

ALINE TEMPEL COSTA

**VEDAMENTO APICAL E ADAPTAÇÃO MARGINAL DE MATERIAIS
UTILIZADOS EM RETROBTURAÇÕES: ESTUDO *in vitro***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Orientadora: Prof^a Dr^a Marília Gerhardt de Oliveira

Co- orientadores: Prof. Dr. Flávio Fernando Demarco

Prof^a Dr^a Cristina Braga Xavier

Porto Alegre

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DEDICATÓRIAS

Ao *Guilherme*, meu companheiro para sempre, minha gratidão pelo apoio e pelo exemplo de coragem, determinação e amor por tudo o que faz.

Aos meus pais, *Everton* e *Iris*, e minhas irmãs, *Alice* e *Anice*, pelo apoio em todas as horas.

Aos meus melhores amigos *Penélope* e *Dick*, que ficaram ao meu lado, constantemente, nas horas de estudo e reflexão, me passando boas energias.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Prof^a. Dr^a. Marília Gerhardt de Oliveira,
Coordenadora do Programa de Pós-graduação
em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial
da PUCRS e minha orientadora, pela atenção,
carinho e exemplo de dedicação à pesquisa.
Sua amizade é muito importante para mim.

À Prof^a. Dr^a. Cristina Braga Xavier, co-
orientadora desta dissertação, pelo carinho, e
empenho em todos os momentos em que
busquei sua ajuda.

Ao Prof. Dr. Flávio Fernando Demarco, co-
orientador desta pesquisa, pela disponibilidade
e generosa acolhida sempre dispensada,
contribuindo muito com seus conhecimentos.

MINHA ETERNA GRATIDÃO E ADMIRAÇÃO

AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa do reitor *Prof. Dr. Joaquim Clotet*, instituição que sempre me acolheu em todos os níveis profissionais.

À Faculdade de Odontologia desta universidade, na pessoa do seu diretor, *Prof. Dr. Marcos Túlio Mazzini Carvalho*, pelo empenho em proporcionar sempre o melhor para o ensino da odontologia.

Ao CEMM da PUCRS, na pessoa da sua coordenadora, *Prof^a. Dr.^a. Berenice Anina Dedavid* e às suas funcionárias *Carmem Isse Gomes, Mariele Kaipers Stocker* e, em especial à *Miriam Souza dos Santos Vianna*, responsáveis pelo auxílio na obtenção e análise das imagens, sempre muito prestativas e atenciosas.

À minha colega e amiga, *Vanessa Schmitt*, pela ajuda incondicional nesta pesquisa.

À *Mariana Mizutani Ribeiro*, pelo empenho e dedicação nas análises estatísticas desta pesquisa.

Aos *professores do mestrado em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial*, pelos ensinamentos indispensáveis que me foram passados com muita dedicação e empenho.

Ao *Prof. Dr. Cláiton Heitz* e ao *Prof. Dr. Rogério Miranda Pagnoncelli*, pelos conhecimentos transmitidos e oportunidades oferecidas durante o Curso.

À minha amiga *Prof^a. Dr^a. Daniela Nascimento Silva*, pelo carinho e apoio durante esses anos de convivência.

Aos meus colegas do mestrado:

Aguimar Bourguignon Filho,
Frederico Saueressig,
Hedelson Odenir Borges,
Paulo Kreisner,
Rosilene Machado,
Roger Lanes,
Vinícius Viegas,

e a todos os colegas contemporâneos de pós-graduação, que compartilharam comigo esta jornada e que muito aprendi com eles.

Ao colega *Renato Schröder dos Santos*, pelo agradável convívio durante o período em que trabalhamos juntos.

Aos colegas e amigos *Diego Segatto Blaya* e *Lêonilson Gaião de Melo*, pela amizade e parceria nos momentos de trabalho e lazer. Aprendemos muito uns com os outros!

Aos funcionários da PUCRS:

Maria Luiza Kurowski,
Carla Maria de M.C. de Souza
Ana Lúcia Prestes,
Marcos Caetano Corrêa,
Carlos Eduardo Minossi,
Davenir Bruschi,

sempre prestativos, eficientes e carinhosos.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!

RESUMO

Esta pesquisa avaliou a capacidade de vedamento apical e a adaptação marginal de cinco materiais, em retrobturações dentárias, bem como verificou a existência de correlação entre estas variáveis, comparando o comportamento de materiais de composição química semelhante. A amostra foi constituída por 50 dentes unirradiculares, tratados endodonticamente, apicectomizados à 3mm, perpendicularmente ao longo-eixo dentário, e retrocavitados com ponta ultrassônica. A seguir, foram retrobturados com os seguintes materiais: amálgama de Prata sem Zinco (Logic+® - SDI), agregado trióxido mineral (MTA branco - Angelus®), cimento Portland branco (CPB) estrutural (CPB-40 - Votorantin®) e dois cimentos de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMRs) (Vitremer™ - 3M ESPE e GC Fuji Ortho™ LC - GC America). A avaliação do vedamento apical foi obtida através do teste de microinfiltração de solução de nitrato de Prata a 50%. Foram realizados cortes transversais dos dois milímetros apicais dos dentes. Réplicas destas fatias apicais foram obtidas em resina epoxi para análise da adaptação marginal. Ambas as análises foram realizadas em microscópio eletrônico de varredura, sendo as imagens captadas, analisadas no *software ImageTool 2.0*, para determinação das áreas de microinfiltração da Prata e de desadaptação na interface dente/material. Os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e ao teste de comparações múltiplas. Para constatar a correlação entre as variáveis, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. Os resultados mostraram microinfiltração em todos os dentes, bem como graus variáveis de desadaptação marginal nas interfaces dente/material. Concluiu-se que não houve correlação

entre as variáveis, tendo comportamento inverso entre os grupos. Os materiais à base de óxido de cálcio (MTA e CPB) tiveram comportamentos estatisticamente semelhantes. Os CIVMRs tiveram comportamento semelhante quanto à adaptação marginal, porém, o Vitremer™ mostrou vedamento apical significativamente maior que o GC Fuji Ortho™ LC, verificado pela maior microinfiltração.

Descritores¹: retrobturação, microinfiltração apical, adaptação marginal.

¹Fonte: Descritores em Ciências da Saúde Disponível em: <<http://decs.bvs.br>> Acesso em: 15/10/2005.

ABSTRACT

This research evaluated the root-end sealing ability and the marginal adaptation of five materials, in dental retro-fillings, as well as verified the existence of correlation between these variable, comparing the behavior of materials with similar chemical composition. The sample was constituted by 50 single rooted teeth, treated endodontically, apicected to 3mm, perpendicularly to the dental long-axle, and the retrofilling cavities were prepared with ultrasonic tip. After that, they had been retrofilled with the following materials: silver amalgam without Zinc (Logic+[®] - SDI), mineral trioxide aggregate (MTA white - Angelus[®]), white Portland cement (PC), structural (CPB-40 - Votorantin[®]) and two resin-modified glass ionomer cement (RMGIC) (Vitrem[™] - 3M ESPE and GC Fuji Ortho[™] LC - GC America). The evaluation of the root-end sealing ability was obtained through the microleakage of silver nitrate solution 50%. Transversal cuts of the two apical millimeters of teeth had been carried through. Replicas of these apical slices were obtained in epoxy resin for analysis of the marginal adaptation. Both analyses were carried through by scanning electron microscope, the images caught were analyzed in ImageTool 2,0 software for determination of the areas of microleakage of the Silver and desadaptation in the tooth/material interface. The data had been submitted to the nonparametric test of Kruskal-Wallis and the test of multiple comparisons. To testify the correlation between the variables, the correlation of Spearman's coefficient was used. The results displayed the microleakage in all teeth, as well as changeable degrees of marginal desadaptation in the tooth/material interfaces. It follows that there was no correlation between these variables as they showed inverse behaviour among the groups. The

materials based on the calcium oxide (MTA and PC) displayed statistically similar behavior. The RMGICs presented similar behavior in the marginal adaptation variable, however, the Vitremer™ showed significantly greater apical sealing than that of the GC Fuji Ortho™ LC, verified because of the greatest microleakage.

Key-words²: retro-filling, apical microleakage, marginal adaptation.

² Mesh: Medical Subject Headings <http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tomada radiográfica para verificação da qualidade da endodontia. A) norma mesio-distal e B) norma vestibulo-palatina.....	71
Figura 2 - Apicectomia a 3mm do ápice radicular.....	72
Figura 3 - Aparelho de ultrassom Jet Sonic Four Plus®; a seta preta indica a posição utilizada – S (scalling); a seta vermelha indica a potência (10).....	72
Figura 4 - A) ponta ultrassônica S12/90D, Gnatus; B) confecção da retrocavidade; C) retrocavidade confeccionada.....	73
Figura 5 - A) Embalagem do amálgama Logic + (SDI), com tempo REGULAR de cristalização; B) Amalgamador SDI Ultramat 2.....	75
Figura 6 - Inserção do amálgama na retrocavidade com o auxílio do porta-amálgama micro.....	75
Figura 7 - A) adaptação do material à cavidade com brunidor nº 33; B) remoção dos excessos com auxílio de lâmina de bisturi nº 15.....	75
Figura 8 - A) Embalagem do MTA branco - Angelus®; B) forma de apresentação (um frasco contendo pó, um frasco contendo água destilada e uma colher medida).....	77
Figura 9 - CPB – 40 (Votorantin®), embalagem de 25 kg.....	78
Figura 10 - A) Vitremer™ proporcionado: 2 medidas de pó e 2 gotas de líquido sobre a placa de vidro; B) seringa Centrix™ com ponta fina metálica.....	79
Figura 11 - A) GC Fuji Ortho™ LC (pó, líquido e colher medida); B) inserção do material na retrocavidade.....	80
Figura 12 - Tomada radiográfica para verificação da qualidade das retrobturações: A) dentes nº 8 do grupo 01 (amálgama, Vitremer™ e MTA, respectivamente); B) dentes nº 5 do grupo 02 (CPB e Fuji Ortho™, respectivamente).....	81
Figura 13 - Fixação dos dentes em uma lâmina de cera utilidade.....	82
Figura 14 - Imersão da porção apical dos dentes em solução de nitrato de Prata.....	83
Figura 15 - A) Fatias dos grupos MTA - Angelus® e Fuji Ortho™ LC fixadas na placa de vidro por fita adesiva dupla face; B) Representação das fatias 1 (apical) e 2 (coronal), respectivamente.....	84
Figura 16 - Apresentações comerciais da silicona de adição Express®: A) mistura manual – 2 pastas e B) pasta fluida – com seringa aplicadora.....	85
Figura 17 - Negativos das fatias.....	85
Figura 18 - Imagem de uma fatia (aumento original 600x). A) dente, B) réplica da fatia do dente. A seta e o círculo mostram pontos semelhantes nas duas imagens.....	86
Figura 19 - Amostras fixadas em stubs por meio de fita adesiva de Carbono, após o processo de metalização com Ouro.	89
Figura 20 - Determinação da área de microinfiltração da Prata (linha amarela) e calibração na escala de 500 µm (linha vermelha) no software ImageTool 2.0; na coluna à direita estão os resultados obtidos em µm² e o valor da área determinada, nesta representação (seta preta).....	91
Figura 21 - Determinação da área de gap na interface dente/material (linha amarela) e calibração na escala de 200 µm (linha vermelha) no software ImageTool 2.0. Na coluna à	

