostraram que as ligas convencionais apresentaram melhores resultados com relação à infiltração marginal quando comparadas às ligas com alto teor de cobre.

Abdal & Retief[1] (1982) avaliaram a efetividade do selamento apical obtido utilizando guta-percha brunida a quente sozinha ou associada a 16 materiais retrobturadores. Foram preparados 34 incisivos centrais superiores humanos extraídos e obturados com guta-percha e cimento, sendo mantidos dois dentes como controles. Os autores realizaram a secção apical das raízes (cerca de 2mm), preparo de cavidade de Classe I (1,5mm de diâmetro e 3mm de profundidade) e a retrobturação

com os materiais em teste. Cada material foi inserido em dois dentes, sendo que, a adaptação do material retrobturador às paredes cavitárias foi avaliada qualitativamente por microscopia eletrônica de varredura. A infiltração marginal na interface material-paredes cavitárias foi avaliada quantitativamente por meio de um corante fluorescente. Os piores resultados com relação à infiltração e à adaptação do material às paredes cavitárias foram observados nos dentes retrobturados com amálgama. Os resultados indicaram que a guta-percha brunida a quente sozinha (controle) ou associada a uma resina composta (Adaptic - Johnson & Johnson) ou a um cimento de ionômero de vidro (ASPA - L. D. Caulk / Dentsply) proporcionou o selamento apical mais efetivo.

Abdal et al.[2] (1982), baseados na primeira parte de seu trabalho, avaliaram a efetividade do selamento apical obtido após a utilização da guta-percha brunida a quente sozinha ou associada a uma resina composta, um cimento de ionômero de vidro e amálgama com ou sem verniz cavitário. Os autores selecionaram setenta incisivos centrais superiores, os quais foram preparados e retrobturados com os materiais em teste. Os dentes foram divididos em dez grupos de sete, nos quais um dente permaneceu como controle (apenas guta-percha brunida a quente) e os demais receberam os materiais retrobturadores. A infiltração marginal na interface material-paredes cavitárias foi avaliada quantitativamente por meio de uma técnica de penetração por corante. Os resultados obtidos foram tabelados e analisados estatisticamente, revelando que

as diferenças entre os materiais testados foram significantes. Os autores classificaram os materiais de acordo com a infiltração observada e obtiveram a seguinte seqüência (em ordem decrescente):

a) amálgama (Cupralloy - Star) sem verniz cavitário - 3,00mm;
b) amálgama sem zinco (Spheralloy - Kerr) sem verniz cavitário - 3,00mm;
c) guta-percha brunida a quente - 1,83mm;
d) amálgama (Spheralloy) com verniz cavitário - 0,38mm;
e) amálgama (Cupralloy) com verniz cavitário - 0,35mm;
f) cimento de ionômero de vidro (ASPA - L. D. Caulk / Dentsply) - 0,06mm;
g) resina composta (Adaptic - Johnson & Johnson) - 0,03mm.

Os autores observaram que a utilização de um verniz cavitário associado ao amálgama reduziu a infiltração. Baseados nos resultados obtidos, os autores concluíram que a resina composta e o cimento de ionômero de vidro deveriam ser considerados como materiais para a retrobturação apical.

Kaplan et al.[56] (1982) fizeram um estudo comparativo sobre o selamento apical obtido após a utilização da guta-percha brunida a quente, guta-percha brunida a frio e amálgama sem zinco (Spheralloy - Kerr). Foram instrumentados noventa incisivos centrais superiores extraídos, sendo

obturados com guta-percha e cimento pela técnica da condensação lateral. Os dentes foram divididos em quatro grupos de vinte, de acordo com os materiais em teste. O último grupo recebeu apenas o procedimento de apicectomia. Os dez dentes remanescentes permaneceram como controles (cinco dentes instrumentados, mas não obturados - grupo A - controle positivo, e cinco dentes preparados apenas com apicectomia, sendo posteriormente impermeabilizados em toda a extensão com duas camadas de esmalte para unhas - grupo B - controle negativo). A infiltração foi avaliada pela profundidade da penetração pelo corante azul de metileno a 2%, no qual os dentes permaneceram imersos durante uma semana. As retrobturações com amálgama, guta-percha brunida a quente e grupo apenas com apicectomia mostraram profundidade de penetração pelo corante de 3,1mm, 4,0mm e 4,6mm em média, respectivamente, enquanto a guta-percha brunida a frio mostrou uma profundidade de penetração pelo corante de 1,5mm em média.

Maloff et al.[68] (1982) procuraram avaliar a confiabilidade dos estudos com corantes na determinação da infiltração. Os autores instrumentaram dentes anteriores extraídos, selaram o acesso coronário ou apical dos mesmos, e em alguns mantiveram ambas as extremidades abertas. As superfícies radiculares foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, e os dentes foram colocados em corante azul de metileno na posição vertical (com a extremidade aberta para cima ou para baixo) ou horizontal. Após 48 h, os dentes foram

lavados, e secções transversais foram realizadas nas raízes com 2mm de espessura. Nos dentes selados em uma das extremidades, os canais permaneceram vazios, e o corante não penetrou mais que 4 ou 5mm no interior dos mesmos. No grupo onde as duas extremidades da raiz permaneceram abertas, os dentes colocados na posição vertical foram completamente preenchidos pelo corante. Em alguns dentes colocados na posição horizontal, não foi observada a presença de corante na secção mediana da raiz, mesmo quando as duas extremidades foram mantidas abertas. Os mesmos procedimentos foram realizados em outros dentes, que foram colocados em ambiente de vácuo. Os dentes foram mantidos em vácuo durante 20 min, lavados e analisados. As secções transversais revelaram que o corante penetrou em toda a extensão dos canais. Os autores concluíram que os estudos com corantes para avaliar a infiltração, sem o uso de vácuo, não são confiáveis devido à possibilidade da presença do ar aprisionado no interior dos canais radiculares.

Matloff et al.[69] (1982) procuraram comparar um corante e três radioisótopos utilizados rotineiramente para avaliar a infiltração marginal nas obturações de canais radiculares. Com essa finalidade, foram instrumentados e obturados 63 dentes unirradiculares humanos extraídos. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de vinte, sendo expostos a soluções contendo corante azul de metileno a 2% e três radioisótopos durante 48 h, para comparar os valores da infiltração obtidos em cada técnica. Foram mantidos três

dentes como controles para avaliar a capacidade de selamento do esmalte para unhas sobre a superfície radicular.

Os autores concluíram que:

a) não foi observado selamento apical perfeito em nenhum dente;

b) o azul de metileno penetrou mais que qualquer um dos outros radioisótopos;

c) os dentes do grupo controle não mostraram qualquer evidência de penetração pelo corante ou pelos radioisótopos, confirmando a eficiência do esmalte para unhas na impermeabilização das raízes.

Tronstad et al.[112] (1983) procuraram avaliar a capacidade de selamento apical de quatro diferentes tipos de amálgama quando utilizados como materiais retrobturadores, associados ou não a um verniz cavitário. Os autores prepararam 240 cavidades apicais em dentes unirradiculares humanos extraídos e obturaram as mesmas com quatro tipos de amálgama:

a) liga de prata com zinco (Ultra - Syntex Dental Products);

b) liga de prata sem zinco (Ultra nonzinc - Syntex Dental Products);

c) liga de fase dispersa com 19% de cobre (Cupralloy - Syntex Dental Products);

d) liga de partículas esféricas com 27% de cobre (Cupralloy ESP - Syntex Dental Products).

As raízes foram esterilizadas e implantadas em tecido subcutâneo de coelhos para que os materiais fossem expostos aos tecidos e fluidos vitais. Após sete, trinta e noventa dias, os animais foram sacrificados e as raízes foram imersas em uma solução contendo um radioisótopo durante 5min. Entre os materiais testados, a liga de partículas esféricas com 27% de cobre mostrou os melhores resultados com relação à infiltração apical. Independentemente do material utilizado, o selamento apical foi significativamente melhorado quando o verniz cavitário foi aplicado às paredes dentinárias antes da retrobturação.

Mattison et al.[70] (1985) fizeram um estudo *in vitro* para avaliar e comparar a infiltração nas retrobturações realizadas com diferentes espessuras e composições de amálgama. Na primeira parte do trabalho, foram utilizados vinte caninos recém-extraídos, os quais foram retrobturados com amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson - liga com zinco) nas espessuras de 1 e 3mm. Na segunda parte do trabalho, foram utilizados trinta dentes unirradiculares, sendo dez retrobturados com amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson - liga com zinco) e verniz cavitário, dez dentes retrobturados com amálgama (Sybralloy - Sybron / Kerr - liga sem zinco) e dez dentes retrobturados com o mesmo amálgama (Sybralloy - Sybron / Kerr - liga sem zinco) e verniz cavitário. Todos os dentes da segunda parte do trabalho foram retrobturados com 3mm de espessura de amálgama. A infiltração foi verificada por um método eletroquímico nos períodos de 24 h e trinta dias. Os resultados mostraram que

3mm de amálgama reduziram significativamente a infiltração apical quando comparado com as retrobturações com 1mm de espessura. Não ocorreram diferenças estatisticamente significantes com relação à infiltração apical observada entre as ligas com ou sem zinco. Independentemente da composição do amálgama, a infiltração foi significativamente reduzida quando o verniz cavitário foi utilizado.

Szeremeta-Browar et al.[104] (1985) compararam a capacidade de selamento apical de diferentes técnicas de retrobturação por meio de autorradiografias. Foram instrumentados 62 dentes unirradiculares humanos extraídos e obturados por condensação lateral de guta-percha e cimento. Os dentes foram aleatoriamente divididos em seis grupos:

a) grupo 1 - dez dentes foram mantidos como controles;
b) grupo 2 - dez dentes nos quais foi realizada somente a apicectomia;
c) grupo 3 - dez dentes receberam um preparo de cavidade de Classe I com 2mm de profundidade e foram retrobturados com amálgama sem zinco;
d) grupo 4 - dez dentes nos quais a guta-percha foi brunida a quente;
e) grupo 5 - dez dentes nos quais a guta-percha foi brunida a frio;

f) grupo 6 - dez dentes receberam um preparo de cavidade de Classe I com 2mm de profundidade e foram retrobturados com cimento Super EBA.

Os dois dentes remanescentes foram instrumentados, mas não obturados, e permaneceram como controle positivo. Os dentes foram impermeabilizados com três camadas de etil acetato e imersos em solução aquosa contendo um radioisótopo durante 48 h. Após esse período, os dentes foram lavados e seccionados transversalmente. Foram utilizadas autorradiografias para comparar a infiltração entre as várias técnicas. A análise estatística dos resultados indicou que a condensação lateral de guta-percha com cimento (grupo 1) produziu um selamento apical significativamente melhor que qualquer outra técnica testada, seguida pelas retrobturações realizadas com Super EBA (grupo 6). Os piores resultados foram observados no grupo de dentes retrobturados com amálgama.

Bramwell & Hicks[22] (1986) avaliaram a capacidade de selamento apical obtida por meio de quatro técnicas de retrobturação em seis macacos *Rhesus* (*Macaca mulatta*). Foram instrumentados 48 dentes unirradiculares nos animais e obturados com guta-percha e cimento. As quatro técnicas foram realizadas cirurgicamente sob anestesia geral dos animais e consistiram de apicectomia, apicectomia e retrobturação com amálgama (Tytin - S. S. White), apicectomia com brunidura da guta-percha a quente e apicectomia com brunidura da guta-percha a frio. Os dentes foram removidos

após seis meses e a qualidade do selamento apical foi avaliada pela medida da penetração linear pelo corante azul de metileno a 2% nos canais radiculares. A análise estatística indicou que não ocorreram diferenças significantes entre os quatro grupos experimentais. Os resultados mostraram que os procedimentos de retrobturação utilizando amálgama ou guta-percha em macacos produziram um selamento apical de qualidade comparável, mas não foi observado nenhum selamento hermético nos espécimes avaliados.

Ichesco et al.[51] (1986) analisaram a infiltração dentinária em raízes submetidas ou não ao procedimento de apicectomia por meio de espectrofotometria. Os autores selecionaram 64 dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais foram radiografados, preparados biomecanicamente por meio de uma técnica seriada, e obturados utilizando condensação lateral de guta-percha e cimento. Foram realizadas apicectomias em 32 dentes após os procedimentos de obturação. As superfícies radiculares foram impermeabilizadas com três camadas de esmalte para unhas, com exceção do terço apical das raízes. O terço apical de cada espécime foi imerso em corante azul de metileno a 2% durante 72 h. Os resultados indicaram que as raízes apicectomizadas, nos dentes tratados endodonticamente, apresentaram quantitativamente mais infiltração do que as raízes dos dentes que não receberam apicectomia.

Pinks & Beatty[88] (1986) avaliaram a penetração linear por corante após a realização de retrobturações com

amálgama ou adesivo dentinário (Scotchbond - 3M). Foram utilizados 66 dentes anteriores humanos extraídos, os quais foram divididos em seis grupos de dez. Os seis dentes remanescentes permaneceram como controles. Todos os dentes foram impermeabilizados e tiveram suas raízes seccionadas na região apical. Os dentes foram distribuídos em seis grupos de acordo com os materiais e técnicas de preparo apical:

a) grupo A - instrumentação dos canais, obturação por condensação lateral de guta-percha e cimento, retrobturação com amálgama;
b) grupo B - nenhum preparo nos canais e retrobturação com amálgama;
c) grupo C - instrumentação dos canais, obturação por condensação lateral de guta-percha e cimento, retrobturação com adesivo dentinário;
d) grupo D - nenhum preparo nos canais e retrobturação com adesivo dentinário;
e) grupo E - instrumentação dos canais, obturação por condensação lateral de guta-percha e cimento, retrobturação com adesivo dentinário (inserido no preparo apical e sobre a superfície radicular seccionada);
f) grupo F - nenhum preparo nos canais e retrobturação com adesivo dentinário (inserido no preparo apical e sobre a superfície radicular seccionada).

Todos os dentes foram imersos em corante azul de metileno a 1%, durante duas semanas, a 37°C. As raízes foram fraturadas longitudinalmente e a penetração linear pelo corante foi medida. Os valores médios de infiltração foram 2,14mm no grupo A, 5,88mm no grupo B, 1,34mm no grupo C, 1,66mm no grupo D, 0,622mm no grupo E e 0,467mm no grupo F. A análise estatística dos dados mostrou que os melhores resultados foram observados nos grupos em que as retrobturações foram realizadas com o adesivo dentinário, nos quais o material foi inserido no preparo apical e sobre a superfície radicular seccionada.

Vertucci & Beatty[115] (1986) fizeram um estudo empregando corante azul de metileno para avaliar a extensão da infiltração apical após os procedimentos de retrobturação. Foram preparados quarenta canais radiculares de caninos humanos extraídos, e obturados com condensação lateral de guta-percha e cimento. As superfícies radiculares foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, deixando somente o forame apical exposto. Os 2mm apicais das raízes foram removidos em ângulo de 45° e em trinta dentes foram preparadas cavidades com 3mm de profundidade e 2mm de diâmetro. As raízes foram divididas aleatoriamente em quatro grupos de acordo com os seguintes procedimentos:

a) grupo A - guta-percha brunida a frio;

b) grupo B - retrobturação com amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson) sem verniz cavitário;

c) grupo C - retrobturação com amálgama e verniz aplicado somente nas paredes cavitárias;

d) grupo D - retrobturação com amálgama e verniz aplicado nas paredes cavitárias e na superfície seccionada das raízes.

As raízes foram imersas em corante azul de metileno a 1%, durante duas semanas, a 37°C e seccionadas longitudinalmente. A profundidade da penetração linear pelo corante foi medida e comparada entre os grupos. Os valores médios da infiltração observada foram 6,90mm no grupo A, 2,77mm no grupo B, 2,80mm no grupo C e 1,00mm no grupo D. A infiltração apical pelo corante foi significativamente maior no grupo A. A presença ou ausência de verniz nos preparos cavitários não resultou em diferenças significantes quanto à penetração apical pelo corante. Os resultados mostraram que ocorreu infiltração significativamente menor quando o verniz foi aplicado nas paredes cavitárias e na superfície seccionada das raízes antes da inserção do amálgama.

MacNeil & Beatty[67] (1987) realizaram um estudo comparativo sobre infiltração marginal apical, na presença ou ausência de umidade, empregando dois cimentos de ionômero de vidro e amálgama. Os autores utilizaram cinqüenta caninos inferiores humanos extraídos, os quais foram instrumentados e obturados. Todas as raízes foram seccionadas em ângulo de

UNESP
Serviço de Bibliotecas e Documentação
1348

45° em direção vestíbulo-lingual e receberam um preparo cavitário com 2mm de profundidade. As raízes foram impermeabilizadas com esmalte para unhas e divididas em cinco grupos de acordo com os materiais empregados:

a) grupo A - cimento de ionômero de vidro (Ketac Silver) inserido em cavidade seca;
b) grupo B - cimento de ionômero de vidro (Ketac Silver) inserido em cavidade umedecida com solução salina fisiológica;
c) grupo C - cimento de ionômero de vidro (Fuji II Miracle Mix) inserido em cavidade seca;
d) grupo D - cimento de ionômero de vidro (Fuji II Miracle Mix) inserido em cavidade umedecida com solução salina fisiológica;
e) grupo E - amálgama inserido em cavidade seca.

Os 3mm apicais de cada raiz foram imersos em corante azul de metileno a 1%, durante duas semanas. O esmalte para unhas foi removido das raízes e os dentes foram seccionados longitudinalmente para a avaliação da penetração pelo corante. Os valores médios da penetração pelo corante foram 2,41mm no grupo A, 4,46mm no grupo B, 3,02mm no grupo C, 5,75mm no grupo D e 1,42mm no grupo E. Os resultados foram analisados estatisticamente e indicaram que as retrobturações realizadas com Ketac Silver ou Fuji II Miracle Mix, em condições de umidade, infiltraram significativamente

mais que os outros grupos, onde as retrobturações foram realizadas na ausência de umidade.

McDonald & Dumsha[71] (1987) realizaram um estudo comparativo para avaliar a capacidade de selamento de uma resina composta com adesivo dentinário (Lee Pharmaceuticals), resina composta (Lee Pharmaceuticals) isoladamente, Cavit, amálgama sem zinco (Kerr), guta-percha brunida a quente e guta-percha brunida a frio quando utilizados como materiais retrobturadores. Foram instrumentados 122 dentes unirradiculares, dos quais 120 foram obturados com guta-percha e cimento, utilizando a técnica da condensação lateral. Os dentes foram divididos em seis grupos de vinte, de acordo com o material empregado para a retrobturação. Os dois dentes remanescentes, mantidos como controles, foram apenas instrumentados. Os 120 dentes foram submetidos a um procedimento padronizado de apicectomia (os 3mm apicais das raízes foram seccionados em ângulo de 45°). Os materiais foram inseridos em cavidades preparadas, com 2mm de profundidade, após a apicectomia, sendo que, nos grupos da guta-percha, houve apenas brunimento a frio ou a quente. Os dentes foram impermeabilizados com cera pegajosa, deixando apenas 1mm apical das raízes exposto e imersos em água durante trinta dias a 37°C. Ao final desse período, os dentes foram imersos em nitrato de prata a 50% durante 2 h, lavados em água destilada e fraturados longitudinalmente. Os resultados obtidos foram medidos e submetidos à análise estatística. Os

autores verificaram que o amálgama sem verniz cavitário, o Cavit e a guta-percha brunida a frio apresentaram infiltração significante, sendo 2,55mm, 3,39mm e 3,24mm respectivamente, os valores médios da infiltração pelo corante. A guta-percha brunida a quente mostrou um valor ainda maior (4,86mm). O grupo da resina composta e adesivo dentinário apresentou os menores valores médios de infiltração (0,28mm), seguido pelo grupo da resina composta isoladamente (1,47mm).

Smee et al.[98] (1987) avaliaram e compararam a capacidade de selamento apical das retrobturações realizadas com quatro materiais diferentes. Os autores instrumentaram 36 dentes humanos extraídos, e obturaram os canais com guta-percha e cimento. As raízes foram apicectomizadas e aleatoriamente divididas em cinco grupos:

a) grupo 1 - quatro raízes, nas quais a guta-percha da região apical foi brunida a frio (controles), não sendo realizado nenhum tipo de preparo de cavidade;
b) grupo 2 - oito raízes, nas quais os preparos de cavidade de Classe I foram retrobturados com adesivo dentinário (Scotchbond - 3M) e resina composta (P-30 - 3M);
c) grupo 3 - oito raízes, nas quais os preparos de cavidade de Classe I foram retrobturados com um material experimental (Teflon);

d) grupo 4 - oito raízes, nas quais os preparos de cavidade de Classe I foram retrobturados com amálgama sem zinco (Kerr);

e) grupo 5 - oito raízes, nas quais os preparos de cavidade de Classe I foram retrobturados com IRM.

As raízes foram imersas em tinta da Índia por 48 h, fraturadas longitudinalmente e a medida da penetração pelo corante foi realizada. Os valores médios da infiltração observada foram 10,44mm no grupo 1, 0,19mm no grupo 2, 0,06mm no grupo 3, 5,13mm no grupo 4 e 1,63mm no grupo 5. Os resultados mostraram que o IRM, o Teflon e a resina composta infiltraram significativamente menos que o amálgama. Os melhores resultados quanto à infiltração foram verificados nos grupos 2 (adesivo dentinário e resina composta) e 3 (Teflon).

Beltes et al.[14] (1988) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a extensão da infiltração apical após a utilização de quatro materiais retrobturadores. Os autores selecionaram quarenta dentes unirradiculares humanos extraídos, prepararam os canais e obturaram com guta-percha e cimento pela técnica da condensação lateral. Após a obturação, as raízes foram apicectomizadas (3mm apicais) e trinta delas receberam preparos de cavidade de Classe I com 2mm de profundidade. Os dentes foram divididos em quatro grupos de dez, de acordo com os materiais em estudo: grupo A - amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson) e verniz; grupo B - cimento EBA; grupo

C - cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem - ESPE) e grupo D - guta-percha brunida a quente. Os dentes foram imersos em tinta da Índia durante 48 h, descalcificados, limpos e examinados em um estereomicroscópio, onde foi medida a profundidade da penetração linear pelo corante. Os valores médios da infiltração observada foram 0,45mm no grupo A; 0,24mm no grupo B; 1,39mm no grupo C e 2,07mm no grupo D. A análise estatística dos resultados mostrou que a infiltração foi significativamente menor nos grupos A (amálgama e verniz) e B (cimento EBA) quando comparados aos grupos C e D (cimento de ionômero de vidro e guta-percha brunida a quente).

Schwartz & Alexander[97] (1988) compararam os resultados quanto à infiltração apical entre as retrobturações realizadas com amálgama sem zinco (Tytin - Kerr) e cimento de ionômero de vidro (Ketac-Silver - ESPE). Com essa finalidade, foram instrumentados vinte caninos superiores humanos extraídos, e obturados com condensação lateral de guta-percha e cimento. Cada raiz foi apicectomizada (cerca de 3mm) em ângulo de 45° com o longo eixo do dente. Após a apicectomia, as superfícies radiculares foram impermeabilizadas com três camadas de esmalte para unhas, e um preparo de cavidade de Classe I, com 3mm de profundidade e aproximadamente 1mm de diâmetro, foi realizado para receber o material retrobturador. Um verniz cavitário foi aplicado em dez cavidades antes da inserção do amálgama e as outras dez cavidades foram obturadas com cimento de ionômero de vidro. Após as retrobturações, os espécimes foram imersos em corante azul de

metileno a 2% e mantidos a 37°C, durante uma semana. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e a profundidade da penetração linear pelo corante foi medida por meio de um estereomicroscópio e ocular micrométrica. Os valores médios da infiltração pelo corante foram 1,87mm no grupo do amálgama e 0,80mm no grupo do cimento de ionômero de vidro. Os resultados mostraram que a penetração pelo corante foi significativamente menor nos espécimes retrobturados com cimento de ionômero de vidro.

Zetterqvist et al.[120] (1988) fizeram uma análise comparativa para avaliar a infiltração ocorrida nas retrobturações com amálgama (Amalcap non-gamma 2 - Vivadent) e cimento de ionômero de vidro (Chemfil - De Trey A.G.) utilizando uma técnica de penetração por corante. Os 64 dentes utilizados foram apicectomizados em ângulo de 45° em relação ao longo eixo da raiz, sendo que, em 44 deles foram realizados preparos de cavidade de Classe I com 2mm de profundidade. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos, sendo 21 retrobturados com amálgama, 23 com cimento de ionômero de vidro e vinte dentes nos quais a guta-percha foi brunida a quente. Após as retrobturações, 32 dentes foram imersos imediatamente em corante e os outros 32 permaneceram armazenados em solução salina durante um ano. A infiltração foi avaliada após 24 h e um ano. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que a infiltração no grupo do amálgama variou de 66% a 82%, no período de um

ano. No grupo do cimento de ionômero de vidro, a infiltração variou de 10% a 38% e no grupo da guta-percha brunida a quente, a infiltração variou de 44% a 59%, no período de um ano. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que a infiltração foi significativamente maior no grupo do amálgama após os dois períodos de avaliação. Segundo os autores, o cimento de ionômero de vidro seria um material retrobturador aceitável e uma alternativa valiosa em substituição ao amálgama.

Barkhordar et al.[9] (1989) avaliaram a utilização do amálgama e do cimento de ionômero de vidro como materiais retrobturadores. Foram utilizados quarenta dentes humanos extraídos, os quais tiveram seus canais preparados e obturados com guta-percha e cimento. Após os procedimentos de apicectomia (2mm apicais) e preparo apical, os dentes foram divididos em sete grupos e retrobturados de acordo com os materiais em estudo:

a) grupo 1 - amálgama sem zinco;
b) grupo 2 - amálgama sem zinco e duas camadas de verniz;
c) grupo 3 - Ketac-Silver (ESPE) e duas camadas de verniz;
d) grupo 4 - Ketac-Silver sem verniz;
e) grupo 5 - Ketac-Fil (ESPE) e duas camadas de verniz;
f) grupo 6 - Ketac-Fil sem verniz;
g) grupo 7 - Ketac-Bond (ESPE).

As camadas de verniz foram aplicadas nos grupos 2, 3 e 5 após a inserção dos materiais nas cavidades apicais. As superfícies radiculares, com exceção dos 2mm abaixo da linha de secção apical, foram impermeabilizadas com duas camadas de verniz. Os dentes foram imersos em corante azul de metileno a 1%, durante 24 h. Após a secção longitudinal das raízes, a penetração linear pelo corante foi medida e analisada. Os valores médios da infiltração apical foram 0,57mm no grupo 1, 0,39mm no grupo 2, 0,22mm no grupo 3, 0,54mm no grupo 4, 0,11mm no grupo 5, 0,46mm no grupo 6 e 0,17mm no grupo 7. Os melhores resultados com relação à infiltração apical foram observados nos grupos do Ketac-Fil com verniz (grupo 5) e Ketac-Bond (grupo 7).

Bondra et al.[21] (1989) avaliaram a capacidade de selamento apical proporcionada pelo amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson) associado a um verniz cavitário, IRM e cimento EBA quando empregados como materiais retrobturadores. Foram preparados e obturados 51 dentes unirradiculares humanos extraídos, dos quais 45 foram divididos em três grupos experimentais e seis permaneceram como controles positivo e negativo. Os 3mm apicais das raízes foram seccionados e cavidades de Classe I foram preparadas com 2mm de profundidade. As raízes foram divididas em grupos, retrobturadas com os materiais em teste e imersas em tinta da Índia por 72 h. Após esse período, as raízes foram limpas e a infiltração foi avaliada em um estereomicroscópio. Não houve infiltração nas raízes do grupo controle negativo, mas ocorreu

infiltração total nas raízes do grupo controle positivo. A análise estatística dos resultados mostrou que ocorreram diferenças significantes entre os grupos 1 e 2 (amálgama + verniz cavitário e cimento EBA) e entre os grupos 1 e 3 (amálgama + verniz cavitário e IRM). A diferença entre os grupos 2 e 3 (cimento EBA e IRM) não foi estatisticamente significante. Os piores resultados com relação à infiltração apical foram observados no grupo 1 (amálgama + verniz cavitário).

Edmunds & Thirawat[34] (1989) utilizaram uma técnica de penetração por corante para avaliar a capacidade de selamento do amálgama utilizado como material retrobturador *in vitro*. Os autores procuraram determinar se a profundidade da retrobturação com amálgama (1, 2 ou 4mm), com ou sem a presença da obturação dos canais radiculares utilizando guta-percha e cimento, poderia influenciar os resultados com relação ao selamento apical. Os autores utilizaram 84 dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais foram divididos aleatoriamente em dez grupos:

a) grupo 1 - dois dentes, não foi realizada obturação dos canais radiculares nem secção apical (controle positivo);
b) grupo 2 - dois dentes, não foi realizada obturação dos canais radiculares mas os forames apicais foram selados com cera pegajosa (controle negativo);

c) grupo 3 - dez dentes, obturação dos canais radiculares por condensação lateral de guta-percha e cimento;

d) grupo 4 - dez dentes, obturação dos canais e secção radicular (2mm apicais);

e) grupo 5 - dez dentes, secção apical, preparo de cavidade com 1mm de profundidade e retrobturação com amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson);

f) grupo 6 - dez dentes, secção apical, preparo de cavidade com 2mm de profundidade e retrobturação com amálgama;

g) grupo 7 - dez dentes, secção apical, preparo de cavidade com 4mm de profundidade e retrobturação com amálgama;

h) grupo 8 - dez dentes, obturação dos canais radiculares, secção apical, preparo de cavidade com 1mm de profundidade e retrobturação com amálgama;

i) grupo 9 - dez dentes, obturação dos canais radiculares, secção apical, preparo de cavidade com 2mm de profundidade e retrobturação com amálgama;

j) grupo 10 - dez dentes, obturação dos canais radiculares, secção apical, preparo de cavidade com 4mm de profundidade e retrobturação com amálgama.

Os dentes foram imersos em solução aquosa de eosina a 5% durante 48 h. Após esse período, as raízes foram fraturadas longitudinalmente e a extensão da penetração pelo corante foi medida. Os resultados foram analisados estatisticamente e comparados com os grupos controle. Ocorreu penetração total pelo corante nos espécimes do grupo controle positivo e ausência de penetração pelo corante nos espécimes do grupo controle negativo. Os valores médios da infiltração verificada foram 6,43mm no grupo 3, 5,40mm no grupo 4, 6,55mm no grupo 5, 6,18mm no grupo 6, 6,33mm no grupo 7, 3,98mm no grupo 8, 9,25mm no grupo 9 e 5,03mm no grupo 10. Os autores verificaram que a profundidade da retrobturação de amálgama não influenciou os resultados com relação à penetração pelo corante. As diferenças observadas entre os grupos não foram estatisticamente significantes. Segundo os autores, a obturação do canal radicular é sempre desejável e mais importante que a profundidade da retrobturação.

Goldman et al.[42] (1989) realizaram um estudo *in vitro* para determinar a utilidade dos testes com corante na avaliação da infiltração marginal apical. Na primeira parte do trabalho, foram utilizados noventa dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais foram preparados, mas não obturados. Os dentes foram divididos aleatoriamente em seis grupos de 15. No grupo A-1, o forame apical foi mantido aberto e o acesso coronário foi fechado com cimento de óxido de zinco e eugenol; no grupo A-2, o forame apical foi fechado com

cimento de óxido de zinco e eugenol e o acesso coronário foi mantido aberto; no grupo A-3, o forame apical e o acesso coronário foram mantidos abertos. As superfícies dentais, com exceção do forame apical e acesso coronário, foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas. Os dentes foram imersos em solução de violeta cristal a 1% da seguinte forma: cinco dentes em cada grupo foram colocados com a extremidade aberta para cima (∧), extremidade aberta para baixo (∨), ou na posição horizontal (< >). Os dentes foram mantidos no corante por 3 h, lavados, secos e seccionados longitudinalmente para que a extensão da penetração pelo corante pudesse ser medida. Nos grupos B-1, B-2 e B-3, os 45 dentes remanescentes foram preparados da mesma maneira, porém antes da imersão no corante, os grupos foram submetidos a um ambiente de vácuo de 25mmHg durante 10 min. Decorrido esse período, os dentes foram mantidos no corante por mais 3 h, removidos, lavados, secos e seccionados longitudinalmente. Na segunda parte do trabalho, foram selecionados vinte dentes unirradiculares extraídos, os quais foram preparados endodonticamente, secos e obturados com guta-percha e cimento pela técnica da condensação lateral. Um fio ortodôntico com espessura de 0,015 polegadas foi colocado no forame apical dos canais e, por meio dele, foi estabelecido um defeito proposital na obturação dos canais radiculares. O acesso coronário dos canais foi mantido fechado. Os dentes foram aleatoriamente divididos em dois grupos de dez. No

grupo C, os dentes com a extremidade aberta voltada para baixo foram imersos no corante por 3 h. No grupo D, os dentes com a extremidade aberta voltada para baixo foram submetidos a um ambiente de vácuo antes da imersão no corante e tratados como nos grupos B-1, B-2 e B-3. Os resultados mostraram que ocorreu penetração total nos dentes onde foi empregado o ambiente de vácuo antes da imersão no corante (grupos B-1, B-2, B-3 e D). Quando o ar não foi removido, a penetração pelo corante não foi total. A única exceção foi observada no grupo A-3, onde os dentes foram mantidos na posição vertical, com ambas as extremidades abertas, e ocorreu penetração total pelo corante. Segundo os autores, a validade dos estudos com corante, que não consideram a presença do ar aprisionado, é questionável.

Spangberg et al.[101] (1989) verificaram a influência da presença do ar aprisionado no interior de canais radiculares sobre a precisão dos estudos de infiltração, utilizando métodos de penetração por corantes. Foram preparadas 39 raízes palatinas de molares superiores e obturadas apenas com cimento. Os 2mm apicais das raízes foram seccionados e as mesmas foram divididas em três grupos de 13 (12 espécimes experimentais e um controle). Os grupos foram divididos da seguinte forma:

a) grupo 1 - foram confeccionados espaços com 0,28mm de diâmetro no cimento e os espécimes foram imersos passivamente em

solução aquosa de azul de metileno a 2% por uma semana;

b) grupo 2 - foram confeccionados espaços com 0,51mm de diâmetro no cimento e os espécimes foram imersos passivamente em solução aquosa de azul de metileno a 2% por uma semana;

c) grupo 3 - foram confeccionados espaços com 0,28mm de diâmetro no cimento e os espécimes foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2%, sob ambiente de vácuo, para eliminar a presença do ar no interior dos espaços.

Foram mantidos três espécimes como controles, nos quais a superfície externa foi impermeabilizada com esmalte para unhas e cera pegajosa. A infiltração foi medida por meio de um estereomicroscópio. Os autores só observaram a completa penetração pelo corante nos espaços vazios, quando submeteram os espécimes ao ambiente de vácuo. Os resultados desse estudo mostraram que o ar aprisionado no interior dos espaços vazios produziu artefatos na técnica de imersão passiva; assim, os espécimes deveriam ser submetidos ao ambiente de vácuo antes da imersão em corante. Dessa forma, segundo os autores, os estudos de penetração por corantes poderiam demonstrar a verdadeira extensão das falhas (espaços) presentes nas obturações dos canais radiculares.

Thirawat & Edmunds[106] (1989) selecionaram setenta dentes unirradiculares humanos extraídos, para avaliar a capacidade de selamento apical de vários materiais utilizados para retrobturação em cirurgia parendodôntica. Os dentes foram divididos em sete grupos de dez, de acordo com os materiais em avaliação:

a) grupo 1 - obturação dos canais por condensação lateral de guta-percha e cimento sem secção radicular;
b) grupo 2 - obturação dos canais, secção radicular e retrobturação com amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson) associado a um verniz cavitário;
c) grupo 3 - obturação dos canais, secção radicular e retrobturação com cimento EBA;
d) grupo 4 - obturação dos canais, secção radicular e retrobturação com cimento de ionômero de vidro (Chem-Fill II - De Trey, Dentsply);
e) grupo 5 - obturação dos canais, secção radicular e retrobturação com resina composta (Heliosit - Vivadent);
f) grupo 6 - obturação dos canais, secção radicular e retrobturação com adesivo dentinário (Scotchbond - 3M) e resina composta;

g) grupo 7 - obturação dos canais, secção radicular e retrobturação apenas com adesivo dentinário.

Os dentes foram imersos em solução aquosa de eosina a 5% por 48 h, e posteriormente fraturados longitudinalmente para análise da penetração pelo corante. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente. A profundidade média de penetração pelo corante foi 9,25mm no grupo 1, 6,48mm no grupo 2, 5,33mm no grupo 3, 1,40mm no grupo 4, 0,58mm no grupo 5, 1,33mm no grupo 6 e 1,15mm no grupo 7. Os resultados mostraram que nenhum dos materiais produziu um selamento perfeito, mas o cimento de ionômero de vidro, a resina composta, a resina composta associada ao adesivo dentinário e o adesivo dentinário isoladamente produziram os melhores resultados com relação ao selamento apical, quando comparados aos demais materiais em teste.

Tuggle et al.[113] (1989) verificaram a capacidade de selamento apical do amálgama (Tytin - Kerr / Sybron), guta-percha brunida a frio, amálgama com verniz cavitário e cimento Super EBA em dentes humanos extraídos. Em cada grupo experimental, os autores utilizaram vinte dentes unirradiculares, os quais foram instrumentados e obturados com guta-percha e cimento. Os 2mm apicais das raízes foram seccionados e os materiais foram inseridos em preparos de cavidade de Classe I com 3mm de profundidade. Após os procedimentos de retrobturação, as raízes foram impermeabilizadas com três camadas de esmalte para unhas, e imersas em corante azul de

metileno a 1% durante duas semanas. Decorrido esse período, os dentes foram lavados e seccionados longitudinalmente. A extensão da penetração pelo corante foi medida por meio de um microscópio com ocular micrométrica. Os valores médios da infiltração pelo corante foram 2,33mm para o amálgama, 2,58mm para a guta-percha brunida a frio, 1,63mm para o amálgama associado a um verniz cavitário e 2,64mm para o cimento Super EBA. Os melhores resultados foram observados no grupo do amálgama associado ao verniz cavitário. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os outros grupos.

Baker & Oguntebi[8] (1990) fizeram um estudo *in vitro* para avaliar a influência do nível de secção apical e retrobturação com amálgama sem zinco (Dispersalloy - Johnson & Johnson) sobre o selamento apical de canais radiculares. Foram instrumentados cinqüenta caninos humanos extraídos, e obturados com condensação lateral de guta-percha ou Thermafil utilizando cimento. Decorridas 24 h após a obturação, os dentes foram divididos da seguinte forma:

a) grupo A - obturação com guta-percha e cimento pela técnica da condensação lateral;
b) grupo B - obturação com Thermafil e cimento;
c) grupo C - obturação com Thermafil e cimento, secção dos 2mm apicais das raízes;
d) grupo D - obturação com Thermafil e cimento, secção dos 4mm apicais das raízes;

e) grupo E - obturação com Thermafil e cimento, secção dos 2mm apicais das raízes e retrobturação com amálgama (cavidade com 2mm de profundidade e 2mm de diâmetro).

A superfície externa das raízes foi impermeabilizada com esmalte para unhas e os dentes foram colocados em corante azul de metileno a 1% a 37°C, durante duas semanas. As raízes foram fraturadas longitudinalmente e a profundidade da penetração linear pelo corante foi medida por meio de um estereomicroscópio e ocular micrométrica. Os valores médios da infiltração pelo corante foram 1,04mm no grupo A, 0,70mm no grupo B, 0,66mm no grupo C, 0,90mm no grupo D e 0,77mm no grupo E. A análise estatística dos resultados mostrou que não ocorreram diferenças significantes entre os grupos. O nível de secção apical das raízes não influenciou significativamente a extensão linear de penetração pelo corante. A retrobturação com amálgama não reduziu significativamente a infiltração apical.

Dorn & Gartner[33] (1990) fizeram um estudo clínico para comparar as porcentagens de sucesso em dentes que receberam retrobturações com amálgama (Sybralloy - Kerr), Super EBA ou IRM. Foram realizadas 488 radiografias periapicais logo após as cirurgias e outras 488 num período mínimo de seis meses e máximo de dez anos. Os resultados revelaram que ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre o Super EBA e o amálgama, e entre o IRM e o amálgama. As diferenças observadas entre o Super EBA e o

IRM não foram estatisticamente significantes. Os resultados mostraram que o Super EBA e o IRM demonstraram um aumento nas taxas de sucesso quando comparados ao amálgama. As porcentagens de sucesso obtidas foram 75%, 91% e 95% para o amálgama, IRM e Super EBA, respectivamente.

Holland et al.[48] (1990) avaliaram a influência do emprego do vácuo na profundidade da infiltração marginal do corante azul de metileno a 2% em dentes com canais obturados. Com esse objetivo, os autores seccionaram as coroas de quarenta dentes unirradiculares humanos extraídos, e prepararam os canais radiculares de forma padronizada. As raízes foram impermeabilizadas externamente com uma camada de araldite e os canais foram obturados com guta-percha e cimento pela técnica da condensação lateral. Decorridas 24 h, dez espécimes foram imersos em corante azul de metileno a 2%, onde permaneceram durante 24 h. Os demais espécimes foram submetidos a um ambiente de vácuo de 0,002mmHg durante 10 min, antes da imersão no corante. Foram avaliadas três variáveis:

a) após 10 min de vácuo, os espécimes foram imersos no corante, o vácuo foi eliminado e os mesmos permaneceram imersos por mais 3 h;
b) após 10 min de vácuo, os espécimes foram imersos no corante, o vácuo foi eliminado e os espécimes permaneceram mais 24 h no corante;

c) após 10 min de vácuo, os espécimes foram imersos no corante, o vácuo foi mantido e os espécimes permaneceram mais 1 h no corante.

Após esses procedimentos, os espécimes foram removidos do corante, lavados, secos e fraturados longitudinalmente. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que a infiltração pelo corante foi maior quando o vácuo foi empregado. Os resultados obtidos com o emprego do vácuo, mesmo variando o tempo de permanência dos espécimes no corante, foram semelhantes entre si. Os autores concluíram que com o emprego do vácuo, a infiltração marginal pode ser mais pronunciada do que na ausência deste, e que as variáveis de emprego do vácuo e permanência dos espécimes no corante (vácuo e 24h no corante, vácuo e 3h no corante, vácuo e 1h no corante) não determinaram diferenças na profundidade alcançada pelo elemento traçador.

King et al.[62] (1990) avaliaram o selamento apical obtido com cinco materiais retrobturadores em dentes humanos extraídos. Os autores utilizaram 65 dentes unirradiculares, dos quais 55 foram divididos em cinco grupos experimentais (com 11 dentes) e dez foram mantidos como controles (cinco controles positivo e cinco negativo). Os dentes do grupo controle foram obturados apenas com guta-percha. Os materiais testados foram a guta-percha brunida a frio, amálgama (Tytin - Kerr), amálgama com verniz cavitário, Super EBA e um cimento de ionômero de vidro (Ketac-Silver - ESPE). Os canais

radiculares foram limpos e instrumentados (mas não obturados) e os ápices foram seccionados, recebendo preparos de cavidade de Classe I para retrobturação. Os materiais foram inseridos nos preparos e permaneceram durante 24 h. A infiltração foi medida em 24 h, uma, duas e três semanas, e um, dois e três meses após a inserção dos materiais utilizando um método de transporte de fluidos (filtração fluida). Nos intervalos entre as avaliações, todos os espécimes foram armazenados em solução salina fisiológica. Os resultados mostraram que o cimento de ionômero de vidro proporcionou o pior selamento apical quando comparado aos outros materiais em todos os períodos de avaliação. Não houve diferença estatisticamente significante entre o Super EBA, amálgama e amálgama com verniz cavitário.

Koren et al.[64] (1990) avaliaram a capacidade de selamento apical de quatro materiais retrobturadores de canais radiculares em cães. Foram extraídos 69 pré-molares inferiores dos cães após cinco meses da realização da apicectomia e retrobturação dos canais radiculares. Em 54 raízes foi realizada apenas a apicectomia e retrobturação, sendo 19 com resina composta, 19 com cimento de ionômero de vidro e 16 com verniz cavitário e amálgama. Metade das raízes em cada grupo recebeu tratamento com laser CO_2 antes da inserção dos materiais retrobturadores. Dez raízes receberam apenas apicectomia e constituíram o grupo controle positivo. As raízes foram impermeabilizadas com esmalte para unhas (com exceção da superfície radicular seccionada) e imersas em

corante azul de metileno a 2% durante 8 h. Cinco raízes foram totalmente impermeabilizadas com esmalte para unhas e mantidas como controle negativo. Todas as raízes foram fraturadas longitudinalmente no sentido vestíbulo-lingual, e a penetração pelo corante foi observada utilizando microscopia óptica, com especial referência à intensidade do corante e sua penetração no canal radicular. Os resultados não foram quantificados numericamente. Os grupos experimentais mostraram vários padrões de infiltração. As retrobturações com resina composta mostraram as maiores infiltrações, seguidas pelas retrobturações com cimento de ionômero de vidro e amálgama com verniz. A penetração pelo corante através da superfície radicular seccionada foi constantemente observada. O tratamento das raízes com laser CO_2 não alterou os resultados observados.

McDonald & Dumsha[72] (1990) fizeram uma avaliação do selamento apical obtido com materiais adesivos (adesivo dentinário e resina composta) e compararam com o amálgama e guta-percha brunida a quente. Os autores prepararam 158 dentes unirradiculares por meio de uma técnica escalonada e obturaram os mesmos com guta-percha e cimento. Após a obturação, os dentes foram colocados em solução salina a 37°C durante trinta dias, sendo posteriormente divididos em sete grupos de 22, de acordo com os materiais empregados e o preparo apical:

a) grupo I - adesivo dentinário (Lee Pharmaceuticals - Ref. 4165) e resina composta

(Lee Pharmaceuticals - Ref. 4114) - colocados sobre a superfície radicular seccionada;

b) grupo II - adesivo dentinário e resina quimicamente ativada (Lee Pharmaceuticals - Ref. 4230) - colocados sobre a superfície radicular seccionada;

c) grupo III - adesivo dentinário e resina composta - inseridos no preparo cavitário apical;

d) grupo IV - adesivo dentinário e resina quimicamente ativada - nenhum preparo apical. Os materiais foram utilizados para recobrir os 5mm apicais das raízes;

e) grupo V - amálgama (Kerr / Sybron) e verniz cavitário - inseridos no preparo apical;

f) grupo VI - amálgama;

g) grupo VII - guta-percha brunida a quente.

Foram separados dois dentes para o grupo controle positivo e dois para o grupo controle negativo. As raízes foram seccionadas (3mm) em ângulo de 45°, com exceção do grupo IV. As raízes foram impermeabilizadas com cera pegajosa (excluindo 1mm apical) e posteriormente coradas com nitrato de prata a 50% durante 2 h. A infiltração apical foi avaliada medindo-se a penetração linear pelo corante. Os valores médios da infiltração observada foram 0,31mm no grupo I, 0,35mm no grupo II, 0,40mm no grupo III, 1,05mm no grupo IV, 1,74mm no grupo V, 2,84mm no grupo VI e 4,60mm no grupo VII. Os resultados mostraram que os menores valores

médios de infiltração foram encontrados no grupo I e os maiores no grupo VII, sendo que, a diferença entre esses grupos foi estatisticamente significante. Os grupos I, II e III não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre eles. Esses três grupos mostraram os menores valores de infiltração (em média), o que foi estatisticamente significante em relação aos grupos IV, V, VI e VII.

Olson et al.[84] (1990) avaliaram a capacidade de selamento apical proporcionado pela guta-percha termoplastificada injetável de alta temperatura, guta-percha termoplastificada injetável de baixa temperatura com ou sem cimento, cimento de ionômero de vidro (Ketac-Fil - ESPE) e amálgama (Dispersalloy - Johnson & Johnson) com ou sem verniz cavitário. Foram instrumentados 111 dentes unirradiculares humanos extraídos, e obturados com um único cone de guta-percha e cimento. Os 3mm apicais das raízes foram seccionados e os autores prepararam cavidades com 2mm de profundidade nas mesmas. Cada raiz foi aleatoriamente colocada em um dos sete grupos (cada um com 15 dentes) e retrobturada com um dos materiais em avaliação. Foram mantidas seis raízes como controle (positivo e negativo). As raízes foram imersas em tinta da Índia por 72 h e a infiltração apical foi avaliada utilizando um estereomicroscópio. A análise estatística dos resultados indicou que a guta-percha injetável de alta temperatura, sem utilização de cimento, apresentou os piores resultados com relação à infiltração apical. Não houve

diferença estatisticamente significante com relação à infiltração apical entre os outros materiais testados.

Yoshimura et al.[119] (1990) avaliaram *in vitro* a capacidade de selamento apical proporcionado pelas retrobturações com amálgama. Os autores prepararam 12 caninos humanos extraídos, os quais foram obturados com guta-percha e cimento. As raizes foram seccionadas em ângulo de 45°, receberam preparos de cavidade de Classe I com 1mm de profundidade e foram retrobturadas com amálgama (Valiant PhD - L. D. Caulk). A infiltração foi quantificada em ambas as direções (coronária e apical), utilizando um método de transporte de fluidos (filtração fluida) em 90 min, 6 h, um e dois dias, uma, duas, quatro e oito semanas após a inserção e condensação do amálgama. A infiltração em ambas as direções decresceu acentuadamente no intervalo de 90 min até 6 h após a obturação. No intervalo entre um dia e oito semanas foram observadas pequenas mudanças na infiltração. Após qualquer período de tempo, a infiltração em direção coronária foi maior que a infiltração em direção apical. Essa diferença não foi estatisticamente significante, exceto no período de avaliação de 90 min, quando a infiltração em direção coronária foi significativamente maior.

Chong et al.[27] (1991) avaliaram a adaptação e a capacidade de selamento apical de um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável (Vitrebond - 3M) quando utilizado como material retrobturador. Esse material foi comparado com um cimento de ionômero de vidro convencional (Chemfill II - De

Trey - Dentsply) e amálgama (Tytin - Kerr). Foram instrumentados sessenta dentes unirradiculares humanos extraídos, e obturados com guta-percha e cimento. Após os procedimentos de apicectomia, foram preparadas cavidades de Classe I com 2mm de profundidade e os dentes foram divididos em três grupos de vinte, de acordo com os materiais em teste. Os dentes foram imersos em solução aquosa de rhodamina B durante 24 h. A avaliação quantitativa da capacidade de selamento dos materiais foi baseada na extensão de penetração pelo corante junto às paredes cavitárias. A adaptação marginal foi avaliada por meio de um microscópio óptico confocal. Os autores concluíram que:

a) o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável mostrou boa adaptação às paredes cavitárias em 13 dos vinte espécimes avaliados;

b) no interior da cavidade, o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável mostrou boa adaptação à uma das paredes cavitárias em seis espécimes, mas foram observadas fendas na parede oposta. Isto pode ter ocorrido pela contração de polimerização do material;

c) o cimento de ionômero de vidro convencional apresentou-se freqüentemente irregular e foram verificados alguns espaços vazios na base de algumas cavidades. A adaptação do cimento de ionômero convencional às paredes cavitárias foi

considerada boa em 11 dos vinte espécimes avaliados;

d) todas as retrobturações com amálgama mostraram adaptação deficiente às paredes cavitárias e altos valores de infiltração marginal;

e) a capacidade de selamento do cimento de ionômero fotopolimerizável foi significativamente melhor do que o amálgama, mas não foi significativamente diferente do cimento de ionômero de vidro convencional. Entretanto, a capacidade de selamento do cimento de ionômero de vidro convencional foi significativamente melhor do que a do amálgama.

Friedman et al.[39] (1991) estudaram a capacidade de reparação apical em dentes de cães retrobturados com três diferentes materiais e sua correlação com os valores de infiltração por corante obtidos pelos mesmos materiais *in vitro*. Os materiais testados foram o amálgama (Silmet non-gamma 2 - Givatayim) associado a um verniz cavitário, um cimento de ionômero de vidro (Fuji II - G. C. Dental Industrial Corp.) e uma resina composta fotopolimerizável (Estilux Posterior - Kulzer). Os autores realizaram apicectomias e retrobturações em 66 raízes de dentes de cães, sendo que 12 foram mantidas como controles positivo (apicectomia sem retrobturação) e seis como controles negativo (impermeabilização total das raízes com duas camadas de esmalte para unhas após exodontia).

Decorridos seis meses da cirurgia, os cães foram sacrificados e 48 raízes foram distribuídas em três grupos experimentais de 16, de acordo com os materiais em teste. Metade das raízes recebeu tratamento com laser CO_2 na cavidade preparada e na superfície radicular seccionada antes da inserção do material retrobturador, para avaliar o efeito do laser sobre a permeabilidade dentinária. As raízes foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, com exceção da superfície seccionada, e imersas em corante azul de metileno a 2% por 8 h. Decorrido esse período, as raízes foram fraturadas longitudinalmente e os espécimes foram classificados em ordem crescente de acordo com a extensão de penetração pelo corante. Os resultados mostraram que as diferenças na extensão de penetração pelo corante entre os três materiais retrobturadores não foram estatisticamente significantes. Ocorreu penetração de corante nas raízes através de suas superfícies seccionadas, independentemente do emprego do laser. Os autores concluíram que não houve correlação entre a extensão de penetração pelo corante e a capacidade de reparação apical proporcionada pelos materiais.

Inoue et al.[53] (1991) procuraram avaliar a infiltração ocorrida após a realização de retrobturações com amálgama (Valiant PhD - L. D. Caulk), amálgama e verniz cavitário, cimento de ionômero de vidro (Miracle Mix - G. C. Dental Industrial Corp.) e IRM. Foram instrumentados 36 incisivos e caninos humanos extraídos, sendo posteriormente obturados apenas com guta-percha. Os dentes foram

submetidos à apicectomia (2mm apicais seccionados em ângulo de 45°), preparo de uma cavidade apical com 1mm de profundidade e retrobturação com os materiais em teste. Após os procedimentos de retrobturação, a guta-percha foi removida dos canais e a infiltração foi medida quantitativamente, nos períodos de 1,5 h, 6 h, um e quatro dias, uma, duas, quatro, oito, 12, 16 e 24 semanas após, utilizando um método de transporte de fluidos (filtração fluida). Todos os dentes apresentaram infiltração em direção coronária e apical em todos os períodos de avaliação. O grupo de dentes retrobturados com amálgama apresentou infiltração apical estatisticamente significante no período de 1,5 h. A utilização do verniz cavitário reduziu a infiltração apical no grupo do amálgama no período de 1,5 h. Os grupos de dentes retrobturados com cimento de ionômero de vidro e IRM apresentaram infiltração coronária significativamente menor quando comparados ao grupo do amálgama no período de 1,5 h. A avaliação das retrobturações em microscopia eletrônica de varredura evidenciou a presença de defeitos marginais, variando de 5μm a 10μm, entre a dentina radicular e os materiais retrobturadores.

Oliver & Abbott[83] (1991) avaliaram o efeito da presença de ar aprisionado sobre a capacidade de penetração do corante azul de metileno em espaços com tamanho conhecido. Foram empregados 36 tubos capilares com 1mm de diâmetro interno, os quais tiveram uma de suas extremidades fechada a quente. Outros 12 tubos foram selecionados como

controles, sendo seis controles positivo (ambas as extremidades abertas) e seis controles negativo (ambas as extremidades fechadas). Todos os tubos foram preenchidos com cimento e, por meio de um fio ortodôntico com 0,3mm de diâmetro, foram confeccionados espaços no interior dos tubos (um espaço em cada tubo). Os tubos foram divididos em três grupos com 12 espécimes experimentais, dois controles positivo e dois controles negativo. Os espécimes foram submetidos à imersão em corante azul de metileno a 2% utilizando três métodos: 1- imersão passiva no corante por sete dias; 2- centrifugação a 3000rpm durante 5 min e 3- imersão em ambiente de vácuo de 26mmHg por 5min. O grupo submetido ao ambiente de vácuo mostrou penetração total pelo corante em todos os espécimes (100%), o método de centrifugação mostrou uma média de penetração pelo corante de 91% e o método de imersão passiva mostrou uma média de 20,7%. Segundo os autores, esse estudo demonstrou que o método de imersão passiva dos espécimes no corante não é confiável, sendo recomendável o emprego do vácuo nos estudos de infiltração por corantes.

Pissiotis et al.[89] (1991) compararam o selamento apical obtido com o emprego do amálgama sem zinco (Tytin - Kerr) e cimento de ionômero de vidro (Ketac-Silver - ESPE) quando utilizados como materiais retrobturadores. Foram instrumentados quarenta dentes unirradiculares humanos extraídos, sendo divididos em quatro grupos de dez. As raízes foram seccionadas em ângulo de 45° e receberam preparos cavitários com 1mm de profundidade. Os dentes foram divididos

em quatro grupos, de acordo com os procedimentos de retrobturação:

a) grupo 1 - as cavidades apicais foram retrobturadas com cimento de ionômero de vidro;

b) grupo 2 - as cavidades apicais receberam tratamento com ácido poliacrílico (Durelon líquido; ESPE) durante 15 s antes da inserção do cimento de ionômero de vidro;

c) grupo 3 - as cavidades apicais receberam tratamento com ácido poliacrílico durante 15 s antes da inserção do cimento de ionômero de vidro. Após a inserção do material, foi aplicada uma camada de verniz sobre o mesmo;

d) grupo 4 - as cavidades apicais foram retrobturadas com amálgama.