direita estão os resultados obtidos em μm^2 e o valor da área determinada nesta figura (seta preta); seta azul, mostrando uma rachadura.....	92
Figura 22 - Fotomicrografia, em MEV, P1_2: fatia 2 do dente 31, do grupo P. A) imagem de toda a fatia (SE, aumento original 49x), demonstrando uma rachadura – seta branca; B) imagem da mesma fatia (SE, aumento original 230x), demonstrando desadaptação marginal decorrente da rachadura – seta azul.....	143
Figura 23 - Fotomicrografia, em MEV, F8_2: fatia 2 do dente 18, do grupo F. A) imagem da porção inferior da fatia (SE, aumento original 230x); B) imagem de parte da interface dente/Fuji, em maior aumento para confirmar a adaptação marginal (SE, aumento original, 600x).....	143
Figura 24 - Fotomicrografia, em MEV, M9_2: fatia 2 do dente 29, do grupo M. A) imagem da interface dente/MTA (SE, aumento original 600x); B) imagem da mesma fatia (SE, aumento original, 1800x), demonstrando desadaptação marginal – seta azul e os túbulos dentinários – seta branca, em maior aumento; C) análise da adaptação marginal (SE, aumento original 230x), com elipse demonstrando região visualizada em maior aumento.....	144
Figura 25 - Fotomicrografia, em MEV. A) imagem da fatia 1, do dente 25, do grupo M (BSE, escala em $500\mu\text{m}$), demonstrando a microinfiltração da Prata no dente – seta branca, e no interior do MTA – seta azul; B) imagem da fatia 2 do dente 37, do grupo P..	144
Figura 26 - Fotomicrografia, em MEV, da fatia 2, do dente 23, do grupo M (SE, aumentos originais 230x). A) porção inferior da fatia; B) porção superior da fatia; C) porção inferior da réplica da fatia; D) porção superior da réplica da fatia.....	145
Figura 27 - Fotomicrografia, em MEV, da fatia 2, do dente 15, do grupo F (SE, aumentos originais 230x). A) imagem do dente, com presença de desadaptação marginal e rachadura – seta branca; B) imagem da réplica da fatia, sem a presença da rachadura..	145
Figura 28 - Fotomicrografia, em MEV A) réplica da fatia 2, do dente 47, do grupo V (SE, aumento original 600x). Seta branca indica a presença de material de moldagem no interior do gap . B) imagem, em maior aumento (SE, aumento original, 2000x), C) imagem da fatia 2 (SE, aumento original 600x), com presença de desadaptação marginal, sem material no interior do gap, no local correspondente ao da réplica– seta vermelha; D) imagem, em maior aumento (SE, aumento original, 2000x), confirmando a ausência de material no gap.....	146

LISTA DE GRÁFICOS E QUADRO

Gráfico 1 - Comparações das médias de microinfiltração apical, na fatia 1.....	97
Gráfico 2 - Comparações das médias de microinfiltração apical, na fatia 2.....	98
Gráfico 3 - Comparações das médias de adaptação marginal, na fatia 1.....	99
Gráfico 4 - Comparações das médias de adaptação marginal, na fatia 2.....	101
Gráfico 5 - Comparações das médias de adaptação marginal, nas réplicas da fatia 1... 	102
Gráfico 6 - Comparações das médias de adaptação marginal, nas réplicas da fatia 2... 	103
Gráfico 7 - Quantificação dos elementos presentes na área analisada presente no interior do gap, indicado pela seta branca da figura 28 (A).	146
Quadro 1 - Esquema de interpretação da análise de correlação Intraclass (ICC).....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste One-Sample Kolmogorov-Smirnov (K-S). Valores marcados em vermelho representam o p-valor do teste.....	95
Tabela 2 - Comparações da microinfiltração apical entre os grupos, na fatia 1.....	97
Tabela 3 - Comparações da microinfiltração apical entre os grupos, na fatia 2.....	98
Tabela 4 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos, na fatia 1.....	99
Tabela 5 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos, na fatia 2.....	100
Tabela 6 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos, nas réplicas da fatia 1... 102	
Tabela 7 - Comparações da adaptação marginal, entre os grupos, nas réplicas da fatia 2.. 103	
Tabela 8 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos de dentes e réplicas, nas fatias 1 e 2.....	104
Tabela 9 - Correlação não-paramétrica entre as variáveis de adaptação marginal das fatia 1 e 2 e da réplicas destas.....	104
Tabela 10 - Correlação não-paramétrica entre as variáveis de microinfiltração apical e adaptação marginal nas fatias 1 e 2.....	105
Tabela 11 - Valores das áreas de microinfiltração da prata (μm^2), nas fatias 1 e 2	140
Tabela 12 - Valores das áreas de desadaptação marginal (μm^2) na interface dente/material, nas fatias 1 e 2.....	141
Tabela 13 - Valores das áreas de desadaptação marginal (μm^2), nas réplicas, nas fatias 1 e 2.....	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAE - *American Association of Endodontists*
BSE - *Back scattering* (elétrons retroespalhados)
CD-R - *Compact disc recordable*
CEMM - Centro de microscopia e microanálises
CFP - *Capillary flow porometry* (porometria de fluxo capilar)
CIV - Cimento de ionômero de vidro
CIVs - Cimentos de ionômero de vidro
CIVMR - Cimento de ionômero de vidro modificado por resina
CIVMRs - Cimentos de ionômero de vidro modificados por resina
CP - Cimento Portland
CPB - Cimento Portland branco
CPBs - Cimentos Portland branco
CPC - Cimento de fosfato de cálcio
CTBMF - Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial
EBA - Ácido orto etóxi-benzóico
ECV - Células endoteliais humanas
EDS - *Energy dispersive spectroscopy* (espectroscopia por dispersão de energia)
EDTA - *Ethylene diaminetetraacetic acid* (ácido etilendiaminotetracético)
Fab. - Fabricação
FO - Faculdade de Odontologia
FTM - *Fluid transport method* (método de transporte de fluidos)
HEMA - 2-hidroxietil metacrilato
ICC - Coeficiente de Correlação Intraclasse
IRM - *Intermediate restorative material*
LC - Light cured
Ltd. - Limited
Ltda - Limitada
MEV - Microscópio eletrônico de varredura
MTA - *Mineral Trioxide Aggregate* (agregado trióxido mineral)
PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Ref - Referência
RMGIC - *Resin modified glass ionomer cement*
S - *Scalling*
S.A. - Sociedade anônima
SE - *Secondary electrons* (electrons secundários)
.tif - *tagged image file format*
Val - Validade
www - *World wide web*

LISTA DE SÍMBOLOS

\geq - menor ou igual a
° - grau
° F - grau Fahrenheit
® - marca registrada
™ - trend marc
% - por cento
x - vezes
Ag - Prata
Bi₂O₃ - óxido de Bismuto
CaCl₂ - cloreto de Cálcio
CaO - óxido de Cálcio
ciclos/s - ciclos por segundo
cm - centímetro
Cu - Cobre
FeAl₂O₃ - ferroaluminato
g - grama
Hg - Mercúrio
kg - quilograma
K₂O - óxido de Potássio
kPa - kilopascal
kVp - kilovolt-peak
kV - kilovolt
kw - kilowoltagem
mbar - milibar
mg - miligrama
ml - mililitro
mm - milímetros
mm² - milímetro quadrados
MgO - óxido de Magnésio
MPa - megapascal
Na₂O - óxido de Sódio
n° - número
pH - potencial hidrogeniônico
Pt - Platina
s - segundos
SiO₂ - silicato
Sn - Estanho
torr - Torricelli
V - volts
μm - micrômetros
μm² - micrômetros quadrados

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO.....	22
2PROPOSIÇÃO.....	26
3REVISTA DE LITERATURA.....	27
3.1 Cirurgia parendodôntica.....	27
3.2 Apicectomia e preparo da retrocavidade.....	30
3.3 Materiais odontológicos utilizados.....	37
3.3.1 Amálgama	37
3.3.2 Cimento Portland e MTA.....	39
3.3.3 Cimentos de ionômero de vidro	45
3.4 Microinfiltração apical.....	48
3.5 Adaptação marginal.....	60
4METODOLOGIA.....	65
4.1 Delineamento da pesquisa.....	65
4.1.1 Definição de termos.....	66
4.2 Seleção da amostra.....	66
4.3 Tratamento endodôntico.....	68
4.4 Avaliação radiográfica preliminar.....	70
4.5 Apicectomia e confecção da retrocavidade	71
4.6 Retrobturações.....	73
4.6.1 Logic+® (SDI).....	73
4.6.2 MTA branco – Angelus®.....	76
4.6.3 Cimento Portland.....	77
4.6.4 Vitremer™.....	78
4.6.5 GC Fuji Ortho™ LC.....	79
4.7 Avaliação radiográfica final.....	80
4.8 Técnica de microinfiltração do marcador Nitrato de Prata.....	81
4.9 Secção dos espécimes.....	83
4.10 Confecção das réplicas.....	84
4.11 Determinação dos grupos.....	87
4.12 Preparo das amostras para microscopia eletrônica de varredura	88
4.13 Avaliação da microinfiltração apical.....	89
4.14 Avaliação da adaptação marginal.....	91
4.15 Estudo piloto das análises.....	92
4.16 Tratamento estatístico	94
5RESULTADOS.....	95
5.1 Microinfiltração apical.....	96
5.2 Adaptação marginal	99
5.2.1 Avaliação em dentes.....	99
5.2.2 Avaliação em réplicas.....	101
5.2.3 Testes de correlações.....	104

6DISCUSSÃO.....	106
7CONCLUSÕES.....	129
REFERÊNCIAS.....	130
APÊNDICE A - Tabelas dos resultados.....	140
APÊNDICE B - Fotomicrografias em MEV.....	143
ANEXO A – Aprovação da Comissão Científica e de Ética da FO/PUCRS.....	147

1 INTRODUÇÃO

O objetivo da terapia endodôntica é obliterar todo o sistema de canais radiculares, a fim de impedir que os microrganismos e suas toxinas atinjam os tecidos periapicais (TORABINEJAD, LEE, HONG, 1994; EL-SWIAH e WALKER, 1996). O aprimoramento de métodos e técnicas, aliados ao surgimento de novos materiais, com excelentes propriedades físicas e biológicas, faz com que haja grandes índices de sucesso nesta prática, reduzindo, assim, a indicação de procedimentos cirúrgicos parentodônticos complementares.

Em muitos casos, apesar dos esforços, as cirurgias parentodônticas são a alternativa para evitar extrações dentárias, após tentativas de tratamento e retratamento endodôntico, ou quando estes forem impossíveis de ser executados (JOHNSON, 1999; XAVIER et al., 2005).

A cirurgia parentodôntica engloba diversos procedimentos que envolvem as áreas do endodonto ou as raízes dentárias, visando resolver complicações decorrentes de um tratamento endodôntico ou do seu insucesso (BERBERT et al., 1974 *apud* BERNABÉ e HOLLAND, 1998). Dentre estas modalidades, destacam-se a curetagem apical, a apicectomia e a apicectomia com retrobturação, sendo estas, temas de diversas pesquisas.

A remoção cirúrgica do ápice dentário, conhecida como apicectomia ou ressecção apical, pode ser realizada unicamente ou em conjunto com a colocação de material obturador

para o selamento da porção apical, denominada retrobturação ou obturação retrógrada (EL-SWIAH e WALKER, 1996).

A primeira remoção da porção apical da raiz foi descrita por Desirabode, em 1843. Na América do Norte, foi descrita primeiramente no ano de 1884, por Farrar. Somente em 1915, com Ottesen, começou a ser divulgada a retrobturação, efetuada com amálgama (BERNABÉ e HOLLAND, 1998; ESCODA e AYTÉS, 1999).

A presença de inúmeros canais colaterais no ápice dentário indica a ressecção apical como forma de evitar a penetração bacteriana nos tecidos adjacentes, uma vez que esses canais dificilmente conseguem ser abrangidos na terapia endodôntica convencional (BERNABÉ et al., 1999).

As retrocavidades têm sido preparadas, tradicionalmente, com brocas e micro contra-ângulo (VON ARX, 2005).

As pontas ultrassônicas para o preparo de retrocavidades surgiram da necessidade de melhorar o acesso ao ápice radicular, reduzindo o desgaste dentário e facilitando a confecção de cavidades, com profundidade adequada, paralelamente ao longo-eixo do dente (SUMI et al., 1996; WAPLINGTON et al., 1997; CALZONETTI et al., 1998; JOHNSON, 1999; ZUOLO et al., 1999).

A utilização do ultrassom, em cirurgias apicais foi primeiramente descrita por Richman, em 1957, que usou um cinzel ultrassônico para remover estrutura óssea, bem como os ápices dentários, durante o procedimento (WAPLINGTON, et al., 1997). Na década de 90, do século passado, retropontas sônicas e ultrassônicas tornaram-se comercialmente disponíveis (VON ARX, 2005).

O objetivo principal do material retrobturador é proporcionar o selamento apical como meio de prevenir o movimento de bactérias e a difusão de seus produtos oriundos dos sistemas do canal radicular para os tecidos periapicais (FOGEL e PEIKOFF, 2001).

O amálgama tem sido utilizado tradicionalmente, tendo como vantagens o baixo custo, a facilidade de manipulação e o sucesso em aplicações clínicas como retrobturador (JOHNSON, 1999).

Inúmeros materiais odontológicos vêm sendo estudados com o objetivo de ser usados nas retrobturações, em substituição ao amálgama. Dentre estes, destacam-se os cimentos à base de óxido de Zinco e eugenol modificados (Super-EBA[®], IRM), os cimentos de ionômero de vidro, os cimentos à base de hidróxido de Cálcio, a guta-percha, as resinas compostas e, mais recentemente, o agregado trióxido mineral (MTA) (JOHNSON, 1999).

Busca-se aquele que possua qualidades que se aproximem daquelas consideradas ideais para esta finalidade, tais como: ser biocompatível, bactericida, de fácil manipulação, aderente e com boa adaptação às paredes dentinárias. O material deve prevenir a infiltração de microrganismos e seus produtos, nos tecidos periapicais, além de ser insolúvel nos tecidos bucais, estável dimensionalmente, não ser sensível à umidade e ser visível radiograficamente (TORABINEJAD, WATSON e PITT FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994).

Estes materiais vêm sendo avaliados em diversos aspectos, quanto ao vedamento apical, adaptação marginal e biocompatibilidade. Dentre os métodos utilizados, destacam-se: testes de penetração de substâncias marcadoras, filtração de fluidos, radioisótopos e penetração bacteriana, para avaliação da microinfiltração; análise da interface dente/material, com microscópio eletrônico de varredura (MEV), para avaliar a adaptação marginal; e cultura de células, entre outros testes, *in vivo*, para análise da biocompatibilidade dos materiais.

2 PROPOSIÇÃO

Esta pesquisa tem por objetivo definir certas características dos seguintes materiais, quando utilizados como retrobturadores: amálgama de Prata, sem Zinco com adição de Platina (Logic+[®] - SDI), MTA branco (Angelus[®]), cimento Portland branco (CPB-40 - Votorantin[®]), ionômeros de vidro modificados por resina (Vitremer[™] - 3M ESPE e GC Fuji Ortho[™] LC - GC America). Assim, propõe-se:

- avaliar o vedamento apical destes materiais, em retrobturações, através da microinfiltração de solução marcadora de nitrato de Prata a 50% e análise em MEV;
- avaliar a adaptação marginal destes materiais, em retrobturações, através da análise em MEV, dos dentes e de suas réplicas;
- verificar a existência de correlação entre os dados obtidos na avaliação da adaptação marginal, nas interfaces dente/material, dos dentes e de suas réplicas;
- verificar o comportamento, intra-grupos, daqueles materiais que possuem composição química semelhante, quanto ao vedamento apical e à adaptação marginal;
- verificar a existência de correlação entre a capacidade de vedamento apical e de adaptação marginal dos materiais avaliados.

3 REVISTA DE LITERATURA

3.1 CIRURGIA PARENDODÔNTICA

A cirurgia parendodôntica é grande aliada da Endodontia, encontrando indicações quando, por algum motivo o tratamento endodôntico falha ou é inviável. Estes procedimentos cirúrgicos devem ser feitos por profissionais habilitados, pois se tratam de intervenções onde muitos detalhes técnicos precisam ser observados (BERGER et al., 2002).

El-Swiah e Walker (1996), em estudo retrospectivo, avaliaram os fatores clínicos envolvidos nas decisões de realizar apicectomias, de cirurgiões-dentistas, durante o período de dois anos. Os dados foram coletados das fichas clínicas, sendo registrados a qualidade do tratamento endodôntico, o tamanho e o tipo de lesão periapical e os fatores que influenciaram na decisão do procedimento cirúrgico. Estes fatores foram classificados em técnicos e biológicos, e ambos foram levados em conta, na maioria (60%) das decisões. Somente o fator biológico foi levado em conta, em 35% do total, enquanto, somente o técnico, em 3% do total de casos. O fator biológico mais comum foi a persistência dos sintomas e da lesão periapical. Dentre os fatores técnicos, a presença de pinos intra-radulares e coroas protéticas foram considerados. Os autores enfatizaram a necessidade de se estabelecer um alto padrão técnico, na terapia endodôntica convencional, evitando, assim, o tratamento cirúrgico.

Abramovitz et al. (2002) citaram as indicações para a realização da apicectomia, segundo a *American Association of Endodontists* (AAE). São elas: a persistência de sintomatologia resultante de inadequado selamento, após retratamento endodôntico e presença de sintomatologia perirradicular ou patologia onde o sistema de canais radiculares encontra-se bloqueado e não se consegue realizar o tratamento endodôntico convencional. Os autores acrescentam que, em presença de próteses fixas, deve-se considerar o tamanho do pino, sendo que os menores do que 5mm podem ser removidos e o retratamento executado.

Para Bernabé et al. (1999), a presença do deltas apicais, no ápice radicular, justifica a conduta de, independentemente da modalidade cirúrgica, ser executada a apicectomia. Segundo os autores, as apicectomias devem ser confeccionadas, preferencialmente, com broca de aço Zecrya nº 151, pois produzem um corte mais uniforme, com a superfície dentinária lisa e sem estrias. Em seu estudo, *in vivo*, sobre a influência da lama dentinária nas superfícies dentárias apicectomizadas, os autores removeram esta lama dentinária, com EDTA trisódico, por 3 min. Concluíram que a remoção da lama dentinária permite a deposição precoce de tecido cementário no local, porém, não apresentaram resultados significativos na comparação com os obtidos nos grupos onde ela foi mantida.

Bernabé e Holland (1998) afirmaram que o ápice radicular possui ramificações do canal principal, que abrigam material necrótico e bactérias. Estas ramificações constituem importante causa de falhas, do tratamento endodôntico, pois as bactérias presentes poderão manter uma lesão periapical pré-existente. Os autores mencionaram como vantagem da apicectomia, o fato da mesma facilitar o acesso às áreas que, via de regra, apresentam dificuldades durante a curetagem de lesão periapical, melhorando, assim, o campo de visão. Com relação à retrobturação, esta deve ser realizada quando não há selamento hermético do conduto radicular.

Segundo Laskin (1987), quando ocorre a exposição cirúrgica de um ápice radicular e permanece dúvida quanto ao selamento obtido pela obturação ortrógrada do canal, a retrobturação deve ser realizada.

O objetivo principal do material retrobturador é proporcionar o selamento apical como meio de prevenir o movimento de bactérias e a difusão de seus produtos oriundos dos sistemas do canal radicular para os tecidos periapicais (FOGEL e PEIKOFF, 2001).

Johnson (1999) discutiu sobre as indicações e contra-indicações no uso de diversos materiais utilizados em retrobturações, salientando que a escolha do material é um dos fatores mais relevantes para o sucesso do tratamento cirúrgico. Não há um consenso quanto ao material a ser utilizado e nenhum deles possui as características ideais para ser considerado o melhor material. O autor afirmou que, proporcionando condições específicas, com técnica cirúrgica e manipulação do material apropriadas, qualquer um dos materiais avaliados em seus estudos (amálgama, resinas compostas, Super-EBA[®], IRM e MTA) possui biocompatibilidade e poderá contribuir para o sucesso do procedimento.

Xavier e Zambrano (2001) avaliaram a conduta clínica dos professores da disciplina de Cirurgia das Faculdades de Odontologia do Brasil, quanto às técnicas utilizadas na cirurgia com apicectomias. As autoras constataram que a técnica de apicectomia com bisel de 45° era a mais executada. Dentre os materiais, o amálgama de Prata sem Zinco foi o mais utilizado, seguido pelo óxido de Zinco eugenol e pela guta-percha. Foi constatado que os principais critérios considerados na escolha do material retrobturador são a biocompatibilidade, o poder de vedamento apical e a facilidade de manuseio.

Chong, Pitt Ford e Hudson (2003), em estudo clínico prospectivo, compararam o padrão de sucesso de dentes apicectomizados e retrobturados com IRM e MTA. Os dentes foram analisados, clínica e radiograficamente, 12 e 24 meses após os procedimentos. Foram

investigados, clinicamente, a presença de inflamação, sensibilidade à palpação, mobilidade e, radiograficamente, a radiopacidade apical. Neste estudo, o uso do MTA resultou em maior padrão de sucesso, porém, não foi estatisticamente significativo em relação aos resultados obtidos com o IRM.

Niederman e Theodosopoulou (2003) pesquisaram, em duas bases de dados eletrônicas, publicações de estudos clínicos, no período de 1966 a 2002, com o objetivo de determinar a eficácia de materiais retrobturadores. Encontraram somente dois estudos clínicos randomizados. Observaram que o amálgama é o material utilizado como controle, na maioria das análises e que não existem estudos clínicos controlados, em humanos, avaliando o MTA. Concluíram que os estudos apresentam resultados contraditórios entre os materiais avaliados.