Após a impermeabilização com esmalte para unhas e cera pegajosa, os espécimes foram imersos em corante azul de metileno a 2% durante 15 min, em ambiente de vácuo. A infiltração foi avaliada utilizando um estereomicroscópio. A análise estatística dos resultados mostrou que o grupo 1 apresentou os melhores resultados com relação à infiltração marginal. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos 2, 3 e 4.

Rud et al.[96] (1991) realizaram um estudo clínico para comparar retrobturações realizadas com amálgama e adesivo dentinário associado a resina composta. Os autores

realizaram 776 retrobturações em pacientes com idade entre 15 e 93 anos, sendo 388 com amálgama sem zinco e 388 com adesivo dentinário (Gluma - Bayer AG) e resina composta (Retroplast). Após apicectomia, o amálgama foi inserido em cavidades preparadas com 2mm de profundidade. No grupo do adesivo dentinário e resina composta, os autores utilizaram brocas esféricas e tornaram a superfície radicular seccionada ligeiramente côncava. O material foi aplicado com a finalidade de selar o canal principal, os canais acessórios e os túbulos dentinários. Os pacientes foram acompanhados durante um ano e, por meio de exame clínico e radiográfico, os autores verificaram que, no grupo do amálgama, 59% dos casos mostraram completa reparação apical, 3% reparação por tecido fibroso, 30% incertos e 8% insucessos. No grupo do adesivo dentinário e resina composta, 74% mostraram completa reparação apical, 4% reparação por tecido fibroso, 15% incertos e 7% insucessos. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que a completa reparação apical ocorreu mais significativamente no grupo do adesivo dentinário e resina composta.

Peters & Harrison[87] (1992) fizeram um estudo para comparar a infiltração marginal apical de materiais retrobturadores sob a influência de vácuo. Os autores avaliaram também o efeito da desmineralização das raízes apicectomizadas com ácido cítrico sobre a infiltração apical. Foram preparados 148 caninos e pré-molares humanos extraídos, os quais foram obturados com guta-percha e cimento.

Os dentes foram divididos em oito grupos (seis experimentais e dois controles) de acordo com os materiais testados: amálgama (Tytin - Kerr / Sybron), IRM e guta-percha + cimento com ou sem a aplicação de ácido cítrico. Metade dos espécimes foi imersa em azul de metileno a 2% em ambiente de vácuo de 25mmHg e a outra metade foi imersa no corante sem a presença de vácuo durante o mesmo período (3 h). Os dentes foram fraturados longitudinalmente e a extensão da penetração pelo corante foi determinada utilizando um estereomicroscópio e ocular micrométrica. A diferença mais evidente entre os resultados foi encontrada no grupo controle positivo. Nas condições de vácuo, os controles positivos mostraram penetração total pelo corante (os canais radiculares não estavam obturados nesse grupo) e quando submetidos a imersão passiva (sem vácuo) ocorreu penetração parcial pelo corante. A aplicação de ácido cítrico na superfície seccionada das raízes não influenciou o selamento apical proporcionado pelo amálgama, IRM ou guta-percha + cimento. O grupo de dentes retrobturados com IRM apresentou os maiores valores de infiltração apical quando comparado aos demais grupos em ambiente de vácuo (os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes).

Cathers & Roahen[25] (1993) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a capacidade de selamento apical proporcionada pelo amálgama (Tytin - Kerr), amálgama com verniz cavitário e amálgama com cimento endodôntico (Tubli-Seal - Kerr). Foram preparadas 86 cavidades de Classe I com

5mm de profundidade em dentes unirradiculares humanos extraídos, e obturadas com os materiais em teste. No grupo A, foram obturadas 26 cavidades com amálgama; no grupo B, foram obturadas 32 cavidades com verniz cavitário e amálgama, e no grupo C, foram obturadas 28 cavidades com amálgama e cimento. Os dentes foram imersos em corante por três meses em temperatura ambiente. Para avaliar a penetração de corante na interface amálgama-paredes cavitárias, os dentes foram desmineralizados, desidratados e limpos. Os resultados foram avaliados utilizando um microscópio e ocular micrométrica. A análise dos resultados mostrou que ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos avaliados. O grupo de dentes retrobturados com amálgama e cimento (grupo C) apresentou os menores valores de infiltração pelo corante quando comparado aos demais grupos.

Chong et al.[28] (1993) avaliaram a utilização de um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável como material retrobturador. O cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável (Vitrebond - 3M) foi comparado com um cimento de ionômero de vidro convencional (Baseline - De Trey, Dentsply). A adaptação e a capacidade de selamento dos materiais foram avaliadas por meio de um microscópio óptico confocal e utilização de um corante fluorescente (solução aquosa de rhodamina B por 24 h). Os canais radiculares de quarenta dentes unirradiculares humanos extraídos foram preparados e obturados com guta-percha e cimento. Todos os dentes foram apicectomizados e divididos em quatro grupos de dez. No

primeiro grupo, uma cavidade com 2mm de profundidade foi preparada e obturada com o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável. Nos demais grupos não foram preparadas cavidades, sendo que os materiais foram aplicados diretamente sobre a superfície radicular seccionada. O cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável foi aplicado em diferentes espessuras: uma camada fina no grupo 2 (aproximadamente 1mm) e uma camada mais espessa no grupo 3 (maior que 1mm). O cimento de ionômero de vidro convencional foi aplicado diretamente no último grupo com uma espessura de aproximadamente 1mm. No grupo onde o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável foi utilizado como material retrobturador nas cavidades, o material mostrou boa adaptação em uma das paredes, mas foram observadas fendas na parede oposta. Os dois materiais (fotopolimerizável e convencional) empregados como seladores mostraram boa adaptação à superfície radicular seccionada, independentemente da espessura utilizada. Os melhores resultados com relação à infiltração de corante foram observados no grupo de dentes selados com o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável na espessura fina (aproximadamente 1mm). Esses resultados foram estatisticamente significantes quando comparados com o grupo do cimento de ionômero de vidro convencional. Os piores resultados com relação à infiltração de corante foram observados no grupo de dentes selados com o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável em maior espessura (maior que 1mm) e no grupo selado com o cimento de ionômero de

vidro convencional, entretanto, as diferenças entre esses grupos não foram estatisticamente significantes.

McKendry et al.[73] (1993) avaliaram a influência do tempo de armazenamento sobre a quantidade de penetração por corante em retrobturações. Foram utilizados setenta dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais tiveram suas coroas anatômicas removidas. Após a remoção das coroas, os canais foram instrumentados e obturados com guta-percha e cimento. Com exceção dos 2mm apicais, as raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas e posteriormente seccionadas. Foram preparadas sessenta cavidades de Classe I nas raízes, e obturadas com amálgama, Super EBA e IRM (vinte raízes para cada material). Metade das raízes de cada grupo foi colocada imediatamente em tinta da Índia por 48 h e a outra metade somente após 24 h. Foram utilizadas dez raízes como controle positivo (guta-percha sem cimento) e dez como controle negativo (impermeabilizadas com cera para osso). Os dentes foram descalcificados e a penetração linear pelo corante foi medida e analisada estatisticamente. Os resultados mostraram que a infiltração pelo corante foi significativamente menor nas raízes retrobturadas com Super EBA e IRM, não ocorrendo diferenças significantes entre os dois materiais. Os piores resultados foram observados no grupo de dentes retrobturados com amálgama. O tempo de armazenamento não teve influência significante sobre a extensão de penetração pelo corante.

Andreasen & Pitt Ford[6] (1994) realizaram um estudo radiográfico em macacos para avaliar o efeito de vários materiais retrobturadores sobre a reparação periapical após reimplantes. Os autores extraíram molares permanentes de macacos, seccionaram as raízes (aproximadamente 2mm apicais), contaminaram os canais com saliva, prepararam cavidades apicais com 2mm de profundidade e obturaram com os seguintes materiais: amálgama (Standalloy ou Luxalloy - Degussa), cimento de ionômero de vidro (ASPA - Amalgamated Dental), cimento de hidróxido de cálcio, cimento para obturação de canais radiculares, vários cimentos de óxido de zinco e eugenol, Cavit e guta-percha associada a vários cimentos. Após a retrobturação, os dentes foram reimplantados e esplintados.
Os dentes do grupo controle foram preparados e reimplantados, mas não foram retrobturados com nenhum material (controle positivo). A reparação periapical foi avaliada radiograficamente após oito semanas por meio de medidas da área de radioluscência periapical. Os melhores resultados foram observados nos grupos retrobturados com cimento de ionômero de vidro, Cavit e cimentos de óxido de zinco e eugenol. Não houve diferença estatisticamente significante entre os dentes do grupo controle e aqueles retrobturados com amálgama com relação à área de radioluscência periapical, evidenciando que o amálgama não induziu a reparação dos tecidos periapicais.

Gilheany et al.[41] (1994) procuraram avaliar a infiltração apical associada com a profundidade das retrobturações inseridas em ápices radiculares seccionados em

três diferentes ângulos. Os autores utilizaram 27 dentes unirradiculares, divididos em três grupos de nove, de acordo com o ângulo de secção apical (0°, 30° e 45° em relação ao longo eixo da raiz). O material empregado para as retrobturações foi um cimento de ionômero de vidro (Ketac-Silver - ESPE) inserido em cavidades preparadas após a secção apical das raízes (0,5mm, 1,5mm, 2,5mm e 3,5mm de profundidade). Os resultados obtidos foram analisados e revelaram diferenças estatisticamente significantes na infiltração entre as retrobturações inseridas nas raízes seccionadas em 0°, 30° e 45° em relação ao longo eixo dos dentes. A análise dos resultados mostrou que quanto maior a profundidade das cavidades, menor a infiltração apical. Por outro lado, quanto maior o ângulo de secção das raízes, maior a infiltração apical observada.

Higa et al.[46] (1994) avaliaram o efeito do tempo de armazenamento dos materiais retrobturadores sobre a quantidade de infiltração marginal por corante. Os autores utilizaram setenta dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais foram instrumentados e posteriormente obturados com guta-percha e cimento. Após a obturação, as raízes foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas. Os ápices radiculares foram seccionados em ângulo de 90° com relação ao longo eixo do dente e receberam preparos de cavidade de Classe I, com 2mm de profundidade e 1mm de diâmetro para receber os materiais retrobturadores. Os dentes

foram divididos em três grupos de vinte, e retrobturados com amálgama (Valiant PhD - L. D. Caulk), Super EBA e IRM. Imediatamente após a realização das retrobturações, dez dentes em cada grupo foram imersos em tinta da Índia durante 48 h. As dez raízes remanescentes em cada grupo foram armazenadas em água por 24h e posteriormente imersas no corante. Foram mantidas dez raízes como controles positivo e negativo. Após 72 h de imersão no corante, as raízes foram lavadas e desmineralizadas, sendo avaliados os resultados quanto à infiltração linear pelo corante. O Super EBA e o IRM mostraram infiltração significativamente menor que o amálgama. O tempo de armazenamento não teve influência significante sobre a quantidade de infiltração por corante nesse estudo.

Torabinejad et al.[108] (1994) verificaram a adaptação marginal apical de três obturações convencionais e quatro retrobturações com amálgama em dentes extraídos por razões protéticas. Os autores procuraram avaliar se havia correlação entre o sucesso clínico dos tratamentos realizados e os resultados obtidos nas avaliações *in vitro*. As obturações convencionais (guta-percha e cimento) foram realizadas em um incisivo central superior, um incisivo lateral superior e na raiz lingual de um primeiro molar superior. As retrobturações com amálgama foram realizadas em um pré-molar superior, nas raízes vestibulares de um primeiro molar superior e na raiz mesial de um segundo molar inferior. A avaliação foi realizada pelo método de infiltração por corante (azul de metileno a 2%

durante 48 h) e microscopia eletrônica de varredura. Nos casos de sucesso clínico, os resultados mostraram penetração pelo corante através do forame apical até o nível da obturação do canal radicular nas raízes obturadas de maneira convencional. Foi verificada a presença de pequenas fendas entre os materiais obturadores e as paredes dentinárias, as quais variaram de 3,6μm a 9,7μm. O corante azul de metileno também penetrou na interface entre o amálgama e as paredes cavitárias, sendo que as fendas observadas nessa interface variaram de 12 a 28μm. A avaliação realizada no único caso de insucesso clínico (presença de lesão periapical na raiz mesial do segundo molar inferior) evidenciou a presença de fendas entre o amálgama e as paredes cavitárias. Nesse caso, ocorreu a completa penetração pelo corante entre o amálgama e as paredes dentinárias, bem como na junção entre a guta-percha e as paredes dentinárias.

Torabinejad et al.[109] (1994) fizeram um estudo *in vitro* para comparar a quantidade de infiltração por corante (na presença ou ausência de sangue) em cavidades apicais retrobturadas com amálgama (Valiant PhD - L. D. Caulk), IRM, Super EBA e um agregado trióxido mineral (MTA). Foram utilizados noventa dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais tiveram suas coroas anatômicas removidas. Todas as raízes foram instrumentadas por uma técnica escalonada e os canais foram obturados com guta-percha e cimento pela técnica da condensação lateral. O acesso coronário foi fechado com

Cavit e, com exceção dos 2mm apicais, as superfícies radiculares foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas. Após a remoção de 2 a 3mm apicais de cada raiz, foram preparadas cavidades padronizadas (1mm de diâmetro e 2mm de profundidade). Foram obturadas cinco cavidades apenas com guta-percha e outras cinco com cera pegajosa, as quais permaneceram como controle positivo e negativo, respectivamente. As oitenta raízes remanescentes foram divididas em quatro grupos, e retrobturadas com os materiais em teste. Para cada material, metade das cavidades foram secas antes da colocação do mesmo e a outra metade foi contaminada com sangue. Após a obturação das cavidades, as noventa raízes foram imediatamente colocadas em corante azul de metileno a 1% durante 72 h. Após esse período, as raízes foram fraturadas longitudinalmente e a penetração linear pelo corante foi medida e analisada estatisticamente. Os resultados obtidos mostraram que a presença ou ausência de sangue não teve efeito significante sobre a quantidade de infiltração. Entretanto, houve diferença significante entre os materiais retrobturadores. O agregado trióxido mineral, com ou sem contaminação por sangue, mostrou infiltração significativamente menor que os outros materiais testados. Ocorreu completa infiltração entre a guta-percha e as paredes cavitárias no grupo controle positivo e nenhuma infiltração no grupo controle negativo.

Ahlberg et al.[3] (1995) compararam os valores da penetração apical por corante utilizando uma solução aquosa de

azul de metileno e tinta da Índia. Foram empregados 125 dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais foram instrumentados por meio de uma técnica escalonada, e posteriormente obturados. Os dentes foram distribuídos em três grupos: Sealapex (Kerr - quarenta dentes), Tubli-Seal (Kerr - quarenta dentes) e Ketac-Endo (ESPE - vinte dentes). Os dentes remanescentes foram utilizados como controles: positivo (vinte), obturados com guta-percha sem utilização de cimento e negativo (cinco), nos quais os ápices foram selados com esmalte para unhas. Após a obturação, os dentes permaneceram imersos em solução salina fisiológica a 37°C durante 48 h. Decorrido esse período, os dentes foram imersos em solução aquosa de azul de metileno ou em tinta da Índia durante sete dias, a 37°C. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e a penetração linear pelos corantes foi avaliada utilizando um estereomicroscópio. Os resultados mostraram que o corante azul de metileno penetrou mais que a tinta da Índia em todos os grupos avaliados. O grupo controle negativo não mostrou penetração pelos corantes. Os autores concluíram que o corante azul de metileno penetrou mais profundamente nos canais, devido ao seu baixo peso molecular e a tinta da Índia penetrou menos que o azul de metileno, devido ao maior tamanho de suas partículas.

Hosoya et al.[50] (1995) avaliaram a utilização de uma liga metálica sem mercúrio, amálgama, cimento de ionômero de vidro e guta-percha brunida a quente como

materiais retrobturadores. Os autores prepararam e obturaram 184 dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais foram divididos em quatro grupos experimentais (quarenta dentes cada) e dois grupos controle (12 dentes cada). Após apicectomia, foram realizados preparos de cavidade de Classe I, com 3mm de profundidade e 1,5mm de diâmetro, em sessenta dentes, os quais foram retrobturados com a liga de gálio GF (Tokuriki - Honten Co.), amálgama (Tytin - Kerr) e cimento de ionômero de vidro (Glasionomer F - Shofu). O último grupo recebeu apenas brunidura da guta-percha a quente após a realização da apicectomia. As raízes foram impermeabilizadas com três camadas de esmalte para unhas e imersas em rhodamina B por 24 h, uma, quatro e 12 semanas. Decorridos os períodos de imersão, os dentes foram removidos do corante, lavados e seccionados longitudinalmente para a avaliação da infiltração ocorrida. O grupo de dentes retrobturados com cimento de ionômero de vidro mostrou os menores valores com relação à infiltração em todos os períodos de avaliação (0,50mm, 0,49mm, 1,17mm, 1,76mm). Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos da liga de gálio GF (0,99mm, 1,54mm, 1,63mm, 2,56mm) e o amálgama (1,16mm, 1,61mm, 1,75mm, 2,22mm). Os piores resultados foram verificados no grupo da guta-percha brunida a quente (1,96mm, 2,63mm, 3,35mm, 3,88mm).

Jesslén et al.[55] (1995) publicaram um estudo clínico comparativo, avaliando o amálgama (Amalcap non-gamma 2 - Vivadent) e o cimento de ionômero de vidro (Chem-

Fil - De Trey) como materiais retrobturadores. Os autores realizaram apicectomia e preparos de cavidade de Classe I em 82 dentes de 67 pacientes. Os tratamentos realizados foram avaliados após um e cinco anos por meio de exame clínico e radiográfico. Os resultados não mostraram diferenças com relação à capacidade de reparação apical entre os dois materiais. As porcentagens de sucesso para ambos os materiais foram 90% após um ano e 85% após cinco anos. Os autores concluíram que, para o selamento apical após apicectomia, o cimento de ionômero de vidro pode ser considerado como uma alternativa válida em substituição ao amálgama, pois os mesmos apresentaram resultados clínicos semelhantes, a longo prazo.

O'Connor et al.[82] (1995) fizeram um estudo para avaliar o selamento apical proporcionado pelo amálgama com verniz cavitário e Super-EBA, utilizando duas técnicas de preparo apical nas raízes. Com essa finalidade, foram instrumentados 64 dentes unirradiculares humanos extraídos, e obturados com guta-percha (sem utilização de cimento). Os dentes foram divididos em quatro grupos:

a) grupo 1 - secção radicular perpendicular ao longo eixo do dente, preparo de cavidade de Classe I com dispositivo ultra-sônico (3mm de profundidade) e retrobturação com Super-EBA;
b) grupo 2 - secção radicular perpendicular ao longo eixo do dente, preparo de cavidade de Classe I com dispositivo ultra-sônico (3mm de

profundidade) e retrobturação com verniz cavitário e amálgama (Tytin - Kerr);

c) grupo 3 - secção radicular em ângulo de 45° com o longo eixo do dente, preparo de cavidade de Classe I com micromotor (3mm de profundidade) e retrobturação com Super-EBA;

d) grupo 4 - secção radicular em ângulo de 45° com o longo eixo do dente, preparo de cavidade de Classe I com micromotor (3mm de profundidade) e retrobturação com verniz cavitário e amálgama.

Os espécimes foram armazenados em solução salina fisiológica, em temperatura ambiente, durante quatro meses. Após esse período, os dentes foram imersos em corante azul de metileno a 1%, durante duas semanas. As raízes foram fraturadas longitudinalmente, e a extensão da penetração pelo corante foi avaliada por dois observadores utilizando um estereomicroscópio. A análise estatística dos resultados mostrou que, independentemente da técnica de preparo apical, o Super-EBA apresentou menor infiltração que o amálgama com verniz cavitário. Não houve diferença significante entre as duas formas de secção apical e as duas técnicas de confecção do preparo de cavidade de Classe I.

Vignaroli et al.[116] (1995) avaliaram a capacidade de selamento apical utilizando quatro adesivos dentinários em dentes humanos. Os autores selecionaram oitenta dentes

unirradiculares humanos extraídos, instrumentaram todos os canais e obturaram com cones de guta-percha (sem utilização de cimento). Os dentes foram divididos em dois grupos de quarenta, tendo suas raízes seccionadas (cerca de 3mm) em ângulo de 45°. Os adesivos dentinários avaliados foram o Amalgambond (AMB - Parkell), Scotchbond Multi-Purpose (SMP - 3M), Prisma Universal Bond 3 (PUB3 - Caulk Dentsply) e All-Bond 2 (AB2 - BISCO). Todos os adesivos foram aplicados diretamente sobre as raízes seccionadas sem que fosse realizado nenhum preparo cavitário apical. Metade das raízes em cada grupo foi contaminada com sangue humano antes da colocação dos adesivos. A infiltração foi medida utilizando um método de transporte de fluidos (filtração fluida) em intervalos de uma, duas, quatro, oito, 12 e 24 semanas. Os resultados indicaram que todos os adesivos dentinários reduziram significativamente a infiltração apical quando comparados aos dentes do grupo controle em todos os intervalos de tempo. A contaminação pelo sangue não influenciou a capacidade de selamento do AMB, PUB3 ou SMP. A infiltração foi significativamente maior nos dentes selados com AB2, nos quais houve contaminação pelo sangue em todos os intervalos de tempo, quando comparada aos resultados observados nas raízes onde não houve contaminação.

2.2 Microscopia eletrônica de varredura

Moodnik et al.[76] (1975) utilizaram microscopia eletrônica de varredura para avaliar quatro retrobturações realizadas com amálgama em dentes humanos. Foram avaliadas três retrobturações realizadas *in vivo* (um canino superior, um segundo molar inferior e um pré-molar superior), em dentes extraídos por razões protéticas ou periodontais. Os autores realizaram uma retrobturação com amálgama *in vitro*, a qual foi utilizada como controle. A avaliação em microscopia eletrônica de varredura mostrou a presença de túbulos dentinários expostos na superfície radicular seccionada e defeitos na interface amálgama-paredes dentinárias em todos os espécimes observados. Esses defeitos variaram de 6µm a 150µm.

Tanzilli et al.[105] (1980) realizaram um estudo *in vitro* para comparar a adaptação marginal do amálgama, guta-percha brunida a quente e guta-percha brunida a frio quando utilizados como materiais para o selamento apical de canais radiculares. Foram preparados quarenta incisivos centrais superiores humanos extraídos e obturados com guta-percha e cimento. Os dentes foram divididos em quatro grupos:

a) grupo I - secção apical das raízes, preparo de cavidade de Classe I com 2mm de profundidade e retrobturação com amálgama (Spheralloy - Kerr);

b) grupo II - secção apical das raízes e brunidura da guta-percha a quente;

c) grupo III - secção apical das raízes e brunidura da guta-percha a frio;

d) grupo IV - secção apical das raízes (grupo controle).

Todos os espécimes foram mantidos em solução salina fisiológica a 37°C por trinta dias. Após esse período, a adaptação marginal dos materiais às paredes dentinárias foi analisada por meio de microscopia eletrônica de varredura. Foram realizadas trezentas fotomicrografias dos espécimes em aumentos que variaram de vinte a quinhentas vezes. As fotomicrografias foram comparadas e analisadas por três observadores. O grupo I (amálgama) mostrou defeitos marginais variando de 10 a 31μm, com 22μm (em média). O grupo II (guta-percha brunida a quente) mostrou defeitos marginais com 6,5μm (em média) e o grupo IV (controle) defeitos com 28μm (em média). Os melhores resultados com relação à adaptação marginal às paredes dentinárias foram observados no grupo III (guta-percha brunida a frio), no qual os defeitos marginais apresentaram 1,8μm (em média).

Stabholz et al.[102] (1985) avaliaram *in vitro* a adaptação marginal de cinco materiais retrobturadores por meio de microscopia eletrônica de varredura. Foram instrumentados cinqüenta dentes unirradiculares humanos extraídos, e após o preparo, os 4mm apicais das raízes foram

seccionados em ângulo de 40° a 45° em relação ao longo eixo da raiz. Foram preparadas cavidades de Classe I, com 2mm de profundidade e 1,5mm de diâmetro, e retrobturadas com amálgama (Silver Star 70 - Silmet), resina composta (Restodent - Lee Pharmaceuticals), cimento de fosfato de zinco, cimento de policarboxilato ou Cavit-W. Após a retrobturação, os dentes foram imersos em solução salina durante seis meses, e posteriormente avaliados com relação à adaptação marginal em microscopia eletrônica de varredura. Foram realizadas fotomicrografias das retrobturações e o espaço existente entre o material e as paredes cavitárias foi medido. A resina composta demonstrou a presença de pequenos espaços marginais (menos que 1μm) e o cimento de fosfato de zinco apresentou espaços com 5μm. O Cavit-W e o cimento de policarboxilato mostraram espaços marginais que variaram de 8 a 15μm. O amálgama mostrou espaços marginais que variaram de 10 a 30μm. Os piores resultados foram observados com o amálgama quando comparado aos demais materiais.

Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989) avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a quantidade e orientação dos túbulos dentinários presentes na superfície apicectomizada de dentes humanos extraídos. Os autores selecionaram 22 dentes unirradiculares (dez dentes de pacientes com idade desconhecida e 12 dentes de pacientes com idade entre 35 e 81 anos). As raízes foram seccionadas longitudinalmente com discos diamantados sob jato de ar e

água. Após a secção longitudinal, uma das metades da raiz foi apicectomizada (3mm) em ângulos que variavam de 45° a 60° e a outra metade foi mantida intacta. A *smear layer* foi removida com aplicação de ácido fosfórico a 37% por 15 s, os dentes foram lavados com jato de ar e água por 30 s e imersos em hipoclorito de sódio a 5,25% por 24 h. Após a limpeza, os dentes foram preparados para análise em microscopia eletrônica de varredura. No grupo dos dentes de pacientes com idade desconhecida, os autores observaram muitos túbulos dentinários expostos, sendo muito variável o número, diâmetro e orientação desses túbulos. No grupo dos dentes de pacientes com idade conhecida, os autores observaram que, na área próxima ao canal radicular, o número de túbulos expostos variou entre 19 mil e 48 mil por mm^2; entre o canal radicular e a junção cemento-dentina, o número de túbulos variou entre 18 mil e trinta mil por mm^2 e próximo à junção cemento-dentina, o número de túbulos expostos variou entre sete mil e 17 mil por mm^2. Os autores verificaram um grande número de túbulos dentinários expostos na superfície radicular apicectomizada, e salientaram a necessidade de pesquisas sobre novos materiais ou métodos que possam selar não apenas o canal radicular, mas também a superfície dentinária exposta.

Rud et al.[95] (1991) utilizaram adesivo dentinário e resina composta para o selamento de ápices radiculares. Os autores seccionaram ápices radiculares de dentes humanos extraídos, fazendo com que a superfície radicular seccionada tivesse um formato ligeiramente côncavo. As superfícies

seccionadas receberam um tratamento com EDTA, pH 7,4, durante 20 s e aplicação do adesivo dentinário (Gluma - Bayer AG) e resina composta (Retroplast). Os autores avaliaram a resistência adesiva e a adaptação marginal em dentes humanos extraídos, e a resposta histológica foi avaliada em dentes extraídos de macacos após um ano da realização dos mesmos procedimentos. Os resultados mostraram que a resistência adesiva dos materiais, nessas condições, foi satisfatória (aproximadamente 18 MPa), mesmo utilizando um cimento à base de óxido de zinco e eugenol para a obturação dos canais radiculares. Foi verificada uma boa adaptação entre a resina composta e a superfície radicular seccionada em microscopia óptica e em microscopia eletrônica de varredura. A análise histológica dos tecidos periapicais dos macacos revelou ausência de células inflamatórias na região adjacente à retrobturação. Em alguns casos, houve a formação de cemento e fibras de Sharpey em contato com a resina composta.

Andreasen et al.[5] (1993) trataram dois incisivos superiores humanos *in vivo* pelos procedimentos de apicectomia e selamento apical das raízes seccionadas com adesivo dentinário (Gluma - Bayer AG) e resina composta (Retroplast). A reparação periapical foi observada poucos meses depois por radiografias. Os dentes foram extraídos após três anos, devido à fratura radicular no primeiro e reabsorção óssea marginal no segundo. Durante a remoção dos dentes, os autores retiraram também parte do osso periapical adjacente para análise histológica e análise em microscopia eletrônica de

varredura. Os autores observaram uma nova formação dos tecidos periodontais (cemento, ligamento periodontal e osso alveolar) adjacentes à resina composta, incluindo a formação de lâmina dura, inserção de fibras de Sharpey e deposição de cemento em íntimo contato com a resina composta. Os resultados mostraram que ocorreu regeneração tecidual e cementogênese após o selamento apical dos dois dentes com adesivo dentinário e resina composta. Os autores sugeriram que esse tratamento poderia constituir-se numa forma biológica de fechamento dos canais radiculares.

Bernardineli[18] (1995) avaliou a adaptação e a infiltração marginal da pasta Lysanda, Coe-Pak, cimento de ionômero de vidro (Chelon-Silver), cimento Super-EBA, cimento N-Rickert e cimento Renew fotopolimerizável, quando utilizados como materiais retrobturadores. Foram empregados 180 dentes caninos humanos extraídos, os quais foram instrumentados e obturados com guta-percha e cimento. As raízes foram seccionadas a 2mm do vértice apical, em ângulo de 45°, e receberam preparos cavitários com 2mm de profundidade, sendo divididas aleatoriamente em dez grupos de 18. Os preparos cavitários apicais foram retrobturados com os seis materiais em avaliação, após o emprego de três substâncias irrigadoras (solução fisiológica, hipoclorito de sódio a 1% e EDTA). Após as retrobturações com os materiais em teste, os espécimes foram imersos em corante azul de metileno a 2% durante 24 h, sendo a seguir metalizados e levados ao microscópio eletrônico de varredura. Foram obtidas fotografias

(com aumento de 75 X) para a leitura das desadaptações em cada uma das condições. A seguir, os dentes foram desgastados longitudinalmente até a metade da raiz, onde foi medida a infiltração pelo corante ocorrida na interface dente-material. Os valores médios dos desajustes marginais (em μm) e da infiltração pelo corante (em mm) nas retrobturações, em função dos materiais e soluções irrigadoras, foram 3,50μm e 0,337mm para a pasta Lysanda, 17,58μm e 0,525mm para o Coe-Pak, 18,49μm e 1,756mm para o cimento de ionômero de vidro, 8,44μm e 1,446mm para o cimento Super-EBA, 9,86μm e 1,284mm para o cimento N-Rickert, 5,28μm e 0,302mm para o cimento Renew fotopolimerizável. O autor verificou que, em relação ao desajuste e infiltração marginal, houve influência estatisticamente significante dos materiais retrobturadores. A correlação entre desajuste e infiltração marginal se mostrou positiva com a solução fisiológica, negativa com o hipoclorito de sódio a 1% e não muito bem definida com o EDTA, mostrando uma tendência não muito evidente de que, quanto maior o desajuste, maior a infiltração marginal.

Biggs et al.[19] (1995) avaliaram *in vitro* as condições das retrobturações realizadas com amálgama, cimento de ionômero de vidro e cimento EBA após dez anos de armazenamento em solução salina fisiológica. Foram selecionados 61 incisivos centrais superiores, limpos e divididos em seis grupos de dez, sendo mantido um dente como controle. Trinta raízes foram seccionadas com broca de fissura número

57 em alta rotação e as outras trinta foram seccionadas em baixa rotação. Após a secção apical das raízes, foram confeccionadas cavidades com 2,5mm de profundidade para receber as retrobturações. Foram realizadas vinte retrobturações com cimento EBA e outras vinte com cimento de ionômero de vidro (Ketac - Premier Dental Products). Foram realizadas dez retrobturações com amálgama contendo zinco (Dispersalloy - Johnson & Johnson) nas raízes seccionadas em alta rotação e dez retrobturações com amálgama sem zinco (Dispersalloy - Johnson & Johnson) nas raízes seccionadas em baixa rotação. Todos os dentes foram armazenados em solução salina fisiológica durante dez anos. Após esse período, a porção apical das raízes foi fotografada e avaliada por três observadores quanto à adaptação marginal, fratura radicular, manchamento, espaços vazios e rugosidade. O cimento EBA e o amálgama mostraram melhores resultados que o cimento de ionômero de vidro em todas as categorias avaliadas.

Torabinejad et al.[110] (1995) avaliaram a adaptação marginal do amálgama (Sybralloy - Kerr), Super EBA, IRM e MTA (agregado trióxido mineral) quando empregados como materiais retrobturadores, utilizando microscopia eletrônica de varredura. Foram preparados 88 dentes unirradiculares humanos extraídos, e posteriormente obturados com guta-percha e cimento. Após a secção apical das raízes e o preparo de uma cavidade com 3mm de profundidade, os materiais foram manipulados e inseridos de acordo com as recomendações dos fabricantes. Decorridas 48 h, os dentes foram seccionados

longitudinalmente em duas metades e preparados para análise em microscopia eletrônica de varredura. Os autores observaram a presença de fendas entre os materiais e as paredes cavitárias, as quais foram medidas e os resultados foram analisados estatisticamente. O MTA apresentou as menores fendas marginais (com 2,68μm em média) e o IRM as maiores (com 11,00μm em média). As maiores fendas marginais observadas entre o amálgama e as paredes cavitárias mediam 18,8μm (com 4,8μm em média). As maiores fendas marginais observadas no grupo do Super-EBA mediam 14,9μm (com 6,31mμm em média). As fendas observadas no grupo do Super EBA e do amálgama foram maiores que no grupo do MTA. A análise estatística dos resultados mostrou que o MTA apresentou melhor adaptação marginal às paredes cavitárias quando comparado ao amálgama, Super EBA e IRM.

3 PROPOSIÇÃO

Considerando os resultados contraditórios quanto ao selamento apical de canais radiculares, proporcionado por diferentes técnicas e materiais empregados em retrobturações até o momento e, considerando que o ideal seria o selamento completo do ápice radicular, propomo-nos a avaliar *in vitro:*

a) a infiltração marginal por corante ocorrida na interface entre cinco materiais odontológicos e as paredes cavitárias, em dentes que receberam apicectomia, preparo cavitário apical e retrobturação com esses materiais;

b) a infiltração marginal por corante ocorrida na interface entre os materiais empregados e a superfície radicular seccionada, em dentes que receberam apicectomia e recobrimento apical com esses materiais;

c) a adaptação entre os materiais e as superfícies dentárias, por meio de microscopia eletrônica de varredura, na interface material-paredes cavitárias e na interface material-superfície radicular seccionada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Os materiais utilizados neste trabalho foram:

a) **LOJIC +** , amálgama de partículas esféricas, em cápsulas, fabricado pela SDI (Southern Dental Industries Com. e Part. Ltda.), com a seguinte composição:

- liga

Prata.....60,10%

Estanho.....28,05%

Cobre.....11,80%

Platina.....0,05%

Relação liga-mercúrio ideal.....1:0,67

(40% de mercúrio)

b) **Scotchbond Multi-Uso Plus,** sistema adesivo dental, fabricado pela 3M, com a seguinte composição:

- ácido de ataque: ácido fosfórico a 35%;
- primer: solução aquosa de HEMA (2 hidroxietilmetacrilato) e um copolímero do ácido polialcenóico do ionômero de vidro Vitrebond;
- adesivo: solução de BIS-GMA (bisfenol A e glicidilmetacrilato), HEMA (2 hidroxietilmetacrilato) e aminas;

c) **Restaurador Z100**, resina restauradora radiopaca, fotopolimerizável, fabricada pela 3M. O material inorgânico ou filler é um mineral sintético de zircônia / sílica, representando 71% em volume. Contém parte orgânica composta de BIS-GMA (bisfenol A e glicidilmetacrilato) e TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato);

d) Vitremer, ionômero de vidro de ativação tripla, fabricado pela 3M, com a seguinte composição:

- pó: contém vidro de silicato de flúor-alumínio, persulfato de potássio e ácido ascórbico;
- líquido: solução aquosa de ácido policarboxílico modificado, grupos metacrilatos suspensos, copolímero do ionômero de vidro Vitrebond, água, HEMA (2 hidroxietilmetacrilato) e fotoiniciadores;
- primer: contém copolímero do ionômero de vidro Vitrebond, HEMA (2 hidroxietil metacrilato), etanol e fotoiniciadores;

e) Dyract, compômero restaurador fotopolimerizável, fabricado pela Dentsply. Sua composição contém UDMA (uretano dimetacrilato), TCB, vidro de flúor-silicato de estrôncio, iniciadores, estabilizadores e fluoreto de estrôncio. O Dyract PSA Primer/ Adesivo contém PENTA (éster penta-acrilato fosfonatado), TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato), hidrofluoreto de amina, iniciadores, estabilizadores e acetona.

Os materiais empregados, seus respectivos lotes e fabricantes, encontram-se listados no Quadro 1.

Quadro 1 - Materiais empregados, respectivos lotes e fabricantes

Material	Lote	Fabricante
Lojic+	605231	SDI
Scotchbond Multi-Uso Plus	19960201	3M
Restaurador Z100	6HL	3M
Vitremer	34-7035-3929-5	3M
Dyract	606.04.100	Dentsply

4.2 Métodos

4.2.1 Avaliação do selamento marginal apical

Foram utilizados 140 dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais permaneceram armazenados em solução de formalina a 10%, sendo posteriormente limpos e imersos em água destilada até o momento do uso.

Os dentes foram selecionados de modo que suas raízes, especialmente no terço apical, se assemelhassem em seus formatos anatômicos.

Os dentes foram fixados numa máquina de corte*, procurando padronizar o comprimento das raízes em 18mm. A Figura 1 mostra a máquina de corte para dentes.

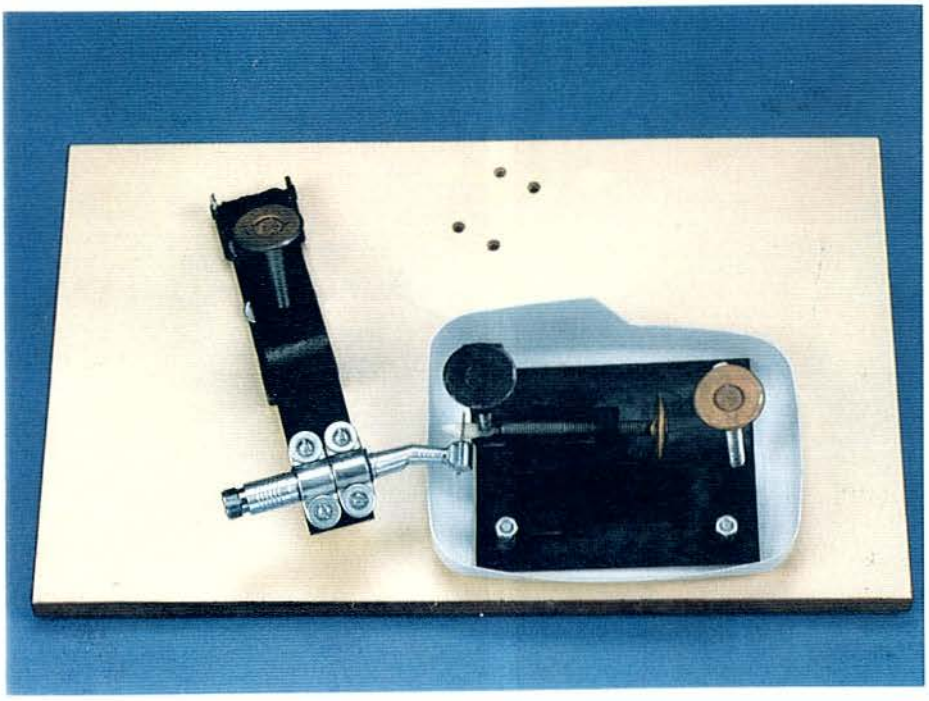

FIGURA 1 - Fotografia da máquina de corte para dentes.

* Aparelho desenvolvido pelo Cirurgião-Dentista Eduardo Galera da Silva, ainda não patenteado.

As coroas foram seccionadas na junção esmalte-cemento com ponta cilíndrica diamantada* em alta rotação**, sob refrigeração de ar e água.

A superfície vestibular de cada raiz foi marcada com um pequeno sulco realizado com disco de carborundum*** para facilitar sua identificação.

O comprimento de trabalho foi determinado antes da instrumentação, fazendo-se com que a extremidade de uma lima tipo Kerr número 10, 15 ou 20****, com um limitador de penetração, atingisse o forame apical. O limitador de penetração foi ajustado à superfície cervical da raiz, sendo reduzido 1mm dessa medida. Desta forma, todas as raízes tiveram comprimento de trabalho definido em 17mm. Foram desprezadas as raízes que possuíssem canais radiculares com diâmetro apical menor e maior do que o correspondente a uma lima tipo Kerr número 10 e número 20, respectivamente.

A instrumentação dos canais foi realizada no comprimento de trabalho previamente estabelecido, desde o seu diâmetro anatômico até a lima tipo Kerr número 50, e em seguida foi realizado o escalonamento com as limas tipo Kerr números 60, 70 e 80, de acordo com a técnica telescópica preconizada por Weine[117] (1976). Durante a instrumentação, uma lima tipo Kerr número 20 foi introduzida no canal até o nível do forame apical, procurando padronizar seu diâmetro e

---

* Número 3101 - Zeep Diamond - Indústria Brasileira.
** MS 350 - Dabi Atlante.
*** Double-side separaying discs - Dedeco.
**** K-File - Colorinox - Ref. 12B - Maillefer.

remover raspas de dentina e outros detritos que pudessem ser levados à porção apical do canal pelas manobras do preparo biomecânico. Foi utilizada uma broca Endo-Z* para realizar a regularização das paredes do canal no terço cervical.

Os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 1%**, acondicionado em tubetes de anestésico vazios com 1,8ml e injetado nos canais por meio de seringa carpule e agulha curta para anestesia. A irrigação foi intercalada com a instrumentação, empregando-se 5,4ml da solução (três tubetes) após o uso de cada instrumento.

Concluído o preparo biomecânico, os canais foram inundados com solução de ácido etilenodiaminotetraacético*** (EDTA dissódico - 202,8g; hidróxido de sódio - 21,7g; água destilada - 1000ml), a qual foi agitada no interior dos canais durante 3 min com auxílio de uma lima tipo Kerr número 50. A irrigação final dos canais radiculares foi realizada com 10ml de hipoclorito de sódio a 1%.

A secagem dos canais foi realizada com pontas de papel absorvente número 50****. Após a secagem, foram selecionados os cones principais de guta-percha***** a partir do número 50 e ajustados ao comprimento do trabalho, segundo preconizado por Berbert et al.[15] (1980). Os canais radiculares foram obturados pela técnica da condensação lateral ativa com cones de guta-percha (principal e secundários) e o cimento

---

* Ref. 152 - Maillefer.
** Byofórmula Tecnopharma - Farmácia de Manipulação - São José dos Campos.
*** Byofórmula Tecnopharma - Farmácia de Manipulação - São José dos Campos.
**** Absorvent Paper Points - Diadent - Diamond Dental Industrial Co.,Ltd.
***** Gutta Percha Points - Diadent - Diamond Dental Industrial Co.,Ltd.

obturador Sealer 26*. Após o completo preenchimento dos canais, o excesso de guta-percha foi removido com um condensador pré-aquecido em uma lamparina a álcool, realizando-se a condensação vertical final com o condensador número 3**. Foram mantidas duas raízes, em cada grupo de vinte, como controle interno positivo e negativo. Nos espécimes controle positivo, os canais foram obturados apenas com guta-percha e nos espécimes controle negativo, os canais foram obturados com guta-percha e cimento. A abertura cervical dos canais foi fechada com 3mm de Cavit***, de acordo com os estudos de Chohayeb & Bassiouny[26] (1985) e Bobotis et al.[20] (1989).

Após a obturação dos canais, as raízes foram fixadas com cera utilidade**** sobre filmes radiográficos oclusais*****. Após a fixação, foram realizadas tomadas radiográficas no sentido vestíbulo-lingual e mésio-distal, utilizando um aparelho de Raios X****** regulado para 50 Kvp com 7mA, a uma distância foco-filme de aproximadamente 15 cm, para a verificação da qualidade das obturações dos canais radiculares. Os filmes radiográficos foram processados automaticamente na processadora Macrotec MX-2 com ciclo de 3 min, seco a seco, e as radiografias foram analisadas em um negatoscópio.

---

* Dentsply Indústria e Comércio Ltda.
** Inox - Mocar.
*** ESPE - Premier Sales Corp., Norristown PA.
**** Duradent - Odonto Comercial Importadora Ltda.
***** Kodak - Ektaspeed - Size 4 - EO - 41.
****** Philips tipo Oralix.

As raízes foram armazenadas em solução salina fisiológica* e mantidas em estufa a uma temperatura de 37+/- 1°C e umidade relativa de 100% durante sete dias. Após esse período, o ápice de todas as raízes foi seccionado no sentido vestíbulo-lingual em ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente, iniciando-se a secção na superfície vestibular a 3mm do vértice apical e utilizando-se brocas carbide número 57** em alta rotação, sob refrigeração de ar e água. Para padronizar o ângulo da secção em 45° e o nível de corte em relação ao ápice da raiz, os espécimes foram fixados novamente na máquina de corte para dentes.

Após a secção apical, as raízes foram removidas da máquina de corte para dentes, para que fossem confeccionados preparos de cavidade padronizados na superfície radicular seccionada em oitenta dos 140 espécimes. Os preparos foram padronizados para se obter cavidades com dimensões as mais uniformes possíveis, utilizando um aparelho que consta de uma base de microscópio modificado. A Figura 2 mostra o aparelho utilizado para a realização dos preparos cavitários padronizados.

Para a confecção dos preparos foram utilizadas brocas esféricas número 2*** em alta rotação, sob refrigeração de ar e água. Cada broca foi utilizada para preparar cinco cavidades, sendo substituída por outra, sem uso. As cavidades

---

* Solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% - Laboratório Tayuyna Ltda.
** Ref. 129 - Maillefer.
*** S.S.White.

padronizadas foram confeccionadas com 3mm de profundidade (a partir da parede vestibular da cavidade) e 1,5mm de diâmetro. As sessenta raízes remanescentes não receberam nenhum tipo de preparo cavitário apical.

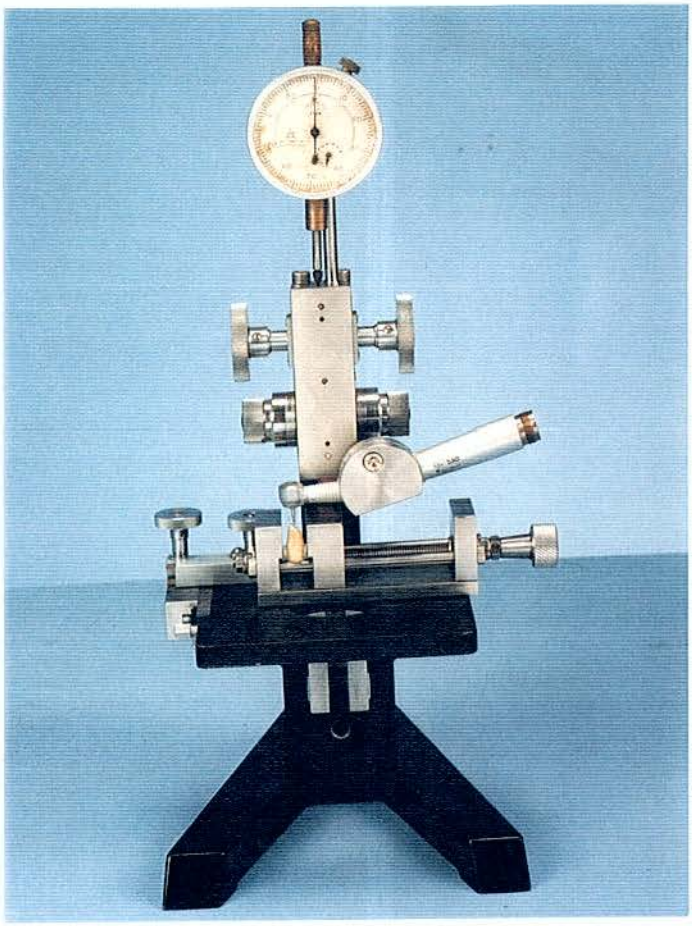

FIGURA 2 - Fotografia do microscópio modificado para preparos cavitários padronizados.

Após os procedimentos de secção apical e confecção dos preparos cavitários em oitenta espécimes, as raízes foram fixadas sobre uma placa de cera utilidade para facilitar a aplicação de três camadas de esmalte vermelho para unhas*. O esmalte foi aplicado em toda a superfície radicular, com exceção da região correspondente à superfície apical seccionada e de uma faixa de cemento com 1mm de largura, limitando-se com a área seccionada. Após a secagem do esmalte, as raízes foram cobertas nos mesmos limites com uma camada de cera pegajosa** para completar a impermeabilização. Nos espécimes utilizados como controle interno positivo, as superfícies radiculares foram mantidas sem nenhuma camada de impermeabilização. Nos espécimes utilizados como controle interno negativo, todas as superfícies externas foram impermeabilizadas, sem exceção.

Após a impermeabilização, as 140 raízes foram divididas em sete grupos de vinte, de acordo com o tipo de procedimento apical e materiais empregados:

---

* Colorama - Deixa Beijar - 125.

** Duradent - cera pegajosa - Odonto Comercial Importadora Ltda.

a) grupo 1

Nesse grupo, os espécimes receberam secção apical da raiz em ângulo de 45°, preparo cavitário e retrobturação com amálgama (Lojic+).

Este amálgama apresenta-se disponível em cápsulas convencionais de uma, duas, três ou cinco porções, possuindo em seu interior a liga e o mercúrio previamente proporcionados. Foram utilizadas cápsulas de três porções, onde primeiramente foi pressionada a parte superior de cada cápsula, rompendo a separação entre a liga e o mercúrio e permitindo o contato entre ambos. Cada cápsula foi levada separadamente ao amalgamador* durante o tempo de 5 s para promover a trituração. Após este procedimento, cada cápsula, contendo o material pronto para uso, foi aberta e o amálgama foi inserido nas cavidades por meio de um aplicador para amálgama** , condensado*** e brunido**** . Os excessos do material foram removidos com um Hollemback***** . Cada cápsula foi utilizada para retrobturar apenas duas cavidades.

---

* Ultramat 2 - SDI (Southern Dental Com. e Part. Ltda).
** Aplicador para amálgama - Scagen.
*** Condensador número 1 para Odontopediatria - Golgran.
**** Brunidor número 29 - Duflex Inox - Indústria Brasileira.
***** Hollemback 3S - Duflex Inox - Indústria Brasileira.

b) grupo 2

Nesse grupo, os espécimes receberam secção apical da raiz em ângulo de 45°, preparo cavitário e retrobturação com sistema adesivo dentinário (Scotchbond Multi-Uso Plus) e resina composta (Restaurador Z100).

As paredes cavitárias foram primeiramente condicionadas com o ácido de ataque (ácido fosfórico a 35%) durante 15 s, lavadas por 15 s e receberam um jato de ar por 2 s, sem provocar o ressecamento da dentina. Em seguida, foi aplicado o Scotchbond Multi-Uso Plus primer com pincel aplicador fornecido pelo fabricante. Foi realizada uma secagem durante 5 s e a aplicação do Scotchbond Multi-Uso Plus adesivo. O adesivo foi aplicado com pincel fornecido pelo fabricante e seguiu-se a fotopolimerização* durante 10 s.

A resina composta foi inserida nos preparos cavitários após a aplicação e fotopolimerização do sistema adesivo dentinário. A inserção da resina foi realizada pela técnica incremental, em duas porções. Cada porção foi retirada da bisnaga e inserida com auxílio de uma espátula de inserção**, sendo fotopolimerizada por 40 s. A cor utilizada foi B3.

---

* Curing Light XL 1500 - 3M - Dental Products.
** Número 6 - Thompson L, Dental MEG. CO. USA - Tactile Tone Gix Composite.

c) grupo 3

Nesse grupo, os espécimes receberam secção apical da raiz em ângulo de 45°, preparo cavitário e retrobturação com cimento de ionômero de vidro (Vitremer).

O primer foi aplicado com um pincel nas paredes cavitárias, aguardando-se o tempo de 30 s após sua aplicação. Após esse período, foi realizada a secagem do primer por 15 s e fotopolimerização durante 20 s. A proporção padrão ideal de pó e líquido foi obtida empregando-se uma porção de pó e uma gota de líquido do cimento de ionômero de vidro. Todo o pó foi incorporado ao líquido sobre um bloco de espatulação durante o tempo de 45 s. A seguir, foi preenchida a ponta dispensadora de dose única com o cimento de ionômero de vidro, comprimindo-o contra o bloco de espatulação. Foi inserido o pequeno pino pontiagudo no interior da ponta dispensadora, para que o mesmo dirigisse o fluxo do material dentro da ponta e o conjunto (ponta-pino) foi introduzido no dispensador 3M. O cimento de ionômero de vidro foi introduzido lentamente no interior dos preparos cavitários por meio do dispensador 3M. A fotopolimerização foi realizada durante 40 s. Cada porção de pó e líquido preparada foi utilizada para retrobturar duas cavidades. A cor utilizada foi B3.

d) grupo 4

Nesse grupo, os espécimes receberam secção apical da raiz em ângulo de 45°, preparo cavitário e retrobturação com compômero (Dyract).

O Dyract PSA Primer/Adesivo foi aplicado com um pincel nas paredes cavitárias, aguardando-se o tempo de 30 s após sua aplicação. Após esse período, foi removido o excesso do líquido com um ligeiro jato de ar e procedeu-se a fotopolimerização por 10 s. Em seguida, foi aplicada uma segunda camada do Dyract PSA Primer/Adesivo nas paredes cavitárias e fotopolimerizada por 10 s. Na seqüência, foi colocado o compule no orifício da extremidade da seringa e o Dyract foi inserido nos preparos cavitários pela técnica incremental, em duas porções. Cada porção foi fotopolimerizada durante 40 s. Cada compule foi utilizado para retrobturar duas cavidades. A cor utilizada foi B3.

e) grupo 5

Nesse grupo, os espécimes receberam apenas secção apical da raiz em ângulo de 45° e recobrimento da superfície seccionada com sistema adesivo dentinário e resina composta.

As superfícies radiculares seccionadas foram condicionadas com o ácido de ataque (ácido fosfórico a 35%) durante 15 s, lavadas por 15 s e receberam um jato de ar por 2 s, evitando-se o ressecamento da dentina. Em seguida, foi aplicado o Scotchbond Multi-Uso Plus primer com pincel aplicador fornecido pelo fabricante. Foi realizada a secagem durante 5 s e a aplicação do Scotchbond Multi-Uso Plus adesivo. Após a aplicação do adesivo, com o pincel fornecido pelo fabricante, procedeu-se a fotopolimerização durante 10 s.

A resina composta foi colocada sobre a superfície radicular seccionada após a aplicação e fotopolimerização do sistema adesivo dentinário, utilizando a técnica incremental, em duas porções. Cada porção foi retirada da bisnaga e colocada com auxílio de uma espátula de inserção, sendo fotopolimerizada durante 40 s. A cor utilizada foi B3.

f) grupo 6

Nesse grupo, os espécimes receberam apenas secção apical da raiz em ângulo de 45° e recobrimento da superfície seccionada com cimento de ionômero de vidro.

O primer foi aplicado com pincel nas superfícies radiculares seccionadas, aguardando-se o tempo de 30 s após sua aplicação. Após esse período, foi realizada a secagem do primer por 15 s e procedeu-se a fotopolimerização durante 20 s. O material foi proporcionado de acordo com as recomendações do fabricante (uma porção de pó e uma gota de líquido) e a seguir realizou-se a espatulação durante o tempo de 45 s. Após a espatulação, a ponta dispensadora de dose única foi preenchida com o cimento de ionômero de vidro, comprimindo-o contra o bloco de espatulação.

O cimento de ionômero de vidro foi aplicado na superfície radicular seccionada por meio do dispensador 3M em camada única. A fotopolimerização foi realizada durante 40 s. Cada porção de pó e líquido preparada foi utilizada para o recobrimento de dois espécimes. A cor utilizada foi B3.

g) grupo 7

Nesse grupo, os espécimes receberam secção apical da raiz em ângulo de 45° e recobrimento da superfície seccionada com compômero.

O Dyract Primer/Adesivo foi aplicado com um pincel nas superfícies radiculares seccionadas, aguardando-se o tempo de 30 s após sua aplicação. Após esse período, foi removido o excesso do líquido com um ligeiro jato de ar e procedeu-se a fotopolimerização durante 10 s. Em seguida, foi aplicada uma segunda camada do Dyract Primer/Adesivo nas superfícies radiculares seccionadas e fotopolimerizada durante 10 s. A seguir, o compule foi colocado no orifício da extremidade da seringa e o compômero foi aplicado pela técnica incremental, em duas porções, sobre as superfícies seccionadas. A fotopolimerização de cada porção foi realizada durante 40 s e cada compule foi utilizado para recobrir dois espécimes. A cor utilizada foi B3.

O Quadro 2 mostra a distribuição esquemática dos sete grupos utilizados nesta metodologia.