3.2 APICECTOMIA E PREPARO DA RETROCAVIDADE

A apicectomia pode ser executada em diferentes angulações. Gagliani, Taschieri e Molinari (1998) buscaram verificar a influência do ângulo de corte das apicectomias, em dentes extraídos, retropreparados com ultrassom, e retrobturados com Super-EBA[®]. Os dentes foram apicectomizados com broca a 45° e a 90° com seu longo-eixo. A microinfiltração apical foi avaliada, através da penetração de corante, tanto na dentina quanto na interface dente/material retrobturador. Os dentes apicectomizados em ângulo de 90° com o longo-eixo dentário apresentaram menor microinfiltração de corante. Concluíram, portanto, que quanto maior a inclinação do corte, maior a exposição e o seccionamento de túbulos dentinários. No entanto, quando houve um bom selamento apical na cavidade, não foi observada diferença significativa na microinfiltração relacionada ao tipo de ressecção realizada.

Weston, Moule e Bartold (1999) avaliaram a superfície da dentina e da guta-percha após a ressecção apical com diferentes tipos de brocas, rotações e sentidos de rotação descritos na literatura, por meio do MEV. Para isso, utilizaram réplicas dos ápices, em resina epoxi (Araldite®). As análises foram feitas em aumentos de 20 e 75X, nas réplicas. Cada instrumento produziu características de acabamento de superfície diferentes; porém, quando usados no sentido reverso da rotação, houve grandes distorções e desadaptações da guta-percha, com todas as brocas. A melhor superfície de acabamento encontrada foi com pontas diamantadas.

As pontas ultrassônicas para o preparo de retrocavidades surgiram da necessidade de melhorar o acesso ao ápice radicular, reduzindo o desgaste dentário e facilitando a confecção de cavidades com profundidade adequada, paralelamente ao longo-eixo do dente (SUMI et al., 1996; WAPLINGTON et al., 1997; CALZONETTI et al., 1998; JOHNSON, 1999; ZUOLO et al., 1999).

A confecção das retrocavidades foi, e ainda é, feita com brocas. Estas, porém, não proporcionam uma cavidade paralela ao longo-eixo dentário, apresentando risco de perfuração da parede lingual, profundidade insuficiente da cavidade, dificuldade de confecção da mesma, por ser um espaço restrito, além de requerer a apicectomia em ângulo de 45° com o longo eixo dentário para melhor visualização e acesso do local (PETERS, PETERS e BARBAKOW, 2001; VON ARX, 2005).

A retrocavidade ideal pode ser definida como sendo do tipo classe I com, pelo menos, 3mm de profundidade, tendo paredes paralelas e em coincidência com o longo-eixo do canal radicular (ZUOLO et al., 1999).

Gilheany, Figdor e Tyas (1994) sugerem que há dois tipos de microinfiltração apical. A primeira, ocorre ao longo da interface entre o material retrobturador e as paredes

dentinárias. A segunda, ocorre através do fluxo de fluídos e substâncias nos túbulos dentinários abertos durante a apicectomia, tornando a dentina permeável. Baseados nesta premissa, os autores realizaram estudo para determinar o efeito de diferentes ângulos de ressecção apical (0°, 30° e 45°) e profundidades cavitárias, na microinfiltração apical. O estudo mostrou que, aumentando-se a profundidade da cavidade retrógrada, diminuiu-se significativamente a microinfiltração apical. Ao mesmo tempo que, quanto maior o ângulo de ressecção apical (mais oblíquo), maior a infiltração. Esse fato parece ocorrer devido à maior exposição dos túbulos dentinários. As profundidades cavitárias adequadas são 1mm, 2,1mm e 2,5mm para as angulações de ressecção em 0°, 30° e 45°, respectivamente. Os autores observaram que, quando for necessário aumentar o ângulo de ressecção apical, deve-se aprofundar a cavidade retrógrada, a fim de garantir um selamento eficiente.

Sumi et al. (1996) realizaram estudo, *in vivo*, avaliando, radiograficamente, o sucesso das cirurgias parendodônticas nas quais o preparo das retrocavidades foi feito com o uso de ultrassom. Obtiveram um índice de sucesso de 92,4%. Citaram como vantagens do ultrassom a utilização de pontas pequenas, que permitiam obter um ângulo de 90° com o longo-eixo do dente, facilidade de irrigação e de acesso ao forame apical. Também observaram redução da lama dentinária e dos detritos, na região.

Waplinton et al. (1997) avaliaram os preparos cavitários feitos com duas pontas ultrassônicas (CT1, CT2 – EIE - *Excellence in Endodontics*) em diferentes intensidades (2, 4, 6, 8 e 10), e com broca *carbide* de Tungstênio nº 1. A ponta CT1 possuía *design* que permitia menor amplitude de deslocamento, enquanto a ponta CT2 apresentava forma mais angulada e com maior amplitude de deslocamento. As análises foram em MEV (50X), através de réplicas dos preparos. As impressões foram feitas com silicone à base de polivinilsiloxano e foi utilizada a resina epoxi (Araldite®). Não observaram microfraturas nos dentes preparados com broca ou com pontas ultrassônicas. Os autores constataram que a confecção das cavidades

com broca foi mais rápida do que a com pontas ultrassônicas. Estas, por sua vez, foram mais eficientes quando ajustadas para a maior intensidade do aparelho (10). Ressaltaram que o fato de não ter havido microfraturas nos dentes preparados com ultrassom pode ter sido pela estrutura radicular dos mesmos e cogitaram que, em ápices com paredes mais delgadas, poderia ser mais fácil haver fraturas.

O desenvolvimento de microfraturas nas estruturas dentárias, após a instrumentação com ultrassom, é controverso. Dentes extraídos, utilizados em pesquisas, *in vitro*, podem ser mais susceptíveis à microfraturas pela ausência dos tecidos periradiculares, que absorvem as tensões geradas durante o retropreparo, pela manipulação excessiva e pelos efeitos da desidratação e meio de armazenamento (CALZONETTI et al., 1998; GRAY et al., 2000; GONDIM et al., 2003).

Calzonetti et al. (1998) realizaram retrocavitações em dentes de cadáveres tratados endodonticamente. As raízes foram cortadas, a 3mm do ápice, com broca tronco-cônica *carbide* nº 701. Sobre as superfícies seccionadas, foi aplicado ácido fosfórico a 35% e, após, os dentes foram limpos e secos. Foram tomadas impressões pré-operatórias das superfícies, com polivinilsiloxano. Os dentes foram divididos em dois grupos, sendo que, em cada grupo, utilizaram diferentes pontas ultrassônicas, em baixa intensidade de vibração, por 2 minutos. Novas impressões foram tomadas com o mesmo material. Após a retrocavitação, os dentes foram seccionados, a 4mm do ápice, e esta porção foi removida, corada com nitrato de Prata a 1%, por 10 minutos, e analisada em estereomicroscópio (20X) e MEV (25, 50, 100X). As impressões pré e pós-retrocavitação também foram analisadas da mesma forma. Nenhuma microfratura foi encontrada nas impressões, somente em alguns dentes. Atribuem isto à técnica de microscopia, que pode causar artefato (rachaduras) nos dentes. Os autores sugeriram que a aplicação de baixa intensidade, durante o retropreparo, a curta duração do procedimento e a presença dos tecidos periradiculares evitaram as microfraturas.

Gray et al. (2000) compararam três tipos de técnica para retrocavitação. Dentes extraídos e dentes em cadáveres foram retrocavitados com broca de aço nº 33 ½, em alta-rotação, e com ponta ultrassônica, em duas intensidades (baixa e alta). Os dentes foram replicados pela técnica de moldagem com polivinilsiloxano e resina epoxi. As imagens das réplicas foram analisadas, em MEV, quanto à presença de microfraturas. Não houve diferença significativa quanto à intensidade utilizada no ultrassom, nem em relação aos dentes extraídos e os de cadáveres. Nos dentes retrocavitados com ultrassom, a quantidade de microfraturas encontradas foi significativamente maior do que naqueles cujo preparo foi realizado com a broca.

Peters, Peters e Barbakow (2001) compararam o uso de pontas ultrassônicas de aço e diamantadas, em ápices de molares, quanto ao tempo de retropreparo, à qualidade da superfície da cavidade e à espessura das paredes dentárias remanescentes. Os dentes foram fixados em um dispositivo de cera, simulando condições clínicas, como a presença de tecidos perirradiculares. Foram confeccionadas réplicas de resina epoxi para análise em MEV. Não houve diferença significativa quanto à presença de microfraturas, nos dois grupos. Os autores concluíram que o tempo de preparo com a ponta diamantada foi menor; porém, a ponta de aço permitiu maior preservação das estruturas dentinárias. Salientaram que a ponta diamantada deve ser utilizada com mais cautela para evitar perfurações radiculares ou cavidades muito extensas.

Zuolo et al. (1999) compararam retrocavidades realizadas com pontas ultrassônicas de aço e diamantadas, analisados em MEV. Sugeriram que ambas as pontas poderiam ser utilizadas consecutivamente. A ponta diamantada, primeiramente, pelo maior poder de corte e de remoção da guta-percha que possui e, após, a ponta de aço, que proporciona uma cavidade mais limpa e regular.

Rainwater, Jeasonne e Sarkar (2000) retrocavitararam dentes com pontas ultrassônicas de aço e diamantadas e com broca de aço, comparando a incidência de microfraturas. Não encontraram diferenças estatísticas significativas entre as microfraturas encontradas. Em um segundo momento, retrocavitararam dentes com os dois tipos de pontas ultrassônicas e os retrobturaram com Super-EBA[®], para testar a microinfiltração de corante. Os resultados não mostraram diferenças estatísticas entre as técnicas.

Gondim et al. (2002) investigaram a integridade das superfícies radiculares de dentes anatomicamente diferentes (caninos superiores e inferiores, incisivos centrais superiores e incisivos inferiores), após a retrocavitação com pontas sônica e ultrassônicas. Noventa e cinco dentes sofreram ressecção apical, a 3mm do ápice radicular. Impressões com polivinilsiloxano foram tomadas das superfícies radiculares, e réplicas de resina epoxi foram feitas, para análise em MEV, quanto às microfraturas e às alterações nas superfícies radiculares. A área total mineralizada, a área de microfratura e as distâncias entre as margens radiculares e os canais radiculares foram medidas no *software* para processamento de imagens (*Imagelab*, Softium Informática). Após, os dentes foram retrocavitados, com pontas ultrassônicas (KIS nº 1, S12/90, S12/90D) e ponta sônica nº 16, e analisados da mesma forma supracitada quanto à presença de microfraturas. Os autores encontraram menor quantidade de microfraturas, nos dentes preparados com as pontas sônica e ultrassônica diamantada (S12/90D); porém, salientaram que o importante é a soma das áreas das microfraturas e não a quantidade delas. O preparo com a ponta KIS nº 1 resultou em menores áreas de microfraturas, enquanto o preparo com a ponta sônica resultou em maiores áreas. Os autores discutiram a relação entre as espessuras das paredes dentinárias, antes e após os retropreparos, e a possibilidade de ocorrência de microfraturas. Não encontraram relação entre elas.

Ishikawa et al. (2003) avaliaram o retropreparo de três tipos de pontas ultrassônicas quanto ao tempo de trabalho, ao número de microfraturas produzidas, à quantidade de lama

dentinária acumulada nas paredes dentinárias e ao selamento marginal com o material retrobturador, Super-EBA[®]. Realizaram dois experimentos. No primeiro, apicectomizaram 30 raízes, previamente obturadas a 3mm do ápice, perpendicularmente ao longo-eixo dentário. Imergiram-nas em azul de metileno a 1%, por 30 segundos, e analisaram as microfraturas, por meio de microscópio óptico. Em seguida, dividiram as raízes em três grupos e realizaram retrocavitações, com três tipos de retropontas: de zircônia, de aço e diamantada. Novamente imergiram-nas em corante para a mesma análise. Cada raiz foi cortada longitudinalmente e dividida, em duas metades, para quantificação do número de canalículos dentinários abertos e avaliação da presença de lama dentinária, em MEV. No segundo experimento, dividiram 45 dentes em três grupos, sendo que obturação, apicectomia e retrocavitação seguiram a metodologia anterior. Os dentes foram retrobturados com Super-EBA[®]. A microinfiltração foi avaliada por meio da fixação de uma microcentrífuga, contendo tinta da Índia, à porção apical das raízes, por 7 dias. Após este período, os dentes foram seccionados longitudinalmente e a penetração do corante foi avaliada em microscópio óptico. Obtiveram, como resultados, um preparo mais rápido com a retroponeta diamantada. A retroponeta de aço foi a que menos produziu microfraturas. Não houve diferença significativa entre os três retropreparos quanto ao número de túbulos dentinários abertos nas paredes dos canais radiculares, e quanto à microinfiltração apical com o Super-EBA[®].

Kontakiotis, Lagoudakos e Georgopoulou (2004) avaliaram a influência da apicectomia e da retrocavitação na microinfiltração apical, em diferentes grupos dentários. (incisivos inferiores, premolares inferiores e incisivos superiores). Em todos, foi realizada a endodontia. Os dentes foram submetidos ao teste de transporte de fluidos para medir a infiltração na obturação ortrógrada. À extremidade apical, conectava-se um tubo capilar de 170mm de comprimento, contendo uma bolha de ar em seu interior. Na extremidade coronal, foi introduzida água destilada com pressão de 30kPa. A condução do fluido foi medida pelo

deslocamento da bolha de ar. Após este teste, as raízes foram cortadas, à 2mm do ápice, com broca cilíndrica diamantada e retrocavidades com broca esférica nº 2. O mesmo teste de transporte de fluidos foi aplicado. Os autores concluíram que a apicectomia e o preparo cavitário aumentaram significativamente a microinfiltração apical, possivelmente pela diminuição do comprimento da obturação ortógrada, e que este aumento pode ser maior em dentes com secção radicular oval (incisivos inferiores>premolares inferiores>incisivos superiores). O preparo químico-mecânico e a obturação destes canais ovais são, freqüentemente, inadequados, com áreas não instrumentadas.

3.3 MATERIAIS ODONTOLÓGICOS UTILIZADOS

3.3.1 Amálgama

O amálgama dentário é produzido pela mistura de Mercúrio líquido com uma liga metálica. A composição química desta liga deve consistir essencialmente de Prata e Estanho. Cobre, Zinco, Ouro, Paládio, Índio e Selênio podem ser incluídos em quantidades menores. As ligas que contêm mais de 0,01% de Zinco são classificadas como contendo Zinco, e aquelas com menos de 0,01% são designadas como ligas sem Zinco. Devido ao aprimoramento da fabricação, poucos produtos contêm Zinco, pois a contaminação desta liga pela água durante a trituração e a condensação resultaram em alteração dimensional tardia excessiva (JOHNSON, 2004a).

As ligas ricas em Cobre tornaram-se os materiais de preferência graças às suas propriedades mecânicas, características de menor corrosão e melhor integridade marginal, aos testes clínicos, em comparação com as ligas tradicionais, pobres em Cobre (ANUSAVICE, 1996).

O amálgama é um material amplamente utilizado em retrobturações, com sucesso. Este, porém, apresenta desvantagens como a sensibilidade da técnica à umidade, a microinfiltração inicial, a deposição dos produtos da corrosão na interface dente-amálgama e a possível contaminação por mercúrio, nos tecidos periapicais (BARKHORDAR et al., 1989; TORABINEJAD, WARSON e PITT FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994).

A corrosão excessiva pode levar ao aumento de porosidades, redução da integridade marginal, perda da resistência e liberação de produtos metálicos (JOHNSON, 2004a), além de fratura radicular (NELSON e MAHLER, 1990).

Ilikli et al. (1999) realizaram estudo, *in vitro*, comparando o comportamento corrosivo de amálgamas com alto teor de Cobre (Luxalloy[®], GS-80[®]), com aqueles com a mesma característica porém, com adição de Índio (Permite-C[®]) e Platina (Logic[®]). A liberação de metais, a microdureza e a textura de superfície também foram avaliadas, quando os materiais foram armazenados em solução salina fosfato tamponada em pH 3,5 e 6,5. Sessenta amostras de cada amálgama foram condensadas em pastilhas e brunidas. A seguir foram imersas na solução por períodos de 1, 2, 8, 52 e 78 semanas. No 60º dia, as amostras foram retiradas e avaliadas quanto à microdureza e a textura da superfície. Os níveis de metal na solução, em cada período, foram medidos por espectometria de absorção atômica. Os resultados mostraram liberação de íons metais estatisticamente menor no Permite-C[®] e no Logic[®]. O teste de microdureza também mostrou melhores respostas com ambos os materiais. Houve corrosão em todos os amálgamas imersos em solução com pH 3,5. A superfície mais regular foi observada no Permite-C[®], seguida pelo Logic[®]. Sendo assim, os autores concluíram que amálgamas ricos em Cobre, contendo Índio ou Platina são mais resistentes à corrosão superficial.

Zhu, Safavi e Spangberg (1999) avaliaram a citotoxicidade do amálgama (Valiant[®]), do Super-EBA[®] e do IRM, através de culturas de osteoblastos e de células de ligamento periodontal humanos. O estudo mostrou que o amálgama possui maior toxicidade em ambos os tipos de células em relação aos demais materiais. O IRM e o Super-EBA[®] não tiveram diferenças significativas nos seus resultados.

Fogel e Peikoff (2001) afirmaram que o uso de verniz cavitário em retrobturações com amálgama, à curto prazo, poderia apresentar um melhor selamento marginal. O verniz, entretanto, pode dissolver-se com o tempo, levando a ocorrência de falhas entre o amálgama e as paredes dentinárias.

3.3.2 Cimento Portland e MTA

O CP é um material pulverulento, constituído de silicatos e aluminatos de Cálcio, praticamente sem cal livre. Esses silicatos e aluminatos complexos, ao serem misturados com água, hidratam-se e produzem o endurecimento da massa. Ele resulta da moagem de um produto denominado clínquer, obtido pelo cozimento, até fusão incipiente, de mistura de calcário e argila, convenientemente dosada e homogeneizada, de tal forma que toda a cal se combine com os compostos argilosos. Após a queima, só é feita a adição de sulfato de Cálcio, a fim de regularizar o tempo de início das reações do aglomerante com a água (NEVILLE, 1997; PETRUCCI, 1998).

Existem diferentes tipos de CP fabricados no Brasil, sendo normalizados e designados pela sigla CP, acrescidos de algarismo romano pela classe de resistência à compressão (números 25, 32, 40), sendo quanto maior o número, maior a resistência. Existem 6 tipos principais de CP, além do CP branco (CPB) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 1999).

A cor cinza do clínquer do CP comum é devido à presença de Ferro e Manganês. O cimento branco é produzido pela pulverização de um clínquer com teor de Ferro menor (menos de 0,5%), em estado reduzido, para produzir uma cor clara. Estas condições são alcançadas usando-se argila e rochas carbonadas sem Ferro como matéria-prima (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

Os CPBs são classificados em dois subtipos: o CPB estrutural e o não estrutural. O CPB estrutural é usualmente aplicado em concretos, para construções civis, possuindo as classes de resistência, similares aos outros cimentos. Já o CPB não estrutural não tem indicação de classe, sendo utilizado para rejuntamento de azulejos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 1999).

Em 1993, Torabinejad, Watson e Pitt Ford desenvolveram um material com o objetivo de isolar o sistema de canais radiculares do contato com a superfície externa, através da retrobturação. Ele é um agregato trióxido mineral (MTA), composto de silicato tricálcio, óxido de silicato, aluminato tricálcio e óxido de silicato. Existem ainda, em sua composição, outros óxidos minerais desconhecidos, em sua composição. Os autores citaram como vantagens do MTA, a facilidade de manipulação, a aplicação e a remoção dos excessos e o fato de não ser essencial a presença de campo seco durante a sua colocação na cavidade. Como desvantagem, citaram apenas o longo tempo necessário para o material solidificar.

O MTA apresenta-se como um pó de finas partículas hidrofílicas, que endurecem na presença de umidade (BERNABÉ e HOLLAND, 2003; CAMILLERI et al., 2004).

O MTA possui as seguintes indicações: pulpotomias, apexificações, perfurações radiculares e retrobturações (ABDULLAH et al., 2002), além do uso como cimento endodôntico e como barreira intracoronária prévia ao clareamento dental (BERNABÉ e HOLLAND, 2003).

Estudos recentes compararam os componentes do MTA aos do cimento Portland (CP), pela sua similaridade química e física (ESTRELA et al., 2000; CAMILLERI, et al., 2004). Ambos os materiais possuem fosfato de Cálcio, óxido de Cálcio e sílica em sua composição. O MTA, entretanto, contém óxido de Bismuto, elemento que lhe confere radiopacidade (ESTRELA et al., 2000; SAIDON et al., 2003).

Na produção do MTA, ao moer o clínquer, busca-se obter um processo mais refinado e restrito, com cristais mais finos. Antes de sua embalagem, o produto passa por rigorosos testes para confirmação de sua composição, adição do radiopacificador e esterilização através de raios gama-Cobalto (BERNABÉ e HOLLAND, 2003).

O MTA encontra-se disponível no mercado em duas cores: cinza e branco. Segundo Camilleri et al. (2004), ambos os MTAs têm sua composição baseada nos cimentos Portland cinza e branco. Os CPs, por sua vez, são manufaturados de matérias-primas semelhantes. A diferença está na produção do cimento branco, onde o Ferro é removido da composição durante o processo de clincerização.