Quadro 2 - Distribuição dos grupos experimentais

Tipo de procedimento apical	Grupos experimentais de acordo com os materiais empregados			
Secção apical, preparo cavitário e retrobturação	Amálgama G1	Sist. ades. dent. e res. comp. G2	Cim. de ionômero de vidro G3	Compômero G4
Secção apical e recobrimento		Sist. ades. dent. e res. comp. G5	Cim. de ionômero de vidro G6	Compômero G7

4.2.1.1 Análise da infiltração marginal por corante

Após os procedimentos de retrobturação ou recobrimento apical, 18 raízes em cada grupo experimental, incluindo o controle interno positivo e negativo, foram conduzidas ao corante azul de metileno a 2%, solubilizado em água destilada. A imersão em corante foi realizada em ambiente de vácuo de 20mmHg proporcionado por uma bomba de vácuo* conectada à uma campânula. Foi utilizada vaselina na tampa da campânula e nas áreas de conexão para impedir a entrada de ar. A seguir, a bomba de vácuo foi ligada, deixando-a funcionar durante 30 min. As raízes permaneceram durante este período dentro da campânula, mas fora do corante, em pacotes de gaze sobre uma pequena espátula de madeira fixada com cera pegajosa nas bordas do frasco contendo o corante. Decorridos os 30 min, com um pequeno movimento de inclinação na campânula, foi realizada a imersão dos espécimes no corante, os quais permaneceram em ambiente de vácuo por mais uma hora. Após esse período, o vácuo foi eliminado desligando-se a bomba e as raízes permaneceram no corante, sendo mantidas em estufa a uma temperatura de 37+/-1°C e umidade relativa de 100% durante uma semana (168 h).

Decorrido o tempo de imersão no corante, as raízes foram removidas e lavadas em água corrente por 24 h. As raízes secaram naturalmente em temperatura ambiente e,

* Dia-Pump - Modelo CAL - Tipo BF - 1725 - FANEM Ltda.- São Paulo - Brasil.

utilizando instrumentos de Periodontia, foram removidas as camadas de impermeabilização.

Foram confeccionados dois sulcos, um na superfície vestibular e outro na superfície lingual das raízes, com disco de carborundum em baixa rotação, e, por meio de um instrumento Lecron*, foram provocadas fraturas longitudinais nessas raízes. Após a fratura no sentido vestíbulo-lingual, as duas metades seccionadas foram fixadas com cera pegajosa em uma lâmina de vidro, para a avaliação da infiltração linear ocorrida ao longo da interface dente-material.

A infiltração marginal ocorrida na interface material-preparo cavitário, nos grupos 1, 2, 3 e 4, foi avaliada quantitativamente pela medida linear, em milímetros, da pigmentação pelo corante no sentido ápice-cervical nas raízes.

A infiltração marginal ocorrida na interface material-superfície radicular seccionada, nos grupos 5, 6 e 7, foi avaliada quantitativamente pela medida linear, em milímetros, da pigmentação pelo corante da periferia da superfície seccionada em direção ao canal radicular.

A avaliação das infiltrações foi realizada por dois examinadores, nas margens vestibular e lingual de cada hemissecção, utilizando-se um estereomicroscópio** , pelo processo linear com ocular de medição micrométrica.

As infiltrações observadas pelos examinadores foram registradas em fichas especialmente preparadas para

---

* Lecron - Duflex Inox - Indústria Brasileira.

** Estereomicroscópio Technival - Carl Zeiss - Jena.

essa finalidade. Foram obtidas oito medidas da infiltração ocorrida em cada espécime, sendo quatro por examinador. A partir desses dados, foram obtidas as médias das infiltrações ocorridas para os diferentes grupos experimentais e esses resultados foram submetidos à análise estatística.

4.2.1.2 Análise estatística

Dos objetivos desta pesquisa, delineou-se a hipótese de que o fator Material tenha propiciado efeitos iguais sobre a variável infiltração na interface material-preparo cavitário (IIMPC) e sobre a variável infiltração na interface material-superfície radicular (IIMSR). Essa hipótese foi verificada a partir do modelo de análise de variância paramétrica a um critério fixo.

O fator Material foi estudado com quatro níveis: amálgama (G1), sistema adesivo dentinário e resina composta com preparo cavitário (G2), cimento de ionômero de vidro com preparo cavitário (G3) e compômero com preparo cavitário (G4), na primeira daquelas variáveis e com três níveis: sistema adesivo dentinário e resina composta sem preparo cavitário (G5), cimento de ionômero de vidro sem preparo cavitário (G6) e compômero sem preparo cavitário (G7), na segunda daquelas variáveis. Desse modo, essa configuração derivou quatro condições experimentais para a variável infiltração na interface

material-preparo cavitário e três condições experimentais para a variável infiltração na interface material-superfície radicular.

Com os resultados obtidos nas dezesseis réplicas de cada condição experimental para cada variável, mensurados por dois examinadores, verificou-se, primeiramente, a hipótese de que os examinadores estavam calibrados do modo que se segue: se ambos cometeram iguais erros sistemáticos e iguais erros aleatórios, em cada condição experimental, foram considerados calibrados e se um desses erros foi diferente para algum desses examinadores, eles foram considerados não calibrados. Em cada condição experimental, o erro sistemático foi estudado a partir da estatística t-Student e o aleatório a partir da estatística F de Snedecor.

A região para a rejeição ou não, de qualquer uma das hipóteses citadas acima, foi definida com o nível de significância de 0,05. A regra de decisão adotada foi estabelecida a partir do valor da probabilidade para a significância p – probabilidade de que a estatística usada no teste seja maior do que seu valor observado nos dados amostrais – do modo que se segue: se p foi maior do que 0,05, o valor observado da estatística foi não significante e a hipótese sob teste foi não rejeitada e, em caso contrário, o valor observado da estatística foi significante e a hipótese sob teste foi rejeitada.

No caso de rejeição da hipótese relativa ao fator Material, foram construídos testes adicionais para a detecção das diferenças significantes, a partir da construção de conjuntos

de médias iguais, com o auxílio dos intervalos de confiança a 95%. Para o fator Material, estes conjuntos foram designados por letras latinas maiúsculas (W, X, Y e Z em ordem crescente de grandeza).

4.2.2 Análise da interface dente-material em microscopia eletrônica de varredura

A adaptação marginal dos materiais aos dentes foi avaliada por meio de microscopia eletrônica de varredura.

Neste método de avaliação, foram utilizadas as duas raízes remanescentes em cada grupo experimental, totalizando 14 espécimes para análise.

Os espécimes foram selecionados aleatoriamente dentro de cada grupo experimental, sendo submetidos às mesmas condições do grupo de origem e não recebendo apenas as camadas externas de impermeabilização.

Com a finalidade de preparar os espécimes para a análise em microscopia eletrônica de varredura, as raízes foram fixadas novamente na máquina de corte para dentes, sendo seccionadas em ângulo reto em relação ao seu longo eixo, a 10mm da secção cervical (junção esmalte-cemento). O coto radicular remanescente, contendo os materiais em avaliação, foi submetido a um banho com ultra-som durante 30 min para promover a remoção de resíduos presentes na superfície. Após

a limpeza, os espécimes foram secos naturalmente em temperatura ambiente durante 24 h para facilitar o procedimento de metalização. Decorrido esse período, dois espécimes de cada grupo experimental foram fixados, com esmalte incolor* para unhas, sobre cilindros de alumínio medindo 2cm de altura e 2cm de base, na posição vertical. Após a fixação, as raízes foram metalizadas à vácuo com duas camadas de liga áurica sobre a superfície.

Os espécimes foram conduzidos ao microscópio eletrônico de varredura**, fazendo-se incidir um feixe de elétrons sobre a superfície metalizada condutora e procedendo-se a varredura em toda a interface dente-material, tanto nos espécimes que receberam preparo cavitário apical e retrobturação, como naqueles que receberam apenas apicectomia e recobrimento.

Com finalidade de padronização, o aumento utilizado para análise foi de 500x, o qual permitiu uma visualização satisfatória da interface dente-material. As fendas marginais, quando presentes na interface dente-material, foram medidas e os valores foram anotados em fichas preparadas para essa finalidade. Foram considerados apenas o menor e o maior valor observados em cada espécime. Foram realizadas fotografias diretas das superfícies analisadas utilizando uma câmera fotográfica acoplada ao microscópio.

---

* Colorama - Incolor - 028.

** Scanning Microscope JSM 6100 - Jeol.

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação do selamento marginal apical

Os resultados obtidos mostraram que ocorreu penetração total pelo corante nos dentes controle positivo e ausência de penetração pelo corante nos dentes controle negativo em todos os grupos experimentais.

Os dados obtidos após as medidas das infiltrações foram agrupados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Valores médios da infiltração (em mm) observada na interface material-paredes cavitárias

Espécimes	G1	G2	G3	G4
1	1,54	1,24	0,40	0,18
2	1,24	1,40	0,26	0,34
3	1,98	0,64	0,54	0,30
4	1,32	1,46	0,40	0,96
5	1,20	0,88	0,24	0,36
6	1,18	0,74	0,48	0,78
7	1,56	0,94	0,24	0,82
8	1,52	1,08	0,30	0,42
9	1,54	0,58	0,52	0,42
10	1,96	1,10	0,44	0,82
11	1,74	0,98	0,48	0,30
12	2,18	0,88	0,26	0,76
13	1,52	1,14	0,14	0,42
14	1,66	1,12	0,44	0,42
15	1,44	0,86	0,72	0,64
16	1,28	1,08	0,62	1,08

G1 - Amálgama
G2 - Sistema adesivo dentinário e resina composta
G3 - Cimento de ionômero de vidro
G4 - Compômero

Tabela 2 - Valores médios da infiltração (em mm) observada na interface material-superfície radicular seccionada

Espécimes	G5	G6	G7
1	0,60	0,48	0,46
2	0,88	0,56	0,66
3	1,02	0,78	0,34
4	0,74	0,28	0,58
5	1,52	0,42	0,22
6	0,94	0,20	0,92
7	0,66	0,62	0,52
8	1,32	0,60	0,66
9	1,08	0,64	0,80
10	0,88	0,40	0,70
11	1,16	0,34	0,60
12	1,46	0,38	0,82
13	0,64	0,26	0,90
14	1,40	0,66	0,36
15	0,68	0,88	0,42
16	0,56	0,48	0,58

G5 - Sistema adesivo dentinário e resina composta
G6 - Cimento de ionômero de vidro
G7 - Compômero

As médias das infiltrações (em mm) observadas nos grupos em função dos materiais empregados foram agrupadas nas Figuras 3 e 4.

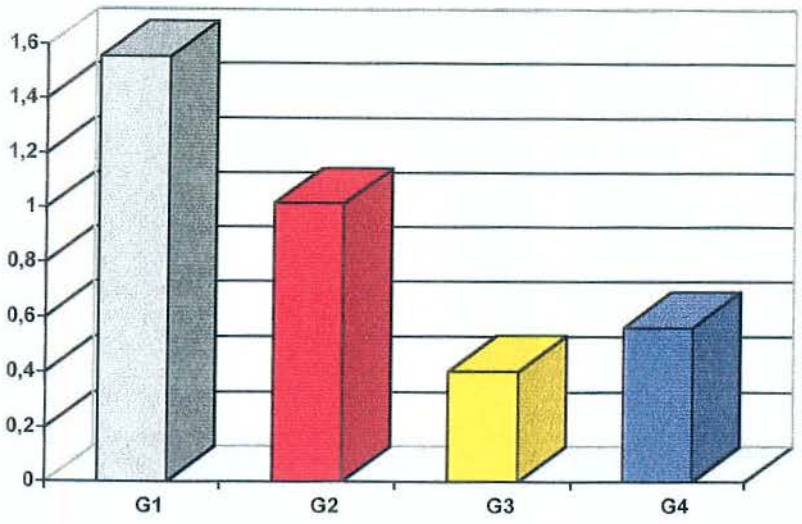

FIGURA 3 - Representação gráfica das médias das infiltrações (em mm) ocorridas nos grupos 1 (1,554), 2 (1,008), 3 (0,405) e 4 (0,564).

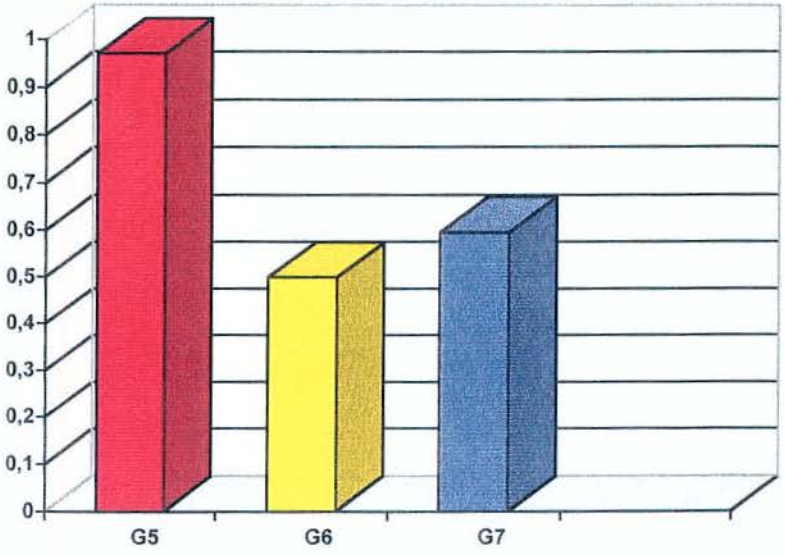

FIGURA 4 - Representação gráfica das médias das infiltrações (em mm) ocorridas nos grupos 5 (0,971), 6 (0,499) e 7 (0,596).

5.1.1 Análise estatística

5.1.1.1 Infiltração na interface material-preparo cavitário

Para o estudo da hipótese de que os dois examinadores foram bem calibrados, precisou-se verificar que ambos apresentaram iguais erros sistemáticos, ou que a infiltração média na interface material-preparo cavitário, obtida por um examinador, foi estatisticamente igual à obtida pelo outro e que ambos apresentaram iguais erros aleatórios ou que a variabilidade apresentada nos resultados obtidos por um dos examinadores foi estatisticamente igual à variabilidade obtida pelo outro examinador. Aplicando-se o modelo probabilístico das estatísticas de t-Student e de F de Snedecor aos dados dessa variável, obteve-se a tabela 3.

Na Tabela 3, em cada condição experimental, verificou-se que:

a) o valor t_o foi não significante porque o correspondente valor de p foi maior do que 0,05. Assim, houve evidência amostral para não se rejeitar a hipótese de igualdade entre as médias da infiltração na interface material-preparo cavitário obtidas pelos dois examinadores. Esse fato atestou que ambos inferiram a mesma grandeza média para o

fenômeno estudado e que, portanto, se ocorreu algum erro sistemático, ele foi cometido pelos dois examinadores na mesma intensidade;

b) cada valor de F_o foi não significante porque o correspondente valor de p foi maior do que 0,05. Assim, houve evidência amostral para não se rejeitar a hipótese de igualdade entre as variâncias ocorridas nos valores da infiltração na interface material-preparo obtidos pelo examinador 1 e nos obtidos pelo examinador 2. Esse fato atestou que ambos os examinadores cometeram a mesma intensidade de erro aleatório, porque mostrou que essa dispersão estatisticamente igual desses valores deu-se ao redor da média comum a ambos, pois elas também foram estatisticamente iguais entre si, segundo o teste t-Student.

Tabela 3 - Médias, desvios-padrão da IIMPC para os examinadores 1 e 2 segundo Material

	Examinador 1		Examinador 2					
Material	Média	DP	Média	DP	t_0	p	F_0	p
G1	1,536	0,317	1,574	0,275	-0,357n	0,723	1,326n	0,296
G2	0,991	0,267	1,045	0,255	-0,582n	0,565	1,103n	0,426
G3	0,377	0,164	0,432	0,153	-0,980n	0,335	1,143n	0,399
G4	0,588	0,304	0,540	0,243	-0,490n	0,628	1,565n	0,198

n = valor não significante.

Tem-se, assim, que os examinadores mostraram estar bem calibrados, pois cometeram erros sistemáticos e aleatórios na mesma intensidade. Desse modo, ao invés de considerarem-se dezesseis réplicas em cada condição experimental, consideraram-se trinta e duas, isto é, as observações devidas a ambos os examinadores foram unidas.

Aplicando-se o modelo de análise de variância aos dados da infiltração na interface material-preparo cavitário, obteve-se a tabela 4.

Tabela 4 - Análise de variância

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F_0	p
Material	3	25,606	8,535	135,991 s	0,000
Residual	124	7,783	0,063		

s = valor significante.

Verificou-se, na tabela 4, que o fator Material apresentou um valor significante para F_o porque $p < 0,05$. Assim, obteve-se evidência amostral para rejeitar a hipótese de que o fator Material propiciou efeitos iguais sobre a infiltração na interface material-preparo cavitário.

Na tabela 5, esses efeitos foram mostrados em termos de infiltração média na interface material-preparo

cavitário (IIMPC), verificando-se que os materiais utilizados propiciaram médias diferentes, duas a duas, entre si, tendo G1 propiciado a maior média (conjunto Z), seguido da do G2 (conjunto Y), vindo a seguir a do G4 (conjunto X) e a seguir o G3, que propiciou a menor média (conjunto W).

Tabela 5 - Médias (em mm), erro padrão e conjuntos de médias iguais para a IIMPC segundo Material

Material	Média	E.P.	Cj.
Amálgama (G1)	1,554	0,044	Z
Sist. ades. dent. e resina composta (G2)	1,008	0,044	Y
Cimento de ionômero de vidro (G3)	0,405	0,044	W
Compômero (G4)	0,564	0,044	X

5.1.1.2 Infiltração na interface material-superfície radicular

Para o estudo da hipótese de que os dois examinadores foram bem calibrados, precisou-se verificar que ambos apresentaram iguais erros sistemáticos ou que a infiltração média na interface material-superfície radicular (IIMSR), obtida por um examinador, foi estatisticamente igual à obtida pelo outro e que ambos apresentaram iguais erros sistemáticos, ou que a variabilidade apresentada nos resultados obtidos por um dos examinadores foi estatisticamente igual à

variabilidade obtida pelo outro examinador. Aplicando-se o modelo probabilístico das estatísticas de t-Student e de F de Snedecor aos dados dessa variável, obteve-se a tabela 6.

Tabela 6 - Médias, desvios-padrão da IIMSR para examinadores 1 e 2 segundo Material

	Examinador 1		Examinador 2					
Material	Média	DP	Média	DP	t_0	p	F_0	p
G5	0,934	0,365	1,010	0,294	-0,651n	0,520	1,539n	0,217
G6	0,505	0,203	0,492	0,193	0,179n	0,859	1,163n	0,859
G7	0,585	0,212	0,607	0,210	-0,302n	0,765	1,013n	0,491

n = valor não significante.

Na tabela 6, em cada condição experimental, resultante da combinação entre os materiais, verificou-se que:

a) o valor t_0 foi não significante porque o correspondente valor de p foi maior do que 0,05. Assim, houve evidência amostral para não se rejeitar a hipótese de igualdade entre as médias da infiltração na interface material-superfície radicular obtidas pelos dois examinadores. Esse fato atestou que ambos inferiram a mesma grandeza média para o fenômeno estudado e que, portanto, se ocorreu

algum erro sistemático, ele foi cometido pelos dois examinadores na mesma intensidade;

b) cada valor de F_0 foi não significante porque o correspondente valor de p foi maior do que 0,05. Assim, houve evidência amostral para não se rejeitar a hipótese de igualdade entre as variâncias ocorridas nos valores da infiltração na interface material-superfície radicular obtidos pelo examinador 1 e nos obtidos pelo examinador 2. Esse fato atestou que ambos os examinadores cometeram a mesma intensidade de erro aleatório, porque mostrou que essa dispersão estatisticamente igual desses valores deu-se ao redor da média comum a ambos, pois elas também foram estatisticamente iguais entre si segundo o teste t-Student.

Tem-se, assim, que os examinadores mostraram estar bem calibrados pois cometeram erros sistemáticos e aleatórios na mesma intensidade. Desse modo, ao invés de considerarem-se dezesseis réplicas em cada condição experimental, consideraram-se trinta e duas, isto é, as observações devidas a ambos examinadores foram unidas.

Aplicando-se o modelo de análise de variância aos dados da infiltração na interface material-superfície radicular, obteve-se a tabela 7.

Tabela 7 - Análise de variância

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F_0	p
Material	2	3,994	1,997	31,706 s	0,000
Residual	93	5,858	0,063		

s = valor significante.

Verificou-se, na tabela 7, que o fator Material apresentou um valor significante para F_0 porque $p < 0,05$. Assim, obteve-se evidência amostral para rejeitar a hipótese de que o fator Material propiciou efeitos iguais sobre a infiltração na interface material-superfície radicular. Na tabela 8, esses efeitos foram mostrados em termos de infiltração média na interface material-superfície radicular, verificando-se que G5 propiciou a maior média (conjunto X), e que G6 e G7 propiciaram médias estatisticamente iguais (conjunto W).

Tabela 8 - Médias, erro padrão e conjuntos de médias iguais para a IIMSR segundo Material (mm)

Material	Média	E.P.	Cj.
Sist. ades. dent. e resina composta (G5)	0,971	0,044	X
Cimento de ionômero de vidro (G6)	0,499	0,044	W
Compômero (G7)	0,596	0,044	W

5.2 Análise da interface dente-material em microscopia eletrônica de varredura

a) grupo 1 - Amálgama

A análise dos espécimes deste grupo em microscopia eletrônica de varredura mostrou a presença de fendas (do inglês *gaps*) marginais na interface amálgama-paredes cavitárias. Essas fendas variaram de 4μm a 30μm. A Figura 5 mostra a interface material-preparo cavitário de um dos espécimes analisados.

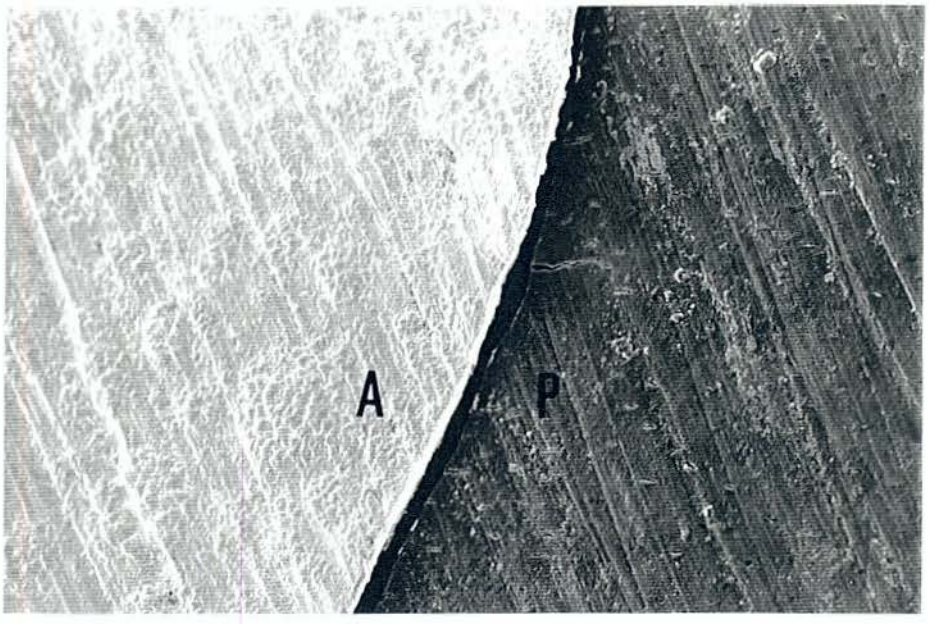

FIGURA 5 - G1 - Interface amálgama (A) - preparo cavitário (P). Fenda marginal medindo 6μm. Fotomicrografia em M.E.V. (500 X).

b) grupo 2 - Sistema adesivo dentinário e resina composta

Neste grupo, as fendas marginais observadas variaram de 2μm a 12μm. A figura 6 mostra a interface material-preparo cavitário de um dos espécimes desse grupo.

FIGURA 6 - G2 - Interface sistema adesivo dentinário e resina composta (R) - preparo cavitário (P). Fenda marginal medindo 10μm. Fotomicrografia em M.E.V. (500 X).

c) grupo 3 - Cimento de ionômero de vidro

A análise dos resultados mostrou que as fendas marginais observadas variaram de 4μm a 25μm. A Figura 7 mostra a interface material-preparo cavitário de um dos espécimes desse grupo.

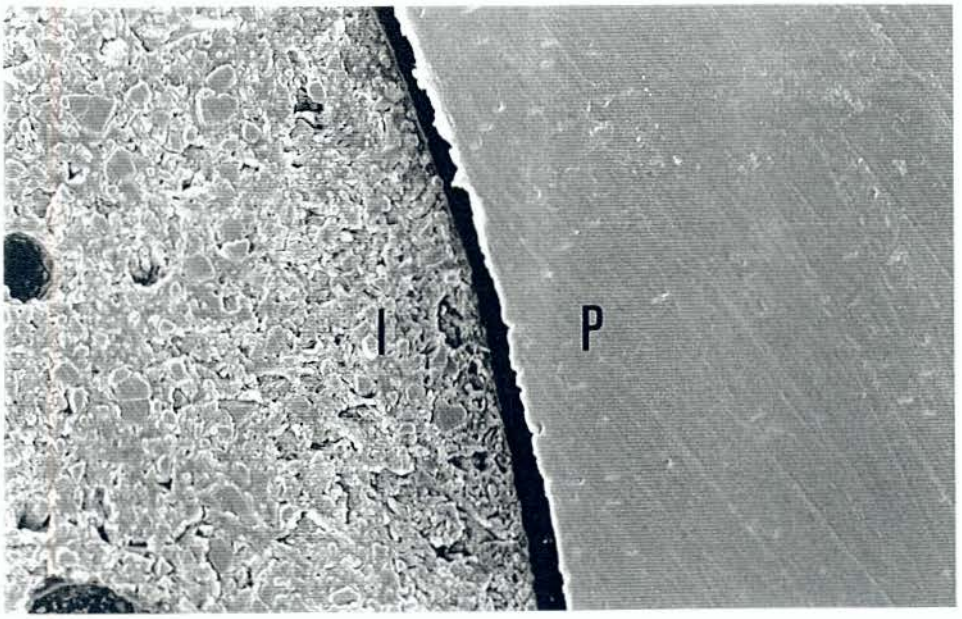

FIGURA 7 - G3 - Interface cimento de ionômero de vidro (I) - preparo cavitário (P). Fenda marginal medindo 6μm. Fotomicrografia em M.E.V. (500 X).

d) grupo 4 - Compômero

As fendas marginais observadas nos dois espécimes desse grupo variaram de 2μm a 8μm. A Figura 8 mostra a interface material-parede cavitária de um dos espécimes analisados.

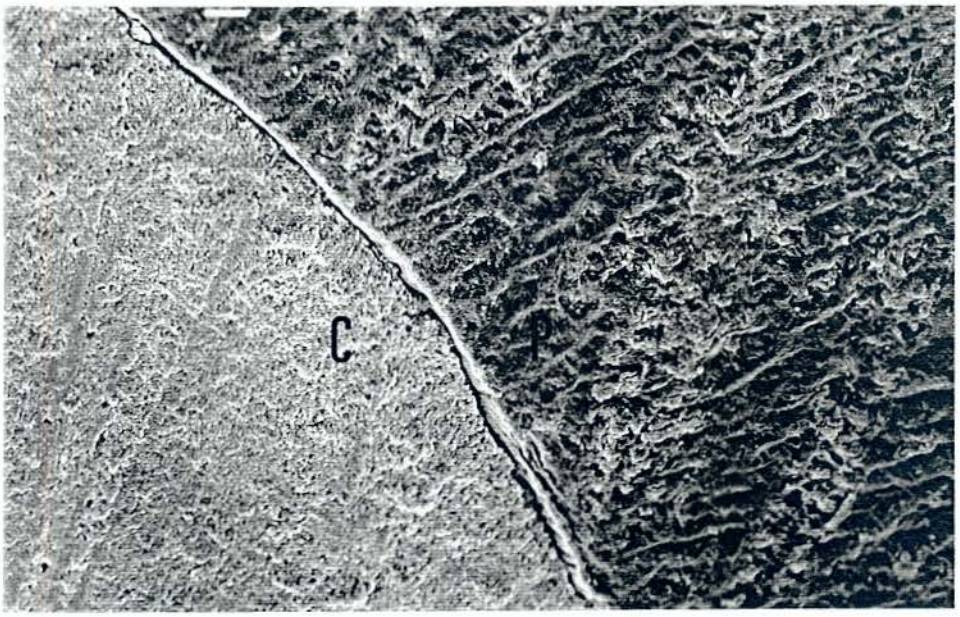

FIGURA 8 - G4 - Interface compômero (C) - preparo cavitário (P). Fenda marginal medindo 2μm. Fotomicrografia em M.E.V. (500 X).

e) grupo 5 - Sistema adesivo dentinário e resina composta

As fendas marginais observadas nos espécimes desse grupo variaram de 4μm a 12μm. A figura 9 mostra a interface material-superfície radicular seccionada de um dos espécimes analisados.