Torabinejad et al. (1995b) determinaram a composição química, o pH e a radiopacidade do MTA e também compararam-no quanto ao tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade em relação ao amálgama, ao Super-EBA[®] e ao IRM. Os resultados mostraram que as principais moléculas presentes no MTA são os íons Cálcio e Fósforo. Seu pH inicial foi de 10,2, aumentando para 12,5, três horas após sua mistura. O MTA apresentou-se mais radiopaco que o Super-EBA[®] e o IRM. O amálgama teve menor tempo de presa (4 minutos) e o MTA, o maior (2 horas e 45 minutos). Em um período de 24 horas, o MTA apresentou a menor resistência à compressão (40 MPa) entre os materiais, enquanto o amálgama atingiu 312,5 MPa; porém, ela aumentou, após 21 dias, para 67 MPa. Finalmente,

exceto o IRM, nenhum dos materiais testados mostrou qualquer solubilidade sob as condições avaliadas.

Estrela et al. (2000) investigaram a ação antimicrobiana do MTA, do CP, da pasta de hidróxido de Cálcio, do Sealapex[®] e do Dycal[®]. As amostras dos materiais foram expostas a meios de cultura contendo *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* e *Candida albicans*. Os resultados mostraram que o hidróxido de Cálcio mostrou resultado superior na inibição bacteriana, em relação aos outros materiais testados.

Abdullah et al. (2002) citaram que o MTA possui como principal desvantagem o longo tempo de presa: aproximadamente 2 horas. Com o objetivo de reduzir o tempo de presa, os autores adicionaram cloreto de Cálcio (CaCl₂) ao CP para determinar se esta alteração química influenciava na biocompatibilidade e no comportamento físico do material. Foram adicionados 10 e 15% de CaCl₂ ao cimento. Os autores verificaram as características de superfície deste cimento modificado e os seus efeitos na expressão de marcadores do remodelamento ósseo, através de estudos *in vitro* e da análise em MEV. Concluíram que a adição de CaCl₂ não interfere na biocompatibilidade e na osteocondução características deste cimento, pois o CaCl₂ não altera a forma dos seus cristais básicos.

Holland et al. (2002) estudaram as propriedades químicas, físicas e biológicas do MTA, concluindo que este apresenta excelentes resultados biológicos, quando empregado diretamente sobre a polpa dental, em obturações e em retrobturações. Sua resposta tecidual é usualmente caracterizada pela neoformação de tecido duro, depositado em contato direto com o material, e por ausência de infiltrado inflamatório. Concluíram, também, que o seu mecanismo de ação é semelhante ao do hidróxido de Cálcio e que sua composição e comportamento tecidual são semelhantes aos do CP.

Regan, Gutmann e Witherspoon (2002) compararam a regeneração dos tecidos periapicais de dentes de cães, após a retrobturação com Diaket e MTA. Os dentes foram obturados, tiveram seus ápices seccionados, retrocavitados com pontas ultrassônicas e retrobturados. As análises histológicas ocorreram 60 dias após os procedimentos. Concluíram que, com ambos os materiais, houve quase completa regeneração tecidual, quando utilizados como materiais retrobturadores, em cirurgias parodontodônticas, na ausência de infecção.

Duarte et al. (2003) avaliaram a liberação do íon Cálcio e o pH do MTA-Angelus® e do Pro-Root™. Os materiais foram colocados em tubos plásticos e imersos em água deionizada. O pH da água e a liberação dos íons Cálcio foram medidos em 3, 24, 72 e 168 horas após a imersão. Os valores do pH e dos íons cálcio liberados foram maiores nas três primeiras horas. Os valores obtidos com o MTA-Angelus® foram levemente maiores, em todos os intervalos de tempo, sendo suposto que isto se deva à maior quantidade de CP (80%) ou outros produtos liberadores de Cálcio, presentes neste material.

Saidon et al. (2003) avaliaram as reações celulares e teciduais do MTA e do CP, através da cultura de células e da implantação dos materiais em mandíbulas de *Porcos guinea*. Concluíram que ambos eram biocompatíveis, quando avaliados, *in vitro* e *in vivo*. Seus resultados sugeriram que o CP tem potencial para ser utilizado como material retrobturador, tendo como vantagem, seu baixo custo.

Camilleri et al. (2004) realizaram estudo comparativo da biocompatibilidade, entre os MTA branco e cinza (Pro-Root™), bem como do óxido de Bismuto e do alusilicato, isoladamente, utilizando cultura de células. Os autores analisaram a morfologia dos materiais, utilizando MEV, e a citomorfologia dos osteoblastos, em cultura de células. Observaram que ambos os MTAs apresentaram morfologias de superfície similares. O alusilicato era composto por partículas globulares, enquanto o óxido de Bismuto, por grânulos de tamanho médio. Foi

analisado o crescimento celular em 1, 5 e 7 dias após a cultura. No alusilicato e no óxido de Bismuto não foram encontradas células, sugerindo que este fato pode ter ocorrido pela superfície áspera dos materiais ou pela natureza química dos mesmos. O alusilicato estava presente em pequenas quantidades, no MTA branco, enquanto o óxido de Bismuto encontrava-se em grandes quantidades. Em ambos os MTAs, cinza e branco, houve crescimento celular. Os autores concluíram que os MTAs apresentaram boa biocompatibilidade.

Menezes et al. (2004) avaliaram a resposta pulpar de dentes de cães, após pulpotomia com MTA - Ângelus[®], MTA - Pro-Root[™], CP (Votorantin[®]) e CPB (Irajazinho, Votorantin[®]). Os CPs foram previamente esterelizados. As cavidades foram seladas com Coltosol[®] e restauradas com amálgama. As análises quanto à severidade das reações teciduais foram realizadas 20 dias após os procedimentos. Todos os materiais demonstraram resultados similares. A vitalidade pulpar foi mantida, em todos os espécimes, e houve a formação de tecido mineralizado. Os autores ressaltaram que os procedimentos foram realizados na ausência de infecção, sendo importante a realização de estudos em dentes comprometidos com cáries e/ou inflamação pulpar.

Ainda no mesmo ano, Gerhardt de Oliveira et al., realizaram análise atômica comparativa dos componentes químicos do MTA-Angelus[®], MTA Pro-Root[™] e de um CP (CP IV-32 – Votoran[®]), por meio da espectroscopia por dispersão de energia (EDS), em MEV. Os autores encontraram os mesmos constituintes em todos os materiais, com exceção do Bismuto, presente apenas nos MTAs. Concluíram que todos os materiais apresentaram similaridade de composição, indicando a possibilidade de utilização clínica do CP.

De Deus et al. (2005), com o intuito de confirmar se o MTA- Angelus[®], fabricado no Brasil, é um produto competitivo com o MTA Pro-Root[™], fabricado nos Estados Unidos,

avaliaram a citotoxicidade de ambos e do CP (MAUÁ CP II - 32, Brasil), em células endoteliais humanas (ECV 304). Os efeitos dos materiais na função de mitocôndrias foi medido através de análise colorimétrica. Os períodos analisados foram 24, 48 e 72 horas. Ambos os MTAs e o CP mostraram, inicialmente, efeito citotóxico elevado que decrescia, gradualmente, permitindo que a cultura de células fosse reestabelecida.

Fridland e Rosado (2005) analisaram a quantidade de material solúvel liberado pelo MTA, em meio aquoso, em diferentes proporções de pó/líquido e em diferentes períodos, bem como o pH do meio aquoso em contato com os espécimes. As análises se deram em 1, 2, 5, 9, 14, 21, 30, 50 e 78 dias. Os resultados mostraram que o MTA é capaz de liberar parcialmente seu conteúdo solúvel, em meio aquoso, por um longo período, tendo esta característica, um padrão decrescente. O pH observado variou entre 11 e 12 durante o estudo. A fração solúvel liberada pelo MTA, em 24 horas, foi principalmente composta por hidróxido de Cálcio. Os autores observaram que o principal componente químico capaz de manter o pH alto, em meio aquoso, é o hidróxido de Cálcio. Conseqüentemente, o alto valor encontrado no 78º dia poderia estar relacionado à contínua liberação de hidróxido de Cálcio pelo MTA.

3.3.3 Cimentos de ionômero de vidro

Os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) têm sido pesquisados quanto à possibilidade de utilização em retobturações. Eles possuem algumas vantagens como a biocompatibilidade e a baixa toxicidade. Estes materiais não induzem a resposta inflamatória tecidual (ROSALES et al., 1996).

Uma das maiores propriedades dos CIVs é a liberação contínua de flúor. Sua boa adesão química ao esmalte e à dentina os tornam indicados para ambos os selamentos dentários: retrógrado e ortrógrado (BARKHORDAR et al., 1989).

Por outro lado, o cimento de ionômero de vidro (CIV) pode ser sensível à contaminação com saliva e sangue e sofrer lenta desintegração na cavidade bucal, com o passar do tempo (JESSLÉN et al., 1995; SILVERMAN et al., 1995).

A introdução dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina composta (CIVMRs) trouxe melhoria nas propriedades físicas destes materiais. Dentre elas, a menor sensibilidade à perda ou ganho de água e o tempo de presa mais rápido, associados à resistência adesiva aumentada. Os CIVMRs possuem três sistemas de presa, ou seja, ativam-se quimicamente (reação ácido/base), pela fotoativação (do monômero solúvel em água - HEMA) e de forma dual (iniciadores químicos para polimerizar os componentes metacrilatos) (NAVARRO e PASCOTTO, 1998).

O Fuji Ortho™ LC (GC América) é um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, reforçado, fotopolimerizável e formulado para a colagem de bráquetes ortodônticos em dentes. Possui baixa sensibilidade à umidade, podendo ser usado nas técnicas, com ou sem condicionamento ácido (ácido poliacrílico a 10%) (NAVARRO e PASCOTTO, 1998). O principal componente do pó são as finas partículas de vidro de fluoraluminossilicato, enquanto o líquido contém ácido poliacrílico, água, monômero e um ativador. O componente resinoso é uma mistura de três monômeros com 2-hidroxietil metacrilato (HEMA), sendo este, o principal componente (SILVERMAN et al., 1995).

Já o Vitremer™ (3M ESPE) é um sistema de CIVMR, com liberação prolongada de íons Flúor e adesão química à estrutura dentária, indicado para uso em restaurações dentárias. O pó contém cristais de fluoroaluminossilicato radiopacos e apresenta-se em várias cores. O líquido é composto por solução aquosa de ácido polialcenóico modificado, sensível à luz (NAVARRO e PASCOTTO, 1998).

Silverman et al. (1995), em estudo, *in vivo*, compararam a adesão de alguns tipos de CIVs (Shofu, Ketac, Fuji I, Fuji II e Fuji Ortho LC) na colagem de bráquetes ortodônticos, em presença de saliva. O melhor resultado foi observado com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) Fuji Ortho™ LC, o qual obteve adequados valores de adesão, logo após sua aplicação, sem o uso de condicionador, e em presença de saliva, no campo operatório.

Brentegani, Bombonato e Carvalho (1997) avaliaram a biocompatibilidade do CIV tipo III (Vidrion®), implantado em alvéolos dentários de ratos, com base em estudos histológicos e histométricos que comprovaram as potenciais propriedades osteogênicas do material. As análises foram realizadas 1, 3 e 6 semanas após a implantação do CIV. Os resultados mostraram a neoformação óssea e a progressão normal do processo cicatricial.

Kirovski e Madzarova (2000) realizaram estudo, *in vitro*, comparando a força de adesão do Fuji Ortho™ LC sob diferentes condições para colagem de bráquetes ortodônticos: sem condicionamento ácido, em presença de água destilada e com condicionamento ácido (ácido poliacrílico a 10%), em presença de água destilada, saliva e plasma humano. Concluíram que o condicionamento prévio do esmalte aumenta a força de adesão do material, quando comparado ao não condicionamento, mas não de forma significativa. Na presença de saliva e plasma humano a força de adesão também mostrou-se maior, sendo que o Fuji Ortho™ LC proporciona adequada força de adesão para a colagem de bráquetes ortodônticos ao esmalte.

Cacciafesta et al. (2003) avaliaram a força de adesão do CIVMR Fuji Ortho™ LC, de diferentes formas: sem condicionamento ácido, com ácido poliacrílico a 10%, com ácido fosfórico a 37% e com *primer* (Transbond™ Plus Self Etching Primer), em campo seco, em presença de saliva e em presença de sangue. Verificaram que o uso do Fuji Ortho™ LC

associado ao *primer* e em presença de meio úmido apresentou os melhores resultados, seguido pelo uso do ácido fosfórico a 37% e do ácido poliacrílico a 10%.

McKenzie et al. (2003) afirmaram que os CIVs usualmente são testados quanto à sua força, porém são armazenados em água desionizada. Para este tipo de material restaurador iônico, este meio pode ser inadequado, devendo ser armazenado em meio aquoso semelhante ao encontrado na boca. Os autores estudaram as propriedades físicas de flexão biaxial e força compressiva de três CIVs convencionais (AquaCem, Chem Fil Superior, ChemFlex) e um CIVMR (Vitremer™), em diferentes meios (água destilada, amostra de saliva não estimulada, saliva removida por estimulação da glândula parótida, solução salina, Coca-cola®, suco de laranja e suco de maçã). Os autores concluíram que o fato do meio ser ácido não o torna responsável pela degradação do cimento. As forças compressiva e flexiva mostraram resultados semelhantes nos meios salivares, na água destilada e na solução salina. Já os materiais armazenados em Coca-cola®, suco de laranja e suco de maçã não apresentaram diferenças significativas em comparação com aqueles armazenados em meio neutro. Os cimentos convencionais sofreram corrosão e perda de força quando armazenados em suco de laranja e em suco de maçã. Entretanto, o Vitremer™ não dissolveu nestes meios.

3.4 MICROINFILTRAÇÃO APICAL

A qualidade do selamento apical obtida pela retrobturação vem sendo testada por diversos métodos: através da técnica de microinfiltração de corante, penetração bacteriana, radioisótopos, medidas eletroquímicas, análise em MEV e pelo método de transporte de fluidos (TORABINEJAD, WATSON, PITT FORD, 1993).

McDonald e Dumsha, em 1987, avaliaram comparativamente, *in vitro*, a capacidade seladora de uma resina composta, com e sem agente de união dentinária, com o Cavit[®], o amálgama sem verniz e a guta-percha aquecida e brunida a frio, quando usados como materiais retrobturadores. As raízes foram apicectomizadas em bisel de 45°, utilizando brocas, e a microinfiltração marginal, avaliada pela penetração de nitrato de Prata a 50 %, por 2 horas. A menor microinfiltração ocorreu com a resina composta com o agente de união de dentina, e a diferença foi significativa, quando esse resultado foi comparado com os de outros grupos testados.

Barkhordar et al. (1989) realizaram estudo, *in vitro*, onde analisaram a microinfiltração apical de diferentes CIVs (Ketac[®]-Silver, Ketac[®]-Fil, Ketac[®]-Bond), com e sem verniz cavitário, comparando-os ao amálgama de Prata. Seus resultados sugeriram a associação do verniz com CIV em retrobturações.

Goldman, Simmonds e Rush (1989) avaliaram a importância da remoção de bolhas de ar durante a imersão de dentes em soluções marcadoras, para que o teste de microinfiltração seja fidedigno, uma vez que as bolhas poderiam impedir a penetração da substância. O estudo, *in vitro*, consistiu em imergir, em solução corante, dentes nas posições horizontal e vertical, com e sem obturação, e na preseça e na ausência de vácuo. Os autores encontraram total penetração de corante nas amostras imersas verticalmente, em ambos os meios.

Nelson e Mahler (1990) estudaram alguns fatores que influenciam o selamento de retrobturações com amálgamas. Para isso utilizaram amálgamas com altos e baixos teores de Cobre, com e sem Zinco. Os materiais foram manipulados de duas formas: uma, segundo as orientações dos fabricantes, e outra, de forma semelhante, acrescentando, porém, 0,01ml de água. Foram inseridos em cavidades de cerâmica, de 2mm de espessura e 2mm de diâmetro, e submetidos ao método de pressão de ar, para avaliação da microinfiltração. O teste foi

aplicado novamente 1 dia, 1 semana e 3 meses após, com o intuito de avaliar a alteração dimensional após a presa do material. Os resultados mostraram que os amálgamas com Zinco contaminados com a água exibiram expansão tardia. Somente em um grupo houve expansão tardia significativa, podendo induzir fratura radicular.

Chong, Pitt Ford e Watson (1991) avaliaram a adaptação marginal e a microinfiltração apical de dentes retrobturados com amálgama sem Zinco, CIV convencional e CIV fotopolimerizável. Os dois primeiros materiais tiveram a cobertura de duas camadas de verniz cavitário. As análises foram através de microscopia óptica confocal. Para avaliação da microinfiltração, os dentes foram imersos em rodamina B, por 24 horas. O amálgama foi o material com os piores resultados nos dois critérios de avaliação. Ambos os CIVs tiveram um bom selamento marginal, com resultados sem diferenças significativas entre eles. Os autores observaram que o CIV fotopolimerizável obteve boa adaptação em uma das paredes da cavidade, enquanto que, na parede oposta, houve desadaptação. Este fato pode ter sido causado pela contração de polimerização do material, sendo sugerido um *design* diferente da retrocavidade para a inserção dos CIVs.

Ichesco et al. (1991) analisaram, por meio da espectrofotometria, a microinfiltração de azul de metileno na dentina de raízes seccionadas (bisel de 45°) e não-seccionadas. Relacionaram a idade dos pacientes no momento das exodontias, dividindo os dentes em 3 grupos: grupo A, jovens (menos de 21 anos); grupo B, meia-idade (21-40 anos) e grupo C, velhos (mais de 40 anos). Encontraram maior microinfiltração nos dentes seccionados. Observaram também que os dentes dos pacientes mais velhos apresentaram menor infiltração que os dos demais grupos. Os autores acreditam que a esclerose dentinária ocasionada pelo aumento da idade diminui a microinfiltração. Para tanto, excluíram das amostras dentes com patologias e/ou trauma oclusal, que pudessem obliterar os túbulos dentinários.

Torabinejad, Watson e Pitt Ford (1993) avaliaram a capacidade de vedamento apical de três materiais: amálgama sem Zinco, Super-EBA[®] e MTA. A análise foi através da microinfiltração do corante rodamina B fluorescente e observação em microscópio óptico de luz com objetiva de imersão em óleos e filtros verdes. O grupo MTA apresentou microinfiltração de corante significativamente menor do que nos demais grupos, além de não ter apresentado falhas na interface dente/material retrobturador. O amálgama foi o material associado à maior microinfiltração apical e à menor adaptação marginal.

Torabinejad et al. (1994) compararam a microinfiltração de corante (azul de metileno a 1%) em dentes retrobturados com quatro materiais (amálgama sem Zinco, IRM, Super-EBA[®] e MTA), na ausência e na presença de sangue. Este estudo, *in vitro*, procurou simular condições clínicas. Os dentes foram seccionados, longitudinalmente, e analisados quanto à infiltração do corante. Não houve alterações significativas na microinfiltração, quando em presença ou ausência de sangue. O MTA, entretanto, apresentou comportamento significativamente melhor do que os outros materiais, em ambas as situações.

No mesmo ano, Torabinejad, Lee e Hong (1994) tentaram correlacionar as condições clínicas e radiográficas de dentes extraídos com estudos, *in vitro*, de penetração de corante e de análise da adaptação marginal, em MEV. Seis dentes foram extraídos por razões protéticas, sendo analisadas três obturações e quatro retrobturações com amálgama. Radiograficamente, seis casos tiveram sucesso e um, insucesso. Os dentes foram imersos em azul de metileno a 2%, por 48 horas, sofrendo seccionamento longitudinal, a seguir. A penetração do corante foi verificada em microscopia óptica e as falhas na interface dente/material medidas, em micrômetros, por meio do MEV. O corante penetrou somente nas interfaces dente/amálgama. As falhas nesta interface tiveram tamanhos variáveis. O dente cujo tratamento teve insucesso clínico, apresentou maiores valores de microinfiltração.

Jesslén et al. (1995) compararam, clínica e radiograficamente, o uso do amálgama (Amalcap não gama-2) e do cimento de ionômero de vidro (Chem-Fil) em retrobturações, em até 5 anos. Ambos obtiveram resultados satisfatórios, mesmo em presença de contaminação por sangue e saliva, no campo operatório.

Johnson, Anderson e Pashley (1995) buscaram avaliar a qualidade de selamento, em retrobturações, com várias marcas comerciais de amálgama, em meio seco e em presença de sangue. Os tipos de amálgama incluíam diferentes partículas, com e sem Zinco. Os materiais foram inseridos nas retrocavidades secas e, em preparações contaminadas com sangue humano. Foi utilizado o método de filtração de fluidos para medir a microinfiltração, em 1, 2, 4, 8, 12 e 24 semanas, tendo diferenças significativas em cada período. O amálgama com partículas esféricas e sem Zinco apresentou a maior microinfiltração, não havendo diferença significativa entre os demais grupos. A contaminação de sangue não afetou o selamento do amálgama. Os autores salientaram que é prematura a idéia de descartar o uso deste material em retrobturações, pois a variação nos resultados encontrados em diferentes estudos poderia ser devido à influência de diversos fatores como tipo e manipulação do amálgama, preparação e profundidade da retrocavidade.

Sano et al. (1995) observaram a adaptação marginal e a microinfiltração de Prata em dentes restaurados com resina e diversos tipos de sistemas adesivos. Os dentes foram imersos em nitrato de Prata, por 24 horas, e analisados em MEV. Sugeriram o termo *nanoleakage* (nanoinfiltração) para a infiltração encontrada dentro da região porosa da camada híbrida, mesmo onde não havia falhas na interface dente/adesivo dentinário. Os autores citaram que inúmeras pesquisas tentaram relacionar a adaptação marginal e a extensão de microinfiltração, sem sucesso.

Pires (1996) avaliou a presença de microinfiltração apical em dentes retrobturados com três tipos de CIVs fotopolimerizáveis. O autor concluiu que o Vivaglass[®] foi o material com menores índices de microinfiltração, seguido pelo Vitremer[™] e, logo após, pelo Variglass[®]. O amálgama foi o material usado para controle e teve índices de microinfiltração semelhantes ao Vivaglass[®] e ao Vitremer[™]. Baseado nos resultados, o autor recomendou o uso destes materiais em retrobturações, considerando o tempo de trabalho e a capacidade de união do ionômero de vidro à dentina.