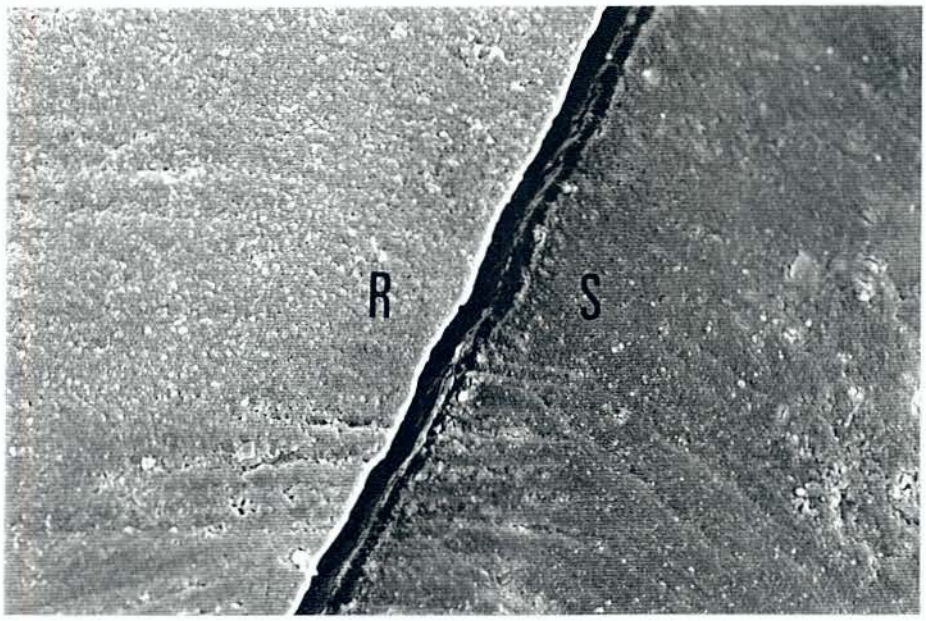

FIGURA 9 - G5 - Interface sistema adesivo dentinário e resina composta (R) - superfície radicular seccionada (S). Fenda marginal medindo 10μm. Fotomicrografia em M.E.V. (500 X).

f) grupo 6 - Cimento de ionômero de vidro

As fendas marginais observadas nos espécimes desse grupo variaram de 6μm a 30μm. A Figura 10 mostra a interface material-superfície radicular seccionada de um dos espécimes avaliados.

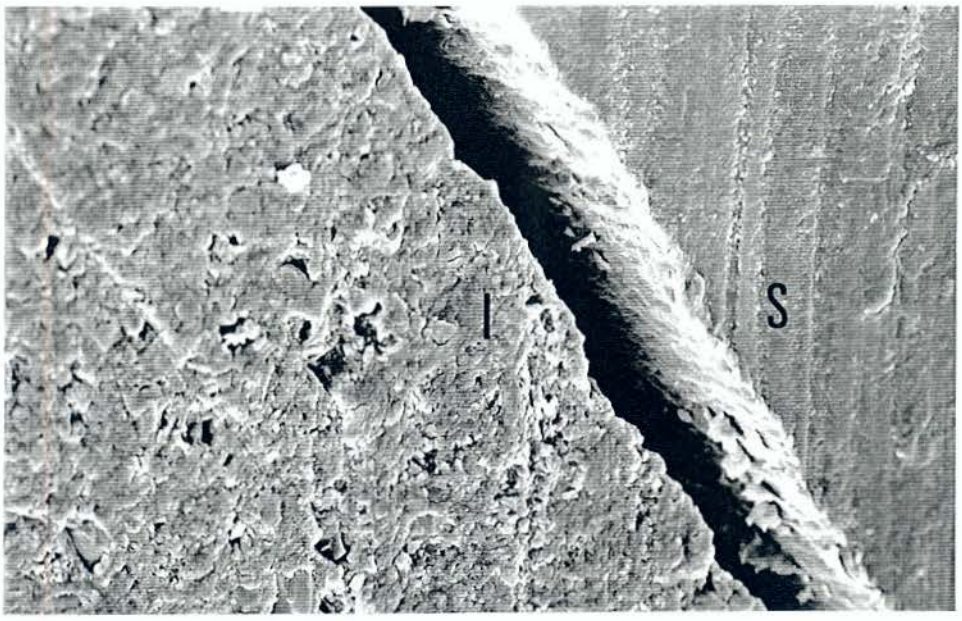

FIGURA 10 - G6 - Interface cimento de ionômero de vidro (I) - superfície radicular seccionada (S). Fenda marginal medindo 30μm. Fotomicrografia em M.E.V. (500x).

g) grupo 7 - Compômero

As fendas marginais observadas nos espécimes desse grupo variaram de 4μm a 10μm. A Figura 11 mostra a interface material-superfície radicular seccionada de um dos espécimes desse grupo.

FIGURA 11 - G7 - Interface compômero (C) - superfície radicular seccionada (S). Fenda marginal medindo 4μm. Fotomicrografia em M.E.V. (500 X).

A Tabela 9 mostra os valores mínimo e máximo das fendas marginais observadas nos espécimes dos grupos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Tabela 9 - Medidas (em μm) das fendas marginais observadas entre os materiais e as paredes cavitárias ou superfícies radiculares seccionadas

Grupos	Medida (em μm) das fendas marginais observadas	
	Valor mínimo	Valor máximo
1	4	30
2	2	12
3	4	25
4	2	8
5	4	12
6	6	30
7	4	10

Faculdade de Odontologia UNESP Serviço de Biblioteca e Documentação +1343 São José dos Campos

6 DISCUSSÃO

6.1 Discussão da metodologia

Vários métodos podem ser utilizados para a avaliação do selamento marginal apical, dentre eles o **método eletroquímico** por Mattison et al.[70] (1985); Alhadainy et al.[4] (1993); Karagöz - Küçükay & Bayirli[57] (1994) - o **método de transporte de fluidos** (filtração fluida) utilizado por King et al.[62] (1990); Yoshimura et al.[119] (1990); Inoue et al.[53] (1991); Crooks et al.[29] (1994); Vignaroli et al.[116] (1995) - o emprego de **radioisótopos** por Delivanis & Tabibi[32] (1978); Harrison & Todd[44] (1980); Matloff et al.[69] (1982); Tronstad et al.[112] (1983); Szeremeta-Browar et al.[104] (1985) - a utilização de **espectrofotometria** por Beatty[13] (1986); Ichesco et al.[51] (1986) - a utilização de **microrganismos** por Kos et al.[65] (1982) - ou o emprego de **corantes** por Maloff et al.[68] (1982); Schwartz & Alexander[97] (1988); Zetterqvist et al.[120] (1988); Higa et al.[46]

(1994); Ahlberg et al.[3] (1995); Bernardineli[18] (1995); O'Connor et al.[82] (1995).

O emprego de corantes na avaliação do selamento marginal apical de materiais retrobturadores, dentre todos os outros, é o método mais utilizado. O selamento marginal apical foi avaliado, neste trabalho, utilizando corante por ser um método simples, de baixo custo e apresentar resultados definidos.

Uma das prioridades deste trabalho foi a padronização da metodologia, para que houvesse condições de se estabelecer comparações mais confiáveis entre os resultados obtidos.

Com relação aos dentes utilizados, foram selecionados aqueles que possuíssem raízes com anatomia semelhante, dando preferência àquelas em que o forame apical apresentasse o mínimo desvio do vértice radicular, de acordo com Valera[114] (1995).

O armazenamento dos dentes em solução de formalina a 10% visou a fixação e estabilidade da matéria orgânica, evitando a sua putrefação, e a permanência em água destilada os mantinha hidratados, de acordo com Sousa[100] (1991).

As coroas dentais foram removidas para facilitar o preparo e a obturação dos canais radiculares, e permitir condições semelhantes de trabalho em todos os espécimes.

O pequeno sulco realizado na superfície vestibular de cada raiz foi utilizado para identificar essa superfície no momento da secção apical das raizes em ângulo de 45° e posterior secção longitudinal.

O comprimento de trabalho foi estabelecido 1mm aquém do forame apical e o batente apical foi realizado até o instrumento número 50, facilitando as condições de travamento do cone de guta-percha principal. O escalonamento e a regularização das paredes do canal, no terço cervical, permitiram melhores condições de acesso ao terço apical, melhorando a qualidade das obturações, de acordo com Leonardo & Leal[66] (1991).

Foi utilizada uma lima tipo Kerr número 20 até o nivel do forame apical, intercalada com os outros instrumentos, para remover raspas de dentina e outros detritos provenientes do preparo biomecânico, de acordo com Leonardo & Leal[66] (1991) e padronizar o diâmetro do forame apical para que em todos os espécimes houvesse condições semelhantes de trabalho, de acordo com Valera[114] (1995).

O hipoclorito de sódio a 1% foi utilizado para a irrigação dos canais radiculares devido ao seu grande poder de

limpeza e a utilização do EDTA (ácido etilenodiaminotetraacético), durante 3 min, visou a remoção da camada residual (ou *smear layer*) para que houvesse um maior contato do material obturador com as paredes do canal radicular, de acordo com Leonardo & Leal[66] (1991). Esta ação por um período de tempo mais prolongado pode determinar a desmineralização da dentina peritubular, de acordo com Yamada et al.[118] (1983). Portanto, fez-se necessária a neutralização do efeito do EDTA através de uma irrigação final abundante dos canais radiculares com 10ml de hipoclorito de sódio a 1%, segundo Yamada et al.[118] (1983); Kennedy et al.[59] (1986); Karagöz -Küçükay & Bayirli[57] (1994).

A escolha de um cimento obturador de canais radiculares à base de hidróxido de cálcio foi baseada nos trabalhos de Valera[114] (1995) e Holland et al.[49] (1996).

Holland et al.[49] (1996) analisaram o selamento marginal obtido após a obturação de canais radiculares com quatro cimentos à base de hidróxido de cálcio e um cimento à base de óxido de zinco e eugenol. Os autores verificaram que os cimentos à base de hidróxido de cálcio exibiram melhor vedamento do canal radicular que o cimento à base de óxido de zinco e eugenol.

No trabalho de Valera[114] (1995) foram avaliadas propriedades físicas e biológicas de três cimentos à base de hidróxido de cálcio e um cimento à base de ionômero de vidro,

e, considerando as propriedades estudadas, o cimento Sealer 26 apresentou os melhores resultados.

A abertura cervical dos canais foi fechada com Cavit, de acordo com os trabalhos de Chohayeb & Bassiouny[26] (1985) e Bobotis et al.[20] (1989), nos quais esses autores verificaram as excelentes qualidades de selamento marginal desse material como selador provisório da câmara pulpar.

Harrison & Todd[44] (1980) verificaram que a secção radicular, utilizando peça de mão em alta rotação, não influenciava o selamento apical de canais bem obturados com guta-percha e cimento. A secção dos 3mm apicais das raízes foi realizada em plano inclinado, tendo como objetivo simular a situação clínica, onde procura-se obter acesso e visualização satisfatórios da região apical das raízes.

Procurou-se padronizar o ângulo da secção apical em 45°, fixando os espécimes na máquina de corte confeccionada especialmente para essa finalidade. Com relação à secção apical, Gilheany et al.[41] (1994) avaliaram ângulos que variavam de 0° a 45°, verificando que quanto maior o ângulo de secção das raízes, maior a infiltração apical observada. Autores como Barry et al.[10] (1975); Abdal & Retief[1] (1982); Abdal et al.[2] (1982); Mattison et al.[70] (1985); Szeremeta-Browar et al.[104] (1985); Thirawat & Edmunds[106] (1989); King et al.[62] (1990); Alhadainy et al.[4] (1993); Higa et al.[46] (1994); Torabinejad et al.[109] (1994) utilizaram uma técnica de secção apical que produz corte

apical horizontal. Entretanto, dentre todas as angulações utilizadas, o ângulo de 45° tem sido o mais comumente descrito, segundo Vertucci & Beatty[115] (1986); MacNeil & Beatty[67] (1987); McDonald & Dumsha[71] (1987); Schwartz & Alexander[97] (1988); Zetterqvist et al.[120] (1988); Yoshimura et al.[119] (1990); McDonald & Dumsha[72] (1990); Inoue et al.[53] (1991); Pissiotis et al.[89] (1991); Peters & Harrison[87] (1992); Cathers & Roahen[25] (1993); Bernardineli[18] (1995); Vignaroli et al.[116] (1995).

A profundidade (3mm) e o diâmetro (1,5mm) dos preparos cavitários foram padronizados, obtendo-se cavidades com dimensões as mais uniformes possíveis, para facilitar a inserção dos materiais e sua localização no momento da mensuração das infiltrações na interface material-paredes cavitárias.

Segundo Barry et al.[10] (1975), a profundidade do preparo apical pode variar de acordo com o caso, mas geralmente uma profundidade de 2 a 4mm é suficiente. Alguns autores como Yoshimura et al.[119] (1990); Inoue et al.[53] (1991); Pissiotis et al.[89] (1991) utilizaram **1mm** de profundidade no preparo da cavidade apical. Outros como Nicholls[81] (1962); Tanzilli et al.[105] (1980); Szeremeta-Browar et al.[104] (1985); MacNeil & Beatty[67] (1987); Beltes et al.[14] (1988); Zetterqvist et al.[120] (1988); Bondra et al.[21] (1989); Thirawat & Edmunds[106] (1989); Olson et al.[84] (1990); Chong et al.[27] (1991); Andreasen & Pitt Ford[6] (1994); Higa et al.[46] (1994); Torabinejad et al.[109]

(1994) descreveram preparos apicais com **2mm** de profundidade. Abdal & Retief[1] (1982); Vertucci & Beatty[115] (1986); Schwartz & Alexander[97] (1988); Tuggle et al.[113] (1989); King et al.[62] (1990); Peters & Harrison[87] (1992); Alhadainy et al.[4] (1993); Crooks et al.[29] (1994); Hosoya et al.[50] (1995); O'Connor et al.[82] (1995); Torabinejad et al.[110] (1995) utilizaram **3mm** de profundidade na realização dos preparos cavitários apicais.

De acordo com os trabalhos de Mattison et al.[70] (1985) e Gartner & Dorn[40] (1992), a profundidade ideal de uma retrobturação para que ocorra um selamento apical eficiente é 3mm. Mattison et al.[70] (1985) compararam retrobturações realizadas com amálgama na profundidade de 1 e 3mm, verificando melhores resultados com relação ao selamento apical quando o amálgama foi utilizado em cavidades com 3mm de profundidade.

Para que o corante penetrasse apenas na interface entre os materiais e as paredes cavitárias nos grupos 1, 2, 3 e 4, e também na interface entre os materiais e a superfície radicular seccionada nos grupos 5, 6 e 7, foi necessária a impermeabilização de toda a superfície radicular externa, incluindo a abertura cervical dos canais. A impermeabilização só não foi realizada na superfície radicular seccionada e numa faixa de cemento com 1mm de largura, limitando-se com a área seccionada.

No estudo piloto para a verificação do melhor nível de impermeabilização apical, verificamos que, quando a impermeabilização era realizada até o nível da secção apical, não ocorria infiltração entre os materiais e a superfície radicular seccionada nos grupos 5, 6 e 7, o que proporcionava falsos resultados. A impermeabilização total da superfície radicular seccionada, deixando apenas 1mm de dentina exposta circundando o canal principal, era viável apenas nos grupos 1, 2, 3 e 4, o que dificultava a padronização da metodologia. Baseados nesse nosso estudo piloto e nos trabalhos de Matloff et al.[69] (1982); McDonald & Dumsha[71] (1987); McDonald & Dumsha[72] (1990); Ahlberg et al.[3] (1995), optamos pela impermeabilização de toda a superfície radicular externa, com exceção da superfície radicular seccionada e 1mm abaixo da linha de secção apical.

A impermeabilização externa das raízes foi realizada com três camadas de esmalte para unhas e uma camada de cera pegajosa, de acordo com o trabalho de Jacobsen et al.[54] (1993). Esses autores avaliaram a efetividade do esmalte para unhas, cera pegajosa, resina epóxica e resina para fundição como agentes impermeabilizantes em estudos de infiltração após uma, quatro, oito, 12 e 36 semanas. Verificaram que a cera pegajosa apresentou os melhores resultados com relação a impermeabilização. No presente trabalho, pudemos verificar a efetividade desse tipo de impermeabilização nas raízes submetidas a esse procedimento. Após a remoção das

camadas de esmalte e cera pegajosa, as superfícies radiculares sob os agentes de impermeabilização estavam isentas de corante.

Com relação aos corantes utilizados nos estudos de infiltração, várias substâncias foram utilizadas como marcadoras, entre elas a **eosina a 5%** por Pitt Ford[90] (1980); Edmunds & Thirawat[34] (1989); Thirawat & Edmunds[106] (1989) - a **tinta da India** por Smee et al.[98] (1987); Beltes et al.[14] (1988); Bondra et al.[21] (1989); Olson et al.[84] (1990); McKendry et al.[73] (1993); Higa et al.[46] (1994) - a **rhodamina B** por Chong et al.[27] (1991); Chong et al.[28] (1993); Hosoya et al.[50] (1995) - o **nitrato de prata** por McDonald & Dumsha[71] (1987); McDonald & Dumsha[72] (1990). Entretanto, a maioria dos autores utilizou o corante **azul de metileno a 2%** como elemento traçador para as medidas da infiltração apical, entre eles, Barry et al.[10] (1975); Barry et al.[11] (1976); Kaplan et al.[56] (1982); Matloff et al.[69] (1982); Bramwell & Hicks[22] (1986); Ichesco et al.[51] (1986); Kennedy et al.[59] (1986); Schwartz & Alexander[97] (1988); Spangberg et al.[101] (1989); Holland et al.[48] (1990); Koren et al.[64] (1990); Friedman et al.[39] (1991); Oliver & Abbott[83] (1991); Pissiotis et al.[89] (1991); Peters & Harrison[87] (1992); Torabinejad et al.[109] (1994); Bernardineli[18] (1995); Holland et al.[49] (1996).

No trabalho de Matloff et al.[69] (1982), os autores compararam o corante azul de metileno a 2% e três radioisótopos, observando que o azul de metileno penetrou mais

que qualquer um dos radioisótopos no interior dos canais radiculares.

Ahlberg et al.[3] (1995) compararam o azul de metileno e a tinta da Índia para avaliar a penetração dos dois corantes em canais radiculares obturados. Os autores verificaram que o azul de metileno mostrou maior poder de penetração quando comparado ao outro corante.

Kersten & Moorer[60] (1989) verificaram que o azul de metileno teve infiltração comparável com o ácido butírico, que é um produto metabólico dos microrganismos. Segundo esses autores, o azul de metileno é um adequado indicador da infiltração de microrganismos e endotoxinas, bem como agentes tóxicos de baixo peso molecular.

Baseados nos resultados desses trabalhos, utilizamos o corante azul de metileno a 2%, por oferecer um bom poder de resolução, apresentar pouca variabilidade entre os resultados obtidos, fácil manuseio e baixo custo.

Com relação ao tempo de permanência dos espécimes no corante, existem muitas divergências entre os autores. Para o azul de metileno a 2%, Matloff et al.[69] (1982); Bramwell & Hicks[22] (1986); Torabinejad et al.[109] (1994) imergiram os espécimes durante **48 h**, Ichesco et al.[51] (1986) mantiveram os espécimes imersos por **72 h** e Barry et al.[11] (1976); Kaplan et al.[56] (1982); Schwartz & Alexander[97] (1988); Spangberg et al.[101] (1989); Oliver & Abbott[83] (1991); Kazemi &

Spangberg[58] (1995) mantiveram os espécimes imersos no corante durante uma semana (**168 h**).

Sousa[100] (1991) avaliou os corantes azul de metileno a 2%, fluoresceína a 2%, violeta de genciana a 2% e rhodamina B a 1%, procurando traçar um perfil do potencial infiltrativo que cada corante poderia exercer ou não em função do tempo. Os espécimes foram imersos nos corantes e avaliados após os períodos de 24 h e 168 h (uma semana). A autora verificou que o período de 168 h foi mais adequado para a determinação da avaliação e que a solução de azul de metileno a 2% foi a que apresentou menor variabilidade entre os resultados. Baseados nas observações dessa autora, realizamos a imersão dos espécimes no corante azul de metileno a 2% durante uma semana (168 h).

Um aspecto importante a ser considerado é o emprego do vácuo no momento da imersão dos espécimes no corante. Maloff et al.[68] (1982) verificaram que a presença do ar aprisionado no interior de canais radiculares vazios impedia a completa penetração pelo corante. Da mesma forma, Spangberg et al.[101] (1989) e Kazemi & Spangberg[58] (1995) avaliaram a influência da presença do ar aprisionado, no interior de canais radiculares, sobre a capacidade da solução corante preencher completamente espaços vazios confeccionados nas obturações desses canais. Os autores observaram que só ocorreu penetração completa pelo corante nos espaços vazios quando submeteram os espécimes a um ambiente de vácuo.

Oliver & Abbott[83] (1991) avaliaram o efeito da presença do ar aprisionado sobre a capacidade de penetração do azul de metileno em espaços vazios de tamanho conhecido. Os autores verificaram que o grupo submetido ao ambiente de vácuo foi o único que mostrou penetração total pelo corante em todos os espécimes. Segundo esses autores, esses resultados mostraram que o método de imersão passiva dos espécimes no corante não é confiável devido à influência do ar aprisionado.

Goldman et al.[42] (1989) realizaram um estudo de penetração de corante utilizando canais vazios e canais obturados com guta-percha que apresentavam um defeito conhecido nessas obturações. Observaram penetração total do corante somente quando foi realizada a remoção prévia do ar aprisionado, empregando uma bomba de vácuo. Concluíram que, para os estudos de infiltração serem confiáveis, é necessária a remoção prévia do ar aprisionado.

Holland et al.[48] (1990) avaliaram a influência do emprego ou não do vácuo na profundidade da infiltração marginal do corante azul de metileno a 2%, em dentes com canais obturados. Os autores concluíram que, com o emprego do vácuo, a infiltração marginal pode ser mais pronunciada que na ausência deste.

O emprego do vácuo neste trabalho foi justificado pelos resultados obtidos nos estudos desses autores. Além de padronizar as condições nas quais os espécimes foram imersos

no corante, asseguram maior confiabilidade aos resultados obtidos.

A utilização de controles na metodologia empregada merece algumas considerações. Vários autores utilizaram grupos controle positivo e negativo em suas metodologias para avaliar a infiltração apical em canais retrobturados, como exemplo Olson et al.[84] (1990); King et al.[62] (1990); McKendry et al.[73] (1993); Ahlberg et al.[3] (1995). Os autores observaram penetração total pelo corante nos dentes do grupo controle positivo e ausência de penetração pelo corante nos dentes do grupo controle negativo. Neste estudo, foram utilizados dois espécimes em cada grupo experimental, sendo um espécime como controle positivo e um outro espécime como controle negativo, com o objetivo de monitorar internamente cada grupo, segundo Valera[114] (1995). Desta forma, todas as raízes dentro de um mesmo grupo foram submetidas às mesmas condições experimentais, incluindo os espécimes controle. Foi verificada a penetração total pelo corante no espécime controle positivo e a ausência de penetração pelo corante no espécime controle negativo em todos os grupos experimentais.

Para a análise dos resultados obtidos, alguns autores realizaram secções transversais nas raízes, como Barry et al.[10] (1975); Barry et al.[11] (1976); Maloff et al.[68] (1982); Szeremeta-Browar et al.[104] (1985). Entretanto, a maioria dos autores confeccionou sulcos e promoveu a fratura longitudinal

das raízes, analisando a infiltração pelo corante nas duas hemisecções, como Beatty[13] (1986); Pinks & Beatty[88] (1986); McDonald & Dumsha[71] (1987); Smee et al.[98] (1987); Schwartz & Alexander[97] (1988); Edmunds & Thirawat[34] (1989); Baker & Oguntebi[8] (1990); Holland et al.[48] (1990); Koren et al.[64] (1990); Friedman et al.[39] (1991); Peters & Harrison[87] (1992); Torabinejad et al.[109] (1994); O'Connor et al.[82] (1995). Utilizamos esse tipo de metodologia baseados nas observações desses autores e por julgarmos que a mesma permite uma avaliação mais confiável dos resultados obtidos. Baseados nos valores obtidos a partir da avaliação das duas hemissecções, pôde-se estabelecer a média das infiltrações ocorridas nos diferentes grupos experimentais.

Para a avaliação das infiltrações foi utilizado um estereomicroscópio com ocular micrométrica. Esta técnica é bastante simples, permite a obtenção de dados objetivos e é amplamente utilizada na avaliação do selamento marginal apical.

Nos grupos 1, 2, 3 e 4, a leitura e mensuração da infiltração foram realizadas tomando como referência a pigmentação pelo corante na interface material-paredes cavitárias, como mostraram os trabalhos de Schwartz & Alexander[97] (1988); Baker & Oguntebi[8] (1990); Peters & Harrison[87] (1992).

Nos grupos 5, 6 e 7, a leitura e mensuração da infiltração foram realizadas tomando como referência a pigmentação pelo corante na interface material-superfície radicular seccionada. Esse esquema de metodologia foi utilizado por Chong et al.[28] (1993). A infiltração foi avaliada por dois examinadores, para que fossem observadas as eventuais discrepâncias ocorridas na leitura dos dados.

Com relação ao microscópio eletrônico de varredura, Grimstone[43] (1980) descreveu como vantagens da utilização desse tipo de microscópio, o fato de que ele pode ser operado em uma escala ampla de aumentos, tem grande profundidade de foco e é de operação simples. Sua resolução depende de uma série de fatores. O diâmetro da sonda do feixe eletrônico, varrendo o espécime, é o mais importante de todos, mas a natureza do espécime e a interação deste com o feixe também são influentes, bem como a velocidade de varredura e o número de linhas na imagem. Segundo esse autor, o microscópio eletrônico de varredura é ideal para estudar a topografia de superfície de objetos sólidos.

O emprego do microscópio eletrônico de varredura no presente trabalho teve como finalidade observar a adaptação marginal dos materiais às paredes cavitárias e à superfície radicular seccionada, procurando verificar se existiam diferenças entre as duas situações (retrobturação ou recobrimento apical).

6.2 Discussão dos resultados

6.2.1 Quanto à infiltração marginal por corante

Com relação aos dados obtidos na Tabela 5, verificamos que o amálgama (G1) mostrou infiltração média maior que os outros materiais.

Esses resultados são concordantes com os obtidos nos trabalhos de Abdal & Retief[1] (1982); Abdal et al.[2] (1982); McDonald & Dumsha[71] (1987); Smee et al.[98] (1987); Schwartz & Alexander[97] (1988); Barkhordar et al.[9] (1989); Thirawat & Edmunds[106] (1989); Hosoya et al.[50] (1995), os quais compararam o selamento marginal apical proporcionado pelo amálgama com o cimento de ionômero de vidro e/ou resina composta e verificavam maior infiltração com o emprego do amálgama. Entretanto, esses resultados são discordantes dos trabalhos de Beltes et al.[14] (1988) e King et al.[62] (1990), que compararam o amálgama e o cimento de ionômero de vidro e verificaram melhores resultados com o emprego do amálgama.

Os resultados desfavoráveis no selamento marginal apical com o amálgama podem ter ocorrido devido ao

fato de que esse material não apresenta adesão às estruturas dentais, e os valores obtidos com relação à infiltração marginal, logo após sua inserção nas cavidades apicais, são elevados, de acordo com os trabalhos de Pitt Ford[90] (1980) e Inoue et al.[53] (1991).

Embora existam questionamentos sobre o desempenho do amálgama nos estudos de infiltração marginal, principalmente quando são utilizados períodos curtos de avaliação, sabe-se que o selamento proporcionado por esse material pode melhorar com o tempo, segundo Delivanis & Tabibi[32] (1978); Yoshimura et al.[119] (1990); Inoue et al.[53] (1991); Hosoya et al.[50] (1995). Esse fato pode ser explicado pela presença dos produtos de corrosão, ocasionando uma redução nos valores da infiltração marginal, segundo Smith et al.[99] (1978).

Outro aspecto bastante discutido na literatura diz respeito ao emprego ou não do verniz cavitário antes da inserção do amálgama nas cavidades apicais. A finalidade do emprego do verniz cavitário seria reduzir a infiltração inicial verificada com a utilização do amálgama, de acordo com as afirmações de Pitt Ford[90] (1980); Mattison et al.[70] (1985).

Segundo Abdal et al.[2] (1982); Tronstad et al.[112] (1983); Mattison et al.[70] (1985); Tuggle et al.[113] (1989); Inoue et al.[53] (1991), a utilização de um verniz cavitário antes da inserção do amálgama nas cavidades apicais pode contribuir na redução

dos valores da infiltração marginal observada. Entretanto, Vertucci & Beatty[115] (1986); King et al.[62] (1990); Olson et al.[84] (1990); Cathers & Roahen[25] (1993) não observaram diferenças com relação ao selamento marginal apical quando um verniz foi aplicado nas paredes cavitárias antes da inserção do amálgama.

Embora essas controvérsias ainda existam, acreditamos que, mais importante do que a utilização ou não de um verniz cavitário nos preparos apicais, seria a composição do amálgama utilizado.

Segundo Cathers & Roahen[25] (1993), a composição do amálgama é uma variável importante nos estudos de infiltração marginal. Nelson & Mahler[79] (1990) verificaram que, dependendo da composição do amálgama, pode ocorrer contração ou expansão do material após sua inserção e este fato contribui com relação aos valores da infiltração observados.

Embora existam divergências sobre a composição ideal do amálgama a ser utilizado em cirurgias parendodônticas, optamos pela utilização de uma liga sem zinco na composição, baseados nos trabalhos Bernabé[16] (1977); Fichman & Santos[35] (1982); Kimura[61] (1982); Mattison et al.[70] (1985); Nelson & Mahler[79] (1990).

Bernabé[16] (1977) implantou vários materiais em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos para avaliar

histologicamente as reações que causavam. O autor pesquisou o amálgama de prata com zinco, o amálgama de prata sem zinco, a guta-percha, o Cavit e dois cimentos de policarboxilato de zinco (Boston e PCA), nos períodos de dois, sete, 14, trinta e sessenta dias. A guta-percha, o amálgama de prata com zinco e o amálgama de prata sem zinco foram os materiais mais bem tolerados pelo tecido conjuntivo subcutâneo dos ratos. As reações teciduais provocadas pelo amálgama de prata com e sem zinco foram semelhantes.

Mattison et al.[70] (1985) não encontraram diferenças significativas com relação à infiltração marginal quando da presença ou não de zinco na composição da liga.

Entretanto, Kimura[61] (1982) verificou que as reações teciduais provocadas pelo amálgama com e sem zinco foram semelhantes, mas o amálgama sem zinco apresentou melhores resultados com relação à infiltração marginal, após 22 meses de avaliação em dentes de cães.

Segundo Fichman & Santos[35] (1982) e Nelson & Mahler[79] (1990), o amálgama sem zinco deveria ser utilizado preferencialmente nos procedimentos cirúrgicos devido ao fato de que a contaminação por umidade, nas fases de inserção ou condensação do material, pode provocar o fenômeno denominado expansão tardia.

Ainda com relação à Tabela 5, verificamos que as médias das infiltrações aumentaram na seguinte ordem: G3

(cimento de ionômero de vidro), G4 (compômero), G2 (sistema adesivo dentinário e resina composta) e G1 (amálgama). Pudemos observar que os melhores resultados foram obtidos com o cimento de ionômero de vidro.

Esses resultados são coerentes com os trabalhos de Schwartz & Alexander[97] (1988); Zetterqvist et al.[120] (1988); Barkhordar et al.[9] (1989); Thirawat & Edmunds[106] (1989); Chong et al.[27] (1991); Pissiotis et al.[89] (1991); Hosoya et al.[50] (1995).

Schwartz & Alexander[97] (1988), comparando o selamento apical obtido com um cimento de ionômero de vidro e amálgama sem zinco, observaram valores menores de infiltração com o cimento de ionômero de vidro. Os resultados obtidos foram estatisticamente significantes.

Ainda Barkhordar et al.[9] (1989) analisaram o selamento apical proporcionado por três cimentos de ionômero de vidro e amálgama, verificando melhores resultados com os cimentos de ionômero de vidro.

Chong et al.[27] (1991) verificaram que o selamento apical proporcionado por um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável foi significativamente melhor quando comparado ao amálgama.

Entretanto, nossos resultados são discordantes dos encontrados por Beltes et al.[14] (1988) e King et al.[62] (1990), nos quais os autores verificaram melhores resultados com

relação à infiltração marginal apical com o amálgama quando comparado ao cimento de ionômero de vidro.

As divergências obtidas entre estes trabalhos e os nossos resultados podem ser devidas a algumas variáveis, como o tipo de corante utilizado, a técnica de imersão dos dentes no corante, o método de análise das infiltrações, bem como os próprios materiais utilizados.

Os bons resultados, com relação à infiltração, obtidos com o cimento de ionômero de vidro no presente trabalho, podem ser explicados pelo fato de que esse material apresenta adesão físico-química à dentina, segundo McLean et al.[74] (1977). Essa adesão ocorre através de um mecanismo em que os íons de hidrogênio reagem com a superfície dental, deslocando íons cálcio e fosfato, os quais reagem com os grupos carboxílicos, promovendo uma união química entre o material e as superfícies dentais.

As principais vantagens na utilização do cimento de ionômero de vidro são suas propriedades de adesividade, liberação de flúor, coeficiente de expansão térmica linear e biocompatibilidade, segundo Hinoura et al.[47] (1991). Uma outra vantagem do cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável utilizado no presente trabalho, é que o líquido desse material possui um copolímero do ionômero de vidro do Vitrebond (ácido polialcenóico), que permite a adesão em dentina úmida. Segundo Navarro et al.[78] (1994), a cavidade preparada não

deve ser muito seca, pois o cimento de ionômero de vidro requer uma certa quantidade de umidade para que ocorra uma interação adequada entre o material e o dente. Essa característica é muito interessante do ponto de vista clínico, onde o controle da umidade durante os procedimentos cirúrgicos deve ser realizado com critério, mas é difícil obter um campo operatório totalmente isento de umidade.

Ainda com relação ao cimento de ionômero de vidro, notamos algumas dificuldades durante a inserção desse material no interior dos preparos cavitários ou mesmo no recobrimento apical das superfícies radiculares seccionadas. Essa dificuldade provavelmente está associada à consistência desse material após a manipulação. Concordamos com as observações de Beltes et al.[14] (1988), nas quais esses autores salientaram que o cimento de ionômero de vidro é um material pegajoso, e sua aplicação como material retrobturador pode ser difícil. Apesar das dificuldades encontradas durante a utilização do cimento de ionômero de vidro, os resultados obtidos com o mesmo foram melhores quando comparados aos outros materiais.

Observando a Tabela 5, pode-se verificar que o sistema adesivo dentinário e resina composta, quando comparados aos outros materiais adesivos e ao amálgama, apresentaram a segunda maior média de infiltração, com diferenças estatisticamente significantes.

Esses resultados são concordantes com os trabalhos de McDonald & Dumsha[71] (1987) e Smee et al.[98] (1987).

McDonald & Dumsha[71] (1987) realizaram um estudo comparativo para avaliar a capacidade de selamento de uma resina composta com adesivo dentinário, resina composta isoladamente, Cavit, amálgama sem verniz cavitário e guta-percha brunida a quente ou a frio. Embora os valores médios da infiltração observada por esses autores (0,28mm para a resina composta com adesivo dentinário e 2,55mm para o amálgama) tenham sido diferentes dos valores obtidos no presente trabalho, os melhores resultados foram obtidos no grupo da resina composta e adesivo dentinário quando comparados ao amálgama.

Smee et al.[98] (1987) avaliaram e compararam a capacidade de selamento apical proporcionado pela guta-percha brunida a quente, resina composta e adesivo dentinário, Teflon, amálgama sem verniz cavitário e IRM. Os autores verificaram que o IRM (1,63mm), o Teflon (0,06mm) e a resina composta com adesivo dentinário (0,19mm) apresentaram infiltração marginal significativamente menor que o amálgama sem verniz cavitário (5,13mm).

No trabalho de Thirawat & Edmunds[106] (1989), os autores verificaram que os melhores resultados, com relação ao selamento apical, foram obtidos utilizando adesivo dentinário e

resina composta (1,33mm) e cimento de ionômero de vidro (1,40mm) quando comparados ao amálgama com verniz cavitário (6,48mm).

As diferenças entre os valores médios da infiltração observada por esses autores e os valores médios observados no presente trabalho podem ser explicados pelo tipo de corante utilizado, tempo e técnica de imersão dos espécimes no corante, bem como pelos materiais utilizados.

Algumas variáveis podem ter influenciado os resultados da infiltração verificada no G2 (sistema adesivo dentinário e resina composta), principalmente com relação à adesão.

Sabe-se que a adesão desses materiais ao esmalte, utilizando a técnica do condicionamento ácido proposta por Buonocore[24] (1955), é efetiva e consagrada. Entretanto, a dentina possui estrutura e composição química diferentes do esmalte, tornando o processo de adesão mais complexo.

Enquanto o esmalte possui 92% de hidroxiapatita inorgânica, a dentina possui em média somente 45% desta. Também em contraste com o arranjo regular dos cristais de hidroxiapatita no esmalte, na dentina estes se entrelaçam com a matriz orgânica constituída principalmente de colágeno, segundo Swift et al.[103] (1995). Além dessas diferenças, existem variações na própria dentina que podem interferir ou dificultar o processo de adesão, tais como o tipo de dentina, região do

dente, profundidade do preparo cavitário, presença de *smear layer*, água e oxigênio nos túbulos dentinários.

Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989) verificaram que o número, diâmetro e orientação dos túbulos dentinários na superfície radicular seccionada são muito variáveis dependendo da região e profundidade da dentina avaliada.

Segundo Swift et al.[103] (1995), a dentina proximal é mais permeável que a dentina oclusal e a dentina coronária é mais permeável que a dentina radicular. Essas variações nas características da dentina interferem na permeabilidade e eficiência dos sistemas adesivos, segundo Heymann & Bayne[45] (1993). A medida que a dentina vai se tornando profunda, ou os túbulos dentinários aumentam em número e diâmetro, a dentina intertubular tende a diminuir. Nesta situação, ao empregarmos um adesivo dentinário com capacidade de hibridização (formação da camada híbrida), esta será prejudicada, devido a menor quantidade de dentina intertubular, imprescindível na adesão.

Essas variações na estrutura dentinária e na sua composição podem explicar os resultados não tão favoráveis obtidos com o sistema adesivo dentinário e resina composta quando inseridos nas cavidades apicais. Na região apical a permeabilidade dentinária é menor, mas a quantidade de túbulos dentinários, na área próxima ao canal radicular, pode variar entre 19 mil e 48 mil por mm^2, com uma média de 27 mil

túbulos por mm^2, segundo Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989), dificultando o processo de adesão. Nessa região, a retenção do sistema adesivo dentinário e resina composta ainda se constitui num desafio, principalmente porque o esmalte está ausente.

Um outro fator que pode ter contribuído para os resultados obtidos no grupo 2 (sistema adesivo dentinário e resina composta) foi a utilização do ataque ácido nas paredes dentinárias. Embora o ataque ácido seja necessário antes da utilização do sistema adesivo dentinário e resina composta, ele remove a *smear layer*, abre os túbulos dentinários, aumenta a permeabilidade dentinária e descalcifica a dentina peritubular e intertubular, segundo Swift et al.[103] (1995). Se não ocorrer um selamento adequado da superfície dentinária condicionada, esse aumento na permeabilidade dentinária pode contribuir para a penetração do corante.

Araujo[7] (1989) estudou a infiltração marginal em restaurações de resina composta para dentes posteriores, verificando que o condicionamento ácido mostrou-se efetivo na redução da infiltração quando se usou uma resina fotoativada, reduzindo de 70% para 55% o percentual de infiltração observado. Entretanto, havia esmalte na região cervical das restaurações.

Pela Tabela 5, pode-se verificar que o compômero (G4) apresentou a terceira maior média de infiltração. Esses

resultados foram estatisticamente significantes quando comparados aos outros materiais.

Esse material surgiu a partir da inovação em um novo monômero, que combina em sua estrutura grupos ácidos e grupos acrílicos, com vidros contendo flúor.

Segundo o fabricante, esse material combina as principais vantagens dos compósitos modernos com as dos cimentos de ionômero de vidro. Após a polimerização inicial feita com luz, a tradicional reação dos ionômeros de vidro se inicia lentamente, estabelecendo uma reação ácido-base, que resulta em uma estrutura iônica parcial integrada à uma matriz polimérica. Similar ao que acontece nos cimentos de ionômero de vidro, esse material também apresenta liberação de flúor.

O fato de combinar características dos dois materiais (resina composta e cimento de ionômero de vidro), pode explicar, de certa maneira, os valores da infiltração observados. Os resultados obtidos foram intermediários entre G2 (sistema adesivo dentinário e resina composta) e G3 (cimento de ionômero de vidro).

Um outro fator que pode ter contribuído para os resultados obtidos é a diferença entre o coeficiente de expansão térmica linear dos materiais utilizados no presente trabalho e a estrutura dentária.

Segundo Navarro et al.[78] (1994), os adesivos dentinários resinosos, apresentam elevada resistência de união inicial, porém com as mudanças térmicas vão sistematicamente perdendo essa retentividade. Isso ocorre por causa do coeficiente de expansão térmica linear das resinas, que é no mínimo, três vezes superior ao da estrutura dentária. Assim, quando ocorrem mudanças térmicas, enquanto o dente se contrai ou se dilata, o material o faz três ou mais vezes a mais ou a menos que a estrutura dentária. Com os cimentos de ionômero de vidro isso não ocorre. Apesar da adesividade ao esmalte e dentina não ser tão elevada inicialmente, ela se mantém, pois os valores do coeficiente de expansão térmica linear desses cimentos são muito semelhantes ao da estrutura dentária, de acordo com Hinoura et al.[47] (1991).

Durante a avaliação dos espécimes com relação à penetração do corante na interface material-paredes cavitárias, pudemos constatar que o corante não penetrou apenas nessa interface, mas também através da superfície radicular seccionada. Essa constatação é coerente com as observações de Ichesco et al.[51] (1986); Pinks & Beatty[88] (1986); Vertucci & Beatty[115] (1986); Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989); Tuggle et al.[113] (1989); Koren et al.[64] (1990); Friedman et al.[39] (1991).

Segundo Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989), na superfície radicular seccionada existe uma grande quantidade de túbulos dentinários expostos e grande tendência à infiltração.

Vertucci & Beatty[115] (1986) constataram que os túbulos dentinários expostos podem constituir um caminho potencial para a infiltração. Entretanto, o significado clínico da infiltração através dos túbulos dentinários permanece incerto, segundo Friedman et al.[39] (1991).

Para reduzir a infiltração através da superfície radicular seccionada, Gilheany et al.[41] (1994) verificaram que quanto menor o ângulo de secção apical e maior a profundidade do preparo cavitário, menor a infiltração apical observada. Infelizmente, nem sempre é possível realizar isto clinicamente, dependendo da necessidade de melhorar o acesso cirúrgico e dependendo da anatomia da raiz. Desta forma, concordamos com as afirmações de Tidmarsh & Arrowsmith[107] (1989), quanto à necessidade de selamento não apenas do canal radicular, mas também da superfície radicular seccionada.

Estudando a literatura sobre o assunto, verificamos que poucos trabalhos avaliaram o selamento da superfície radicular seccionada. Dentre eles, podemos citar McDonald & Dumsha[72] (1990); Rud et al.[95] (1991); Rud et al.[96] (1991); Andreasen et al.[5] (1993); Chong et al.[28] (1993); Miles et al.[75] (1994); Vignaroli et al.[116] (1995).

A Tabela 8 mostra os resultados da infiltração observada nos casos em que os materiais foram utilizados para o recobrimento da superfície radicular seccionada. Em ordem crescente da infiltração, pôde-se verificar o cimento de

ionômero de vidro (G6), o compômero (G7) e o sistema adesivo dentinário e resina composta (G5). O cimento de ionômero de vidro e o compômero mostraram infiltrações significativamente menores que o sistema adesivo dentinário e resina composta, sendo que esses resultados foram estatisticamente iguais entre si.

Esses resultados são concordantes com Chong et al.[28] (1993). Esses autores avaliaram dois tipos de cimento de ionômero de vidro (convencional e fotopolimerizável) aplicados diretamente sobre a superfície radicular seccionada e verificaram melhores resultados com relação à infiltração por corante no grupo do cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável.

Entretanto, os resultados verificados na Tabela 8 são discordantes do trabalho de McDonald & Dumsha[72] (1990). Nesse trabalho, os autores verificaram que a utilização de um adesivo dentinário associado a resina composta mostrou uma redução significante na infiltração apical quando utilizados em preparos cavitários ou diretamente na superfície radicular seccionada. Esses resultados foram estatisticamente significantes quando comparados ao amálgama.

Embora os resultados observados por McDonald & Dumsha[72] (1990), com relação à utilização de um adesivo dentinário associado a resina composta, tenham sido satisfatórios quando aplicados diretamente na superfície

radicular seccionada, no presente trabalho, a utilização desses materiais, nessas condições, mostrou os piores resultados quanto à infiltração marginal por corante, com diferenças estatisticamente significantes em relação ao cimento de ionômero de vidro e ao compômero.

Estes resultados poderiam ser explicados pela influência de alguns fatores, tais como a contração de polimerização e coeficiente de expansão térmica linear da resina composta, variações na própria dentina, condicionamento ácido da superfície radicular seccionada e diferenças na metodologia dos trabalhos.

McDonald & Dumsha[72] (1990) utilizaram como corante o nitrato de prata a 50% durante 2 h e não submeteram os espécimes a um ambiente de vácuo. Ainda utilizaram, como adesivo dentinário e resina composta, materiais diferentes dos empregados no presente trabalho.

Segundo Araujo[7] (1989), para reduzir o efeito da contração de polimerização, as resinas compostas devem ser inseridas pela técnica incremental, pela qual pequenas porções são inseridas na cavidade e polimerizadas, conseguindo-se desta maneira, que a contração sofrida pela porção anterior seja parcialmente compensada pela porção posterior. Entretanto, esse procedimento requer tempo e pode ser difícil evitar a contaminação com sangue no campo operatório, durante o trabalho clínico, de acordo com Smee et al.[98] (1987).

No presente trabalho, a resina composta foi inserida em pequenas porções, tentando minimizar o problema da contração de polimerização sofrida por esse material. Mesmo assim, os resultados obtidos no grupo 5 foram piores quando comparados aos grupos 6 e 7.

No trabalho de McDonald & Dumsha[72] (1990), os valores da infiltração observados foram semelhantes quando o adesivo dentinário e a resina composta foram inseridos nos preparos cavitários (0,40mm) ou colocados diretamente sobre a superfície radicular seccionada (0,31mm).

No presente trabalho, pudemos observar situações semelhantes à observada por McDonald & Dumsha[72] (1990), onde os valores da infiltração obtidos na interface material-paredes cavitárias foram semelhantes àqueles obtidos na interface material-superfície radicular seccionada com os materiais utilizados (sistema adesivo dentinário e resina composta, cimento de ionômero de vidro e compômero). Essas observações mostraram que, nas duas formas de utilização (retrobturação ou recobrimento apical), os materiais se comportaram de maneira semelhante.

Essas observações dão suporte às afirmações de McDonald & Dumsha[71] (1987); McDonald & Dumsha[72] (1990); Rud et al.[95] (1991); Rud et al.[96] (1991) de que o preparo cavitário apical seria desnecessário durante a intervenção

cirúrgica e que o selamento deveria ser realizado na superfície radicular seccionada.

6.2.2 Quanto à adaptação marginal em microscopia eletrônica de varredura

Na análise da interface material-preparo cavitário em microscopia eletrônica de varredura, pôde-se constatar pela Tabela 9, que as fendas marginais observadas no grupo do amálgama (G1) variaram de 4μm a 30μm. Esses resultados são coerentes com os trabalhos de Tanzilli et al.[105] (1980); Abdal & Retief[1] (1982); Stabholz et al.[102] (1985); Yoshimura et al.[119] (1990); Inoue et al.[53] (1991); Torabinejad et al.[108] (1994); Torabinejad et al.[110] (1995).

No trabalho de Tanzilli et al.[105] (1980), as fendas marginais verificadas após a utilização ao amálgama mediam de 10μm a 31μm, com 22μm em média.

Abdal & Retief[1] (1982) verificaram a adaptação marginal de 16 materiais retrobturadores às paredes cavitárias e

observaram que no grupo do amálgama sem zinco foram verificadas fendas marginais que mediam de 5,36μm a 9,46μm.

No trabalho de Stabholz et al.[102] (1985), a adaptação marginal do amálgama às paredes cavitárias foi a pior dentre outros quatro materiais. As fendas marginais verificadas com o amálgama variaram de 10μm a 30μm.

Yoshimura et al.[119] (1990) também observaram a presença de fendas marginais após o emprego do amálgama, as quais mediam no máximo 20μm.

Inoue et al.[53] (1991) observaram fendas marginais entre o amálgama e as paredes cavitárias, que variaram de 5μm a 10μm.

Torabinejad et al.[108] (1994) verificaram fendas marginais na interface amálgama-paredes cavitárias, que variaram de 12μ a 28μm.

Torabinejad et al.[110] (1995) observaram a presença de fendas marginais entre o amálgama e as paredes cavitárias que mediam até 18,8μm, com 4,8μm em média.

Ainda em relação ao amálgama, Moodnik et al.[76] (1975) observaram fendas marginais maiores que as verificadas no presente trabalho. Esses autores observaram fendas marginais após o emprego do amálgama, em microscopia eletrônica de varredura, onde essas fendas variaram de 6μm a

150μm. Infelizmente, os autores não esclareceram qual foi o tipo de amálgama utilizado no trabalho.

As variações entre o tamanho das fendas marginais encontradas no presente trabalho e nos outros trabalhos citados, podem ser devidas ao tipo de amálgama utilizado, bem como diferenças entre as metodologias empregadas.

De acordo com Bastos et al.[12] (1994), o amálgama sofre alterações dimensionais, onde a reação química entre a limalha e o mercúrio provoca uma série de alterações volumétricas, sendo que, inicialmente ocorre contração, seguida de expansão e finalmente nova contração. Segundo esses autores, as ligas de partículas esféricas, geralmente, apresentam maior contração.

Segundo Nelson & Mahler[79] (1990), dependendo da composição do amálgama, podem ocorrer alterações dimensionais (contração ou expansão) após a contaminação por umidade. Nos casos onde não houve contaminação por umidade, os autores verificaram que o amálgama sem zinco apresentou contração de 5,7μm a 7,6μm um dia após a manipulação, e essa alteração dimensional chegou até 15,2μm de contração após trinta dias.

Observando a Tabela 9, nota-se que as fendas marginais no grupo do cimento de ionômero de vidro (G3)

variaram de 4μm a 25μm. Resultados semelhantes foram observados por Bernardineli[18] (1995). Esse autor avaliou a adaptação marginal de seis materiais odontológicos inseridos em preparos cavitários apicais, utilizando microscopia eletrônica de varredura. O autor verificou que o cimento de ionômero de vidro (Chelon-Silver) apresentou as maiores fendas marginais, as quais mediam 18,49μm em média.

Os resultados observados com o cimento de ionômero de vidro poderiam ser explicados pelo fato de que esse material é sensível ao ressecamento. Para diminuir o efeito do ressecamento sobre esse material, Schwartz & Alexander[97] (1988) recomendaram que fosse aplicada uma camada de verniz cavitário sobre a superfície da retrobturação com cimento de ionômero de vidro. No presente trabalho, o verniz cavitário não foi utilizado para proteger o cimento de ionômero de vidro, porque o verniz cavitário é viscoso e poderia impedir a penetração do corante na interface material-paredes cavitárias ou material superfície radicular seccionada, fazendo com que os resultados obtidos fossem influenciados pela presença do mesmo, e não em função do cimento de ionômero de vidro.

Outro fator que provavelmente contribuiu para os resultados obtidos foi a secagem dos espécimes durante o processo de metalização para análise em microscopia eletrônica de varredura. Segundo Ngo et al.[80] (1997), a técnica

de microscopia eletrônica de varredura exige que o espécime seja seco para análise, o que promove a contração do material, fendas e trincas na superfície do mesmo. Isso faz com que a análise da interface dente-material, utilizando o cimento de ionômero de vidro, seja prejudicada.

Pode-se perceber pelos resultados da Tabela 9, que o cimento de ionômero de vidro mostrou-se mais sensível a essa técnica que os outros materiais adesivos.

Um aspecto que merece ser discutido é que em todos os espécimes foram observadas fendas marginais, revelando uma grande variação na adaptação marginal, independentemente do material utilizado. Todos os espécimes mostraram áreas de melhor e pior adaptação. Esses resultados também foram observados por Chong et al.[27] (1991); Rud et al.[95] (1991); Inoue et al.[53] (1991); Chong et al.[28] (1993).

Chong et al.[27] (1991) avaliaram a adaptação marginal de retrobturações realizadas com cimento de ionômero de vidro e amálgama. Os autores verificaram que todas as retrobturações realizadas com amálgama mostraram adaptação deficiente às paredes cavitárias, e que o cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável mostrou boa adaptação às paredes cavitárias em 13 dos vinte espécimes avaliados. Os autores observaram que o cimento de ionômero de vidro geralmente apresentava boa adaptação marginal a uma parede cavitária, mas eram observadas fendas entre o material e as demais

paredes cavitárias. Os autores sugeriram que a contração de polimerização provavelmente contribuiu para que isso ocorresse. Eles consideraram que a contração de polimerização foi maior que a adesão do material às paredes cavitárias. Ainda, segundo esses autores, a quantidade de contração pode ter ocorrido em função do volume de material, e provavelmente seria menor se o material fosse utilizado para o recobrimento da superfície radicular.

Segundo Navarro et al.[78] (1994), nos cimentos de ionômero de vidro restauradores fotopolimerizáveis, o percentual do componente resinoso é superior a 20%, o que pode realmente causar contração de polimerização.

Rud et al.[95] (1991) observaram fendas marginais com 10μm quando uma resina composta (Retroplast) foi inserida em preparos cavitários. Resultados semelhantes foram observados no presente trabalho, como mostrado na Tabela 9. De acordo com os autores, essas fendas são freqüentemente observadas nas cavidades "tipo caixa" preenchidas com resina composta devido à contração de polimerização sofrida pelo material. Segundo esses autores, essas fendas podem ser eliminadas quando a resina composta é colocada sobre uma superfície plana.

Chong et al.[28] (1993) compararam a adaptação marginal de um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável quando inserido em preparos cavitários ou utilizado para o

recobrimento de superfícies radiculares seccionadas. Nos espécimes onde o cimento de ionômero de vidro foi inserido nas cavidades, os autores observaram boa adaptação marginal em uma das paredes e fendas marginais nas demais paredes cavitárias. Quando o cimento de ionômero de vidro foi utilizado para o recobrimento das superfícies radiculares seccionadas, os autores observaram boa adaptação do material à superfície radicular seccionada, independentemente da espessura do material utilizado.

No presente trabalho, verificamos que o cimento de ionômero de vidro, a resina composta e o compômero se comportaram de maneira semelhante nas duas situações (retrobturação ou recobrimento apical).

Pela tabela 9, verificamos que, quando a resina composta foi aplicada diretamente sobre a superfície radicular seccionada, as fendas marginais variaram de 4μm a 12μm.

Embora tenha sido empregado um sistema adesivo dentinário antes da utilização da resina composta, foram observadas fendas marginais na interface material-superfície radicular seccionada.

Munksgaard et al.[77] (1984) avaliaram a utilização de cinco adesivos dentinários associados a uma resina composta fotopolimerizável, quanto à adaptação marginal, em preparos cavitários. Os autores verificaram que nenhum adesivo

dentinário foi totalmente eficiente na redução das fendas marginais causadas pela contração de polimerização e pelo alto coeficiente de alteração térmica linear da resina composta.

Outro fator que pode ter contribuído para a desadaptação marginal no grupo da resina composta é que esse material se contrai em direção à fonte de luz, causando desadaptações nas faces mais distantes dessa fonte. Segundo Araujo[7] (1989), nas restaurações, a adaptação marginal em cavidades ocluso-proximais é mais precária quando são utilizadas resinas fotopolimerizáveis, pois uma vez que a superfície oclusal, mais próxima à fonte de luz, polimeriza primeiro, os vetores de contração são dirigidos para a oclusal, o que provoca o afastamento da resina da parede cervical.

Pode-se verificar, pelos resultados da Tabela 9, que o compômero apresentou fendas marginais variando de 4μm a 10μm. Com relação aos resultados, pode-se perceber que esse material mostrou-se muito menos sensível aos procedimentos técnicos de preparo para microscopia eletrônica de varredura que o cimento de ionômero de vidro. Esses resultados poderiam ser explicados pelo fato de que esse compômero (Dyract - Dentsply) possui duas resinas na sua composição (UDMA e TCB), o que pode ter contribuído para que o mesmo se comportasse de maneira semelhante a resina composta (Z100 - 3M), quanto aos resultados da adaptação marginal.