Rosales et al. (1996) compararam, *in vitro*, a microinfiltração de três CIVs, usados em retrobturações: Ketac[®] Bond (convencional), Ketac[®] Silver (reforçado por metais) com condicionamento de ácido poliacrílico e condicionador de dentina, e Vitrebond[™] (CIVMR, fotopolimerizável). Os dentes foram imersos em azul de metileno, por oito dias, e seccionados longitudinalmente, para a avaliação. A penetração do corante foi significativamente maior no CIV reforçado por metais, enquanto o CIVMR obteve um melhor selamento apical, provavelmente, por ter a presa mais rápida. Além dessa comparação, os dentes foram analisados quanto à adaptação marginal, em MEV. Os resultados mostraram não haver grandes defeitos na interface dente/material, em nenhum dos grupos; somente a presença de pequenas bolhas.

Flores e Brito (1997) compararam, através de estudo, *in vitro*, o uso de amálgama (Dispersalloy[®]), cianoacrilato (Super Bonder[®]) e cimento de ionômero de vidro (Vitremer[™]) em retrobturações, quanto à microinfiltração. Foram utilizados 80 caninos humanos, apicectomizados e retrocavitados, com broca cilíndrica, com 2mm de profundidade. Os dentes foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 0,2%, por 24 horas, após as retrobturações. Para avaliação da microinfiltração, os dentes sofreram seccionamento longitudinal. Os autores observaram que o cianoacrilato e o Vitremer[™] fotopolimerizado

apresentaram resultados superiores ao amálgama e ao Vitremer™ autopolimerizado, no que diz respeito ao vedamento apical.

Com o objetivo de avaliar a influência do posicionamento dos dentes em solução corante em testes de microinfiltração, Katz, Rosenwasser e Tamse (1998) dividiram 132 dentes obturados, em 4 grupos. Todos foram imersos em tinta da Índia, por 72 horas. Nos três primeiros grupos, os dentes foram posicionados horizontalmente, com o ápice para baixo e com o ápice para cima, respectivamente; todos sob pressão reduzida. No quarto grupo, o posicionamento dos dentes foi horizontal, sem forças de pressão. Os resultados mostraram que o posicionamento de dente na solução é importante, pois aqueles posicionados horizontalmente, com e sem pressão reduzida, tiveram menor microinfiltração do corante.

Wu, Kontakiotis e Wesselink (1998) analisaram a estabilidade da coloração do azul de metileno, quando em contato com diferentes materiais odontológicos. Em tubos de silicone e em dentes humanos foram inseridos: amálgama, hidróxido de Cálcio, Cavit®, Fuji™ II, MTA e óxido de Zinco e eugenol. As amostras foram imersas em azul de metileno a 1%. A densidade óptica do corante foi medida através de espectrofotômetro, antes da imersão e 24, 48 e 72 horas após a imersão. Não houve alteração na densidade óptica da solução quando em contato com o Fuji™ II. Nos demais grupos, houve descoloração, sendo o hidróxido de cálcio e o MTA os materiais que causaram maior redução na coloração (73% e 84%, respectivamente). O azul de metileno é instável frente a bases cáusticas, sendo hidrolisado em um tional transparente. O hidróxido de Cálcio e o MTA, contém óxido de Cálcio que, ao ser misturado com a água, forma o hidróxido de Cálcio, sendo responsável pela descoloração do corante. Os autores concluíram que, devido a esta descoloração sofrida pelo azul de metileno, muitos estudos de microinfiltração com esta substância podem ter mostrado resultados falsos.

Cilli e Araújo (2000) realizaram estudo de microinfiltração com resinas condensáveis. O nitrato de Prata a 50% foi utilizado como solução marcadora. Para os autores esta é a substância que apresenta nitidez e contraste, quando visualizada em MEV, evidenciando o local exato onde houve a penetração da solução. Os autores ressaltaram a variedade de metodologias aplicadas quanto ao tempo de imersão na solução de nitrato de Prata (de 2 a 24 horas) e em solução reveladora (de 4 a 8 horas).

Holt e Dumsha (2000) examinaram o comportamento, *in vitro*, do cimento ósseo, quando utilizado como retrobturador, comparando-o com materiais usados, convencionalmente, em retrobturações (amálgama com verniz cavitário, Super-EBA[®], resina composta com agente de união). O cimento ósseo é um material freqüentemente utilizado em cirurgias ortopédicas, à base de metil-metacrilato, que apresenta baixa citotoxicidade, não é sensível à presença de sangue e libera altas concentrações de antibiótico local. Para a avaliação da microinfiltração com os materiais, os dentes retrobturados foram imersos em solução de nitrato de Prata a 50%, por 2 horas. Os resultados indicaram não haver diferença significativa na capacidade de selamento do cimento ósseo, em relação aos demais materiais. Diferente de outros trabalhos publicados, o amálgama obteve valores aceitáveis de microinfiltração. Os autores relacionaram esta diferença ao fato de haver diversas metodologias para a avaliação da microinfiltração.

Fogel e Peikoff (2001) analisaram o vedamento apical com o uso de Permite C[®] (amálgama com Zinco), MTA, Super-EBA[®], IRM e Clearfill[™] Liner Bond 2, através da técnica de filtração de fluidos. O amálgama apresentou maior microinfiltração que o MTA, Super-EBA[®] e o Clearfill[™]. Os autores verificaram que nenhum dos materiais foi capaz de promover total vedamento. Mesmo este fato não sendo prerrogativa para garantir o sucesso clínico, espaços grandes o suficientes para permitir a infiltração bacteriana, são indesejáveis.

Roy, Jeansonne e Gerrets (2001) avaliaram a influência do pH ácido na capacidade de selamento marginal de alguns materiais retrobturadores (amálgama, Super-EBA[®], MTA, Geristore e cimento de fosfato de Cálcio - CPC). Constataram que o pH ácido aumentou a capacidade de selamento apical do compômero e do MTA com matriz de CPC e não interferiu nas propriedades dos outros materiais avaliados.

Andelin et al. (2002) testaram a capacidade de vedamento apical do MTA quando utilizado em obturações ortrógradas, seguidos pela apicectomia, e quando utilizado em retrobturações, por meio do teste de microinfiltração de tinta da Índia. Não houve diferença significativa entre as técnicas, verificando, assim, que a ressecção do MTA, após seu endurecimento, não afeta sua capacidade de vedamento apical.

Reeh e Combe (2002) desenvolveram um novo material com indicações de uso em obturações e retrobturações, incorporando a tecnologia adesiva. O material, desenvolvido pelos autores, é composto por cones a partir de um polímero maleável adesivo-modificado, na forma de duas pastas, que provê adesividade à dentina. A microinfiltração apical do material foi comparada à do MTA e aos dados existentes na literatura, referente a outros materiais retrobturadores. A capacidade de vedamento apical foi avaliada pelo teste de microinfiltração de azul de metileno a 2%, em solução aquosa. Os maiores graus de microinfiltração foram observados com o MTA, amálgama e Super-EBA[®], enquanto o CIV e o novo material apresentaram menor grau. Os autores atribuíram os resultados obtidos com o MTA ao fato do corante utilizado possuir baixo peso molecular e partículas pequenas e pela exposição prematura do material à fluidos, antes do seu tempo total de endurecimento. Salientaram que estudos randomizados ainda não foram realizados. Futuros testes de biocompatibilidade e estudos em animais deverão ser explorados antes da possível aplicação clínica do novo material.

Lamb et al. (2003), em estudo *in vitro*, buscaram determinar a profundidade mínima necessária para que não ocorra microinfiltração em retrobturações, com MTA. Dez dentes foram obturados com MTA, nos 6mm apicais, e avaliados, através do método de filtração de fluidos. Após, os dentes sofreram ressecção apical e foram submetidos ao mesmo método. Três ressecções adicionais foram realizadas, de 1mm de espessura cada, e o mesmo teste foi aplicado. Os resultados mostraram que a microinfiltração aumentou, a cada ressecção realizada; porém, não alcançando diferenças significativas, até a profundidade de 4mm. Concluíram que o selamento apical com o MTA não é afetado significativamente, com a ressecção apical, quando há até 3mm de material presente no canal.

Xavier (2003) avaliaram a microinfiltração apical e a adaptação marginal em dentes retrobturados com MTA - Angelus[®], Vitremer[™] e Super-EBA[®]. Os dentes foram apicectomizados a 3mm do ápice, retrocavitados com ponta ultrassônica (S12/90D) e retrobturados. Para verificar o vedamento obtido com os materiais, os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 1 hora. As variáveis foram avaliadas nos sentidos transversal e longitudinal. A microinfiltração foi avaliada em microscópio óptico, enquanto a adaptação marginal, verificada em MEV. Os resultados obtidos apontaram o Super-EBA[®] como o material que apresentou menor microinfiltração da prata, seguido pelo MTA. Já a adaptação marginal foi melhor com o MTA. Não houve diferença significativa entre o Vitremer[™] e o Super-EBA[®]. Diante dos dados apresentados, não houve correlação entre a microinfiltração apical e a adaptação marginal. A autora observou que os cortes longitudinais poderiam causar distorções, pelo deslocamento do material durante o seccionamento dentário, sugerindo o uso apenas dos cortes transversais.

Pereira, Cenci e Demarco (2004) avaliaram a microinfiltração apical, *in vitro*, em molares retrobturados com amálgama sem Zinco (GS-80[®]), com verniz cavitário; Super-EBA[®]; Vitremer[™] e MTA. Os 80 molares sofreram apicectomias com, aproximadamente, 45°

de angulação. As retrocavidades foram confeccionadas com brocas esféricas nº 2. A microinfiltração apical foi avaliada através da penetração de azul de metileno a 1%, na interface dente/material retrobturador. Os dentes foram seccionados, transversalmente, nos três primeiros milímetros apicais, correspondentes à profundidade das retrocavidades, e estas secções foram analisadas em microscópio óptico. Os resultados mostraram diferença significativa entre a microinfiltração nos materiais testados, sendo a ordem crescente de microinfiltração: MTA < Vitremer™ < Super-EBA® < amálgama.

Freitas, Demarco e Ramos (2004) testaram a microinfiltração, em retrobturações, com quatro materiais: verniz Copal + amálgama (GS-80®), adesivo (Single Bond™) + resina composta (Z-250), CIVMR (Vitremer™), e adesivo (Single Bond™) + compômero (F2000). Cento e vinte dentes foram apicectomizados, retrocavitados e retrobturados com tais materiais. Metade deles foi previamente contaminada com sangue humano para verificar a influência desta contaminação, na microinfiltração. Após os procedimentos citados, os espécimes foram imersos em azul de metileno, por 14 dias, lavados e seccionados, longitudinalmente. A penetração da solução foi observada através de estereomicroscópio (40X) e os dados foram obtidos por escores. O amálgama e o CIVMR exibiram valores menores de microinfiltração que a resina composta