Um aspecto interessante a ser discutido são as diferenças obtidas na avaliação do selamento marginal utilizando corante e os resultados da análise da interface dos materiais em microscopia eletrônica de varredura.

De acordo com Tanzilli et al.[105] (1980), a adaptação marginal das retrobturações, observada com microscópio eletrônico de varredura, procura refletir seu potencial de selamento. Mas, geralmente, o uso do microscópio eletrônico de varredura nesta situação tem algumas limitações. A adaptação marginal de uma retrobturação pode não ser uniforme em toda a sua circunferência, como pudemos observar nos espécimes avaliados. Analisando apenas uma superfície de contato entre os materiais e os tecidos dentais, é possível que as fendas marginais observadas nessa superfície não sejam representativas da adaptação marginal em todo o conjunto dente-material.

Estudando a literatura sobre o assunto, verificamos que Stabholz et al.[102] (1985) e Torabinejad et al.[108] (1994) encontraram uma correlação entre a capacidade de selamento e a adaptação marginal dos materiais em microscopia eletrônica de varredura. Entretanto, verificando os resultados obtidos no presente trabalho, concordamos com a afirmação de Abdal & Retief[1] (1982), de que uma boa adaptação marginal não indica necessariamente um bom selamento. Esses autores verificaram, em seu trabalho, que uma resina composta, a guta-percha brunida a quente e um

cimento de ionômero de vidro mostraram boa adaptação marginal associada com pequena infiltração. Entretanto, o cimento de policarboxilato e o Cavit também mostraram excelente adaptação marginal às paredes cavitárias e valores elevados de infiltração marginal.

Abdal & Retief[1] (1982) e Bernardineli[18] (1995) verificaram que essa correlação era ora positiva, ora negativa e que essas variações observadas dependiam muito do material em avaliação.

No presente trabalho verificamos situação semelhante com o cimento de ionômero de vidro e a resina composta, no qual o cimento de ionômero de vidro apresentou valores reduzidos de infiltração marginal pelo corante e adaptação marginal deficiente. A resina composta apresentou valores elevados de infiltração marginal pelo corante e melhor adaptação marginal aos tecidos dentais quando analisada em microscopia eletrônica de varredura. Esses resultados poderiam ser atribuídos aos procedimentos técnicos de microscopia eletrônica de varredura e às características próprias de cada material.

Nossos resultados são concordantes com os trabalhos de Abdal & Retief[1] (1982); Yoshimura et al.[119] (1990); Friedman et al.[39] (1991); Inoue et al.[53] (1991), os quais não verificaram correlação entre a infiltração observada e a

adaptação marginal dos materiais às paredes cavitárias observada em microscopia eletrônica de varredura.

A avaliação realizada neste trabalho e nos demais trabalhos da literatura aqui citados, mostra a importância do estudo de novos materiais ou novas técnicas que possam promover um selamento efetivo não apenas do canal principal, mas também da superfície radicular seccionada. A técnica de recobrimento da superfície radicular seccionada apresenta vantagens, como economia de tempo e facilidade de colocação do material, apresentando resultados semelhantes à técnica de retrobturação dos canais radiculares quanto ao selamento marginal apical e quanto à adaptação marginal. Essas vantagens podem estimular a sua aplicação clínica, entretanto outras pesquisas serão necessárias para esclarecer dúvidas quanto aos materiais e a melhor forma de utilização dos mesmos no cotidiano clínico dos Cirurgiões-Dentistas.

7 CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos, julgamos poder concluir que:

a) quanto à infiltração marginal por corante na interface material-paredes cavitárias: ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre os materiais, sendo que, o cimento de ionômero de vidro apresentou os melhores resultados, seguido pelo compômero, sistema adesivo dentinário e resina composta e amálgama;

b) quanto à infiltração por corante na interface material-superfície radicular: o cimento de ionômero de vidro e o compômero foram equivalentes entre si e significativamente melhores que o sistema adesivo dentinário e resina composta;

c) todos os materiais apresentaram algum desajuste marginal quando inseridos nos preparos cavitários ou quando utilizados no recobrimento das superfícies radiculares seccionadas;

d) quanto à adaptação marginal na interface material-paredes cavitárias: as menores fendas marginais foram observadas com o compômero e sistema adesivo dentinário e resina composta, e as maiores com o cimento de ionômero de vidro e amálgama;

e) quanto à adaptação marginal na interface material-superfície radicular seccionada: as menores fendas marginais foram observadas com o compômero e sistema adesivo dentinário e resina composta, e as maiores com o cimento de ionômero de vidro.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1 ABDAL, A.K., RETIEF, D.H. The apical seal via the retrosurgical approach. I: a preliminary study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.53, p.614-21, 1982.

2 ABDAL, A.K., RETIEF, D.H., JAMISON, H.C. The apical seal via the retrosurgical approach. II: an evaluation of retrofilling materials. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.54, p.213-8, 1982.

3 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.*, v.28, p.30-4, 1995.

4 ALHADAINY, H.A., ELSAED, H.Y., ELBAGHDADY, Y.M. An electrochemical study of the sealing ability of different retrofilling materials. *J. Endod.*, v.19, p.508-11, 1993.

---

* Baseado em:
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. *Referências bibliográficas* NBR 6023. Rio de Janeiro, 1989. 19p.

5 ANDREASEN, J.O. et al. Periodontal tissue regeneration including cementogenesis adjacent to dentin-bonded retrograde composite fillings in humans. *J. Endod.*, v.19, p.151-3, 1993.

6 ANDREASEN, J.O., PITT FORD, T.R. A radiographic study of the effect of various retrograde fillings on periapical healing after replantation. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.10, p.276-81, 1994.

7 ARAUJO, R.M. *Estudo da infiltração marginal em restaurações de resinas compostas para dentes posteriores. Efeito do material, preparo cavitário e condicionamento do esmalte a nível cervical.* Araraquara, 1989. 115p. Tese (Doutorado em Dentistica Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

8 BAKER, P.S., OGUNTEBI, B.R. Effect of apical resections and reverse fillings on Thermafil root canal obturations. *J. Endod.*, v.16, p.227-9, 1990.

9 BARKHORDAR, R.A., PELZNER, R.B., STARK, M.M. Use of glass ionomers as retrofilling materials. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.67, p.734-9, 1989.

10 BARRY, G.N., HEYMAN, R.A., ELIAS, A. Comparison of apical sealing methods: a preliminary report. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.39, p.806-11, 1975.

11 BARRY, G.N. et al. Sealing quality of polycarboxylate cements when compared to amalgam as retrofilling material. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.42, p.109-16, 1976.

12 BASTOS, P.A.M., PAGANI, C., GALANTE, M.A. Amálgama: porque, onde e como. In: – FELLER, C., BOTTINO, M.A. (Coord.). *Atualização na clínica odontológica:* a prática da clínica geral. São Paulo: Artes Médicas, 1994. cap.5, p.75-128.

13 BEATTY, R. The effect of reverse filling preparation design on apical leakage. *J. Dent. Res.*, v.65, sp. iss., p.259, 1986. (Abstract 805).

14 BELTES, P. et al. *In vitro* study of the sealing ability of four retrograde filling materials. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.4, p.82-4, 1988.

15 BERBERT, A., BRAMANTE, C.M., BERNARDINELI, N. *Endodontia prática.* São Paulo: Sarvier, 1980. p.83-8.

16 BERNABÉ, P.F.E. *Estudo histológico da reação do tecido conjuntivo subcutâneo do rato ao implante de alguns materiais utilizados nas obturações retrógradas dos canais radiculares.* São Paulo, 1977. 88p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

17 BERNABÉ, P.F.E. *Comportamento dos tecidos periapicais, após apicectomia e obturação retrógrada. Influência do material obturador e das condições do canal radicular:* estudo histológico em dentes de cães. Bauru, 1981. 124p. Tese (Doutorado em Diagnóstico Oral) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

18 BERNARDINELI, N. Obturação retrógrada - avaliação ao microscópio eletrônico de varredura da adaptação às paredes das cavidades e infiltração marginal em função dos materiais obturadores e de agentes de limpeza. *Rev. Fac. Odontol. Bauru,* v.3, p.147-55, 1995.

19 BIGGS, J.T., BENENATI, F.W., POWELL, S.E. Ten-year *in vitro* assessment of the surface status of three retrofilling materials. *J. Endod.,* v.21, p.521-5, 1995.

20 BOBOTIS, H.G. et al. A microleakage study of temporary restorative materials used in endodontics. *J. Endod.,* v.15, p.569-72, 1989.

21 BONDRA, S.L. et al. Leakage *in vitro* with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials. *J. Endod.*, v.15, p.157-60, 1989.

22 BRAMWELL, J.D., HICKS, M.L. Sealing ability of four retrofilling techniques. *J. Endod.*, v.12, p.95-100, 1986.

23 BRUCE, G.R., McDONALD, N.J., SYDISKIS, R.J. Cytotoxicity of retrofill materials. *J. Endod.*, v.19, p.288-92, 1993.

24 BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v.34, p.849-53, 1955.

25 CATHERS, S.J., ROAHEN, J.O. Evaluation of the apical seal of amalgam retrofillings with the use of a root canal sealer interface. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.76, p.343-5, 1993.

26 CHOHAYEB, A. A., BASSIOUNY, M.A. Sealing ability of intermediate restoratives used in endodontics. *J. Endod.*, v.11, p.241-4, 1985.

27 CHONG, B.S., PITT FORD, T.R., WATSON, T.F. The adaptation and sealing ability of light-cured glass ionomer retrograde root fillings. *Int. Endod. J.*, v.24, p.223-32, 1991.

28 CHONG, B.S., PITT FORD, T.R., WATSON, T.F. Light-cured glass ionomer cement as a retrograde root seal. *Int. Endod. J.*, v.26, p.218-24, 1993.

29 CROOKS, W.G. et al. Longitudinal evaluation of the seal of IRM root end fillings. *J. Endod.*, v.20, p.250-2, 1994.

30 CUNNINGHAM, J. The seal of root fillings at apicectomy. A scanning electron microscope study. *Br. Dent. J.*, v.139, p.430-5, 1975.

31 DE DEUS, Q.D. Cirurgia em Endodontia. In: -- *Endodontia.* 5.ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992. cap.20, p.641-82.

32 DELIVANIS, P., TABIBI, A. A comparative sealability study of different retrofilling materials. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.45, p.273-80, 1978.

33 DORN, S.O., GARTNER, A.H. Retrograde filling materials: a retrospective success - failure study of amalgam, EBA, and IRM. *J. Endod.*, v.16, p.391-3, 1990.

34 EDMUNDS, D.H., THIRAWAT, J. The sealing ability of amalgam used as a retrograde root filling in endodontic surgery. *Int. Endod. J.*, v.22, p.290-4, 1989.

35 FICHMAN, D.M., SANTOS, W. Indicações e limitações do amálgama. In: – *Restaurações a amálgama.* São Paulo: Sarvier, 1982. cap.3, p.19-23.

36 FINNE, K. et al. Retrograde root filling with amalgam and Cavit. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.43, p.621-6, 1977.

37 FRANK, A.L. et al. Long-term evaluation of surgically placed amalgam fillings. *J. Endod.*, v.18, p.391-8, 1992.

38 FRIEDMAN, S. Retrograde approaches in endodontic therapy. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.7, p.97-107, 1991.

39 FRIEDMAN, S. et al. Dye leakage in retrofilled dog teeth and its correlation with radiographic healing. *J. Endod.*, v.17, p.392-5, 1991.

40 GARTNER, A.H., DORN, S.O. Advances in endodontic surgery. *Dent. Clin. North Am.*, v.36, p.357-78, 1992.

41 GILHEANY, P.A., FIGDOR, D., TYAS, M.J. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J. Endod.*, v.20, p.22-6, 1994.

42 GOLDMAN, M., SIMMONDS, S., RUSH, R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.67, p.327-32, 1989.

43 GRIMSTONE, A.V. Microscópios eletrônicos de varredura. In: -- *O microscópio eletrônico em Biologia.* 2.ed. São Paulo: E.P.U., 1980. cap.4, p.61-8.

44 HARRISON, J.W., TODD, M.J. The effect of root resection on the sealing property of root canal obturations. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.50, p.264-72, 1980.

45 HEYMANN, H.O., BAYNE, S.C. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.124, p.27-36, 1993.

46 HIGA, R.K. et al. The effect of storage time on the degree of dye leakage of root-end filling materials. *Int. Endod. J.*, v.27, p.252-6, 1994.

47 HINOURA, K., MIYAZAKI, M., ONOSE, H. Dentin bond strenght of light-cured glass-ionomer cements. *J. Dent. Res.*, v.70, p.1542-4, 1991.

48 HOLLAND, R. et al. Endodontia - infiltração marginal: influência do emprego do vácuo na profundidade da infiltração marginal do azul de metileno em dentes com canais obturados. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.44, p.213-6, 1990.

49 HOLLAND, R. et al. Análise do selamento marginal obtido com cimentos à base de hidróxido de cálcio. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.50, p.61-4, 1996.

50 HOSOYA, N., LAUTENSCHLAGER, E.P., GREENER, E.H. A study of the apical microleakage of a gallium alloy as a retrograde filling material. *J. Endod.*, v.21, p.456-8, 1995.

51 ICHESCO, W.R. et al. A spectrophotometric analysis of dentinal leakage in the resected root. *J. Endod.*, v.12, p.129, 1986. (Abstract 21).

52 INGLE, J.I. et al. Obturação do espaço radicular. In: INGLE, J.I., BEVERIDGE, E.E. *Endodontia.* 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1979. cap.4, p.205-64.

53 INOUE, S. et al. A 24-week study of the microleakage of four retrofilling materials using a fluid filtration method. *J. Endod.*, v.17, p.369-75, 1991.

54 JACOBSEN, E.L. et al. Long-term sealing efficacy of four root surface sealing materials used in endodontic leakage studies. *J. Endod.*, v.19, p.587-90, 1993.

55 JESSLÉN, P., ZETTERQVIST, L., HEIMDAHL, A. Long-term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicectomy. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v.79, p.101-3, 1995.

56 KAPLAN, S.D. et al. A comparison of the marginal leakage of retrograde techniques. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.54, p.583-5, 1982.

57 KARAGÖZ-KÜÇÜKAY, I., BAYIRLI, G. An apical leakage study in the presence and absence of the smear layer. *Int. Endod. J.*, v.27, p.87-93, 1994.

58 KAZEMI, R.B., SPANGBERG, L.S.W. Effect of reduced air pressure on dye penetration in standardized voids. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v.80, p.720-5, 1995.

59 KENNEDY, W.A., WALKER III, W.A., GOUGH, R.W. Smear layer removal effects on apical leakage. *J. Endod.*, v.12, p.21-7, 1986.

60 KERSTEN, H.W., MOORER, W.R. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int. Endod. J.*, v.22, p.118-24, 1989.

61 KIMURA, J.T. A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. Part 1: apical seal and tissue reaction. *J. Endod.*, v.8, p.359-63, 1982.

62 KING, K.T. et al. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J. Endod.*, v.16, p.307-10, 1990.

63 KOPP, W.K., KRESBERG, H. Apicoectomy with retrograde gold foil: a new technique. *N. Y. State Dent. J.*, v.39, p.8-11, 1973.

64 KOREN, L. et al. Leakage patterns of various retrofilling materials in dogs. *J. Endod.*, v.16, p.191, 1990. (Abstract 5).

65 KOS, W.L., AULOZZI, D.P., GERSTEIN, H. A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J. Endod.*, v.8, p.355-8, 1982.

66 LEONARDO, M.R., LEAL, J.M. *Endodontia:* tratamento de canais radiculares. 2.ed. São Paulo: Panamericana. 1991. 594p.

67 MAcNEIL, K., BEATTY, R. Ketac Silver and Fuji II as reverse fillings: a dye study. *J. Dent. Res.,* v.66, p.297, 1987. (Abstract 1520).

68 MALOFF, A., LIPTON, S., GOLDMAN, M. The fallability of dye studies to determine leakage. *J. Dent. Res.,* v.61, p.344, 1982. (Abstract 1489).

69 MATLOFF, I.R. et al. A comparison of methods used in root canal sealability studies. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.,* v.53, p.203-8, 1982.

70 MATTISON, G.D. et al. Microleakage of retrograde amalgams. *J. Endod.,* v.11, p.340-5, 1985.

71 McDONALD, N.J., DUMSHA, T.C. A comparative retrofill leakage study utilizing a dentin bonding material. *J. Endod.,* v.13, p.224-7, 1987.

72 McDONALD, N.J., DUMSHA, T.C. An evaluation of the retrograde apical seal using dentine bonding materials. *Int. Endod. J.,* v.23, p.156-62, 1990.

73 McKENDRY, D.J., HIGA, R., TORABINEJAD, M. Effect of setting time on leakage of selected retrofilling materials. *J. Endod.*, v.19, p.198, 1993. (Abstract 57).

74 McLEAN, J.W., WILSON, A.D., CHEM, C. The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties. *Aust. Dent. J.*, v.22, p.31-6, 1977.

75 MILES, D.A., ANDERSON, R.W., PASHLEY, D.H. Evaluation of the bond strengths of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *J. Endod.*, v.20, p.538-41, 1994.

76 MOODNIK, R.M. et al. Retrograde amalgam filling: a scanning electron microscopic study. *J. Endod.*, v.1, p.28-31, 1975.

77 MUNKSGAARD, E.C., HANSEN, E.K., ASMUSSEN, E. Effect of five adhesives on adaptation of resin in dentin cavities. *Scand. J. Dent. Res.*, v.92, p.544-8, 1984.

78 NAVARRO, M.F.L., PALMA, R.G., DEL'HOYO, R.B. O que é preciso saber a respeito de ionômero de vidro? Inovações - vantagens e desvantagens. In: -- FELLER, C., BOTTINO, M.A. (Coord.). Atualização *na clínica odontológica:* a prática da clínica geral. São Paulo: Artes Médicas, 1994. cap.4, p.61-74.

79 NELSON, L.W., MAHLER, D.B. Factors influencing the sealing behavior of retrograde amalgam fillings. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.,* v.69, p.356-60, 1990.

80 NGO, H., MOUNT, G.J., PETERS, M.C.R.B. A study of glass-ionomer cement and its interface with enamel and dentin using a low-temperature, high-resolution scanning electron microscopic technique. *Quintessence Int.,* v.28, p.63-9, 1997.

81 NICHOLLS, E. Retrograde filling of the root canal. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.,* v.15, p.463-73, 1962.

82 O'CONNOR, R.P., HUTTER, J.W., ROAHEN, J.O. Leakage of amalgam and Super-EBA root-end fillings using two preparation techniques and surgical microscopy. *J. Endod.,* v.21, p.74-8, 1995.

83 OLIVER, C.M., ABBOTT, P.V. Entrapped air and its effect on dye penetration of voids. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.7, p.135-8, 1991.

84 OLSON, A.K. et al. An *in vitro* evaluation of injectable thermoplasticized gutta-percha, glass ionomer, and amalgam when used as retrofilling materials. *J. Endod.*, v.16, p.361-4, 1990.

85 OYNICK, J., OYNICK, T. A study of a new material for retrograde fillings. *J. Endod.*, v.4, p.203-6, 1978.

86 PANTSCHEV, A., CARLSSON, A.P., ANDERSSON, L. Retrograde root filling with EBA cement or amalgam: a comparative clinical study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.78, p.101-4, 1994.

87 PETERS, L.B., HARRISON, J.W. A comparison of leakage of filling materials in demineralized and non-demineralized resected root ends under vacuum and non-vacuum conditions. *Int. Endod. J.*, v.25, p.273-8, 1992.

88 PINKS, I., BEATTY, R. Effect of a dentin bonding material as a reverse filling. *J. Dent. Res.*, v.65, sp. iss., p.259, 1986. (Abstract 806).

89 PISSIOTIS, E., SAPOUNAS, G., SPANGBERG, L.S.W. Silver glass ionomer cement as a retrograde filling material: a study *in vitro*. *J. Endod.*, v.17, p.225-9, 1991.

90 PITT FORD, T.R. Leakage of amalgam root fillings. *Int. Endod. J.*, v.13, p.89-95, 1980.

91 PITT FORD, T.R., ROBERTS, G.J. Tissue response to glass ionomer retrograde root fillings. *Int. Endod. J.*, v.23, p.233-8, 1990.

92 PITT FORD, T.R. et al. Effect of IRM root end fillings on healing after replantation. *J. Endod.*, v.20, p.381-5, 1994.

93 PITT FORD, T.R. et al. Effect of Super-EBA as a root end filling on healing after replantation. *J. Endod.*, v.21, p.13-5, 1995.

94 RUD, J., RUD, V., MUNKSGAARD, E.C. Long-term evaluation of retrograde root filling with dentin-bonded resin composite. *J. Endod.*, v.22, p.90-3, 1996.

95 RUD, J. et al. Retrograde root filling with composite and a dentin-bonding agent. 1. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.7, p.118-25, 1991.

96 RUD, J. et al. Retrograde root filling with composite and a dentin-bonding agent. 2. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.7, p.126-31, 1991.

97 SCHWARTZ, S.A., ALEXANDER, J.B. A comparison of leakage between silver-glass ionomer cement and amalgam retrofillings. *J. Endod.*, v.14, p.385-91, 1988.

98 SMEE, G. et al. A comparative leakage study of P-30 resin bonded ceramic, teflon, amalgam, and IRM as retrofilling seals. *J. Endod.*, v.13, p.117-21, 1987.

99 SMITH, G.A., WILSON, N.H.F., COMBE, E.C. Microleakage of conventional and ternary amalgam restorations *in vitro*. *Br. Dent. J.*, v.144, p.69-73, 1978.

100 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.* Bauru, 1991. 97p. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

101 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.*, v.15, p.548-51, 1989.

102 STABHOLZ, A. et al. Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. *J. Endod.*, v.11, p.218-23, 1985.

103 SWIFT, E.J., PERDIGÃO, J., HEYMANN, H.O. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int.*, v.26, p.95-110, 1995.

104 SZEREMETA-BROWAR, T.L., VANCURA, J.E., ZAKI, A.E. A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques: an autoradiographic study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.59, p.82-7, 1985.

105 TANZILLI, J.P., RAPHAËL, D., MOODNIK, R.M. A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, v.50, p.74-80, 1980.

106 THIRAWAT, J., EDMUNDS, D.H. The sealing ability of materials used as retrograde root fillings in endodontic surgery. *Int. Endod. J.*, v.22, p.295-8, 1989.

107 TIDMARSH, B.G., ARROWSMITH, M.G. Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth: a scanning electron microscopic study. *Int. Endod. J.*, v.22, p.184-9, 1989.

108 TORABINEJAD, M., SEUNG-JONG, L., CHAN-UI, H. Apical marginal adaptation of orthograde and retrograde root end fillings: a dye leakage and scanning electron microscopic study. *J. Endod.*, v.20, p.402-7, 1994.

109 TORABINEJAD, M. et al. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J. Endod.*, v.20, p.159-63, 1994.

110 TORABINEJAD, M. et al. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J. Endod.*, v.21, p.295-9, 1995.

111 TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J. Endod.*, v.21, p.349-53, 1995.

112 TRONSTAD, L. et al. Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy. *J. Endod.*, v.9, p.551-3, 1983.

113 TUGGLE, S.T. et al. A dye penetration study of retrofilling materials. *J. Endod.*, v.15, p.122-4, 1989.

114 VALERA, M.C. *Estudo da compatibilidade biológica de alguns cimentos à base de hidróxido de cálcio e um cimento de ionômero de vidro. Avaliação do selamento marginal apical e análise morfológica por microscopia de força atômica.* Araraquara, 1995. 333p. Tese (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

115 VERTUCCI, F.J., BEATTY, R.G. Apical leakage associated with retrofilling techniques: a dye study. *J. Endod.*, v.12, p.331-6, 1986.

116 VIGNAROLI, P.A., ANDERSON, R.W., PASHLEY, D.H. Longitudinal evaluation of the microleakage of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *J. Endod.*, v.21, p.509-12, 1995.

117 WEINE, F.S. Intracanal treatment procedures In: -- *Endodontic therapy.* 2.Ed. Saint Louis: Mosby, 1976. cap.7, p.191-239.

118 YAMADA, R.S. et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. *J. Endod.*, v.9, p.137-42, 1983.

119 YOSHIMURA, M., MARSHALL, F.J., TINKLE, J.S. *In vitro* quantification of the apical sealing ability of retrograde amalgam fillings. *J. Endod.*, v.16, p.9-12, 1990.

120 ZETTERQVIST, L. et al. Microleakage of retrograde fillings - a comparative investigation between amalgam and glass ionomer cement *in vitro*. *Int. Endod. J.*, v.21, p.1-8, 1988.

GOMES, A.P.M. *Avaliação do selamento de ápices radiculares retrobturados ou recobertos com diferentes materiais mediante infiltração marginal por corante e análise da interface em microscopia eletrônica de varredura.* São José dos Campos, 1997. 203p. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de selamento apical e a adaptação marginal de cinco materiais odontológicos empregados na retrobturação ou recobrimento de ápices radiculares. Foram utilizados 140 dentes unirradiculares humanos extraídos, divididos em sete grupos de vinte. Nos grupos 1, 2, 3 e 4, os dentes receberam apicectomia, preparo cavitário e retrobturação com amálgama de prata sem zinco (G1), sistema adesivo dentinário e resina composta (G2), cimento de ionômero de vidro (G3) e compômero (G4). Nos grupos 5, 6 e 7, os dentes receberam apenas apicectomia e recobrimento da superfície radicular seccionada com sistema adesivo dentinário e resina composta (G5), cimento de ionômero de vidro (G6) e compômero (G7). Foram utilizados dois espécimes de cada grupo experimental para a avaliação da adaptação marginal em microscopia eletrônica de varredura. Os 126 espécimes restantes foram imersos em corante azul de metileno a 2% durante uma semana a 37^{0}C e as infiltrações ocorridas foram avaliadas

com auxílio de um estereomicroscópio. Os resultados foram submetidos à análise estatística e mostraram que o cimento de ionômero de vidro apresentou os menores valores de infiltração marginal quando inserido nos preparos cavitários, com diferenças estatisticamente significantes em relação aos outros materiais. Quando empregados no recobrimento apical, o cimento de ionômero de vidro e o compômero foram equivalentes entre si e significativamente melhores que o sistema adesivo dentinário e resina composta. Em microscopia eletrônica de varredura, todos os materiais apresentaram algum desajuste marginal. Na retrobturação, as menores fendas marginais foram observadas com o compômero e sistema adesivo dentinário e resina composta e as maiores com o cimento de ionômero de vidro e amálgama. No recobrimento apical, as menores fendas marginais foram observadas com o compômero e sistema adesivo dentinário e resina composta e as maiores com o cimento de ionômero de vidro.

Palavras-chave: Infiltração marginal; retrobturação; adaptação marginal; microscopia eletrônica de varredura; apicectomia.

GOMES, A.P.M. *Evaluation of apical seal in retrofilled or capped root apexes with different materials by marginal dye infiltration and scanning electron microscopy interface analysis*. São José dos Campos, 1997, 203p. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the apical sealing ability and the marginal adaptation of five dental materials used in retrofillings or applied to the bevelled root surface. One hundred and forty extracted single rooted human teeth were used, divided into seven groups of twenty each. In the first, second, third and fourth groups, the teeth were apicoectomized, submitted to cavity preparations and retrofilled with one of the following materials: zinc free silver amalgam, a dentin bonding system plus composite resin, a glass ionomer cement or a compomer. In the fifth, sixth and seventh groups, the teeth were apicoectomized and capped on the bevelled root surface with one of the following materials: a dentin bonding system plus composite resin, a glass ionomer cement or a compomer. Two specimens of each experimental group were evaluated for the marginal adaptation using scanning electron microscopy. The remaining 126 specimens were immersed in 2% methylene blue dye, stored for one week at 37°C and the infiltration was evaluated with a stereomicroscope. The results showed that the glass ionomer cement

presented the lowest values of marginal infiltration when used as retrofilling material, with a significant statistical difference when compared with the others tested materials. When used as apical capping, the glass ionomer cement and the compomer were equivalent and significantly better than the dentin bonding system plus composite resin. Using scanning electron microscopy, all the materials showed some slight adjustment problem. In the retrofilling, the smallest marginal gaps were observed with the compomer and the dentin bonding system plus composite resin, while the largest were observed with the glass ionomer cement and zinc free silver amalgam. In the apical capping, the smallest marginal gaps were observed with the compomer and the dentin bonding system plus composite resin and the largest were with glass ionomer cement.

Key words: Marginal infiltration; retrofilling; marginal adaptation; scanning electron microscopy; apicoectomy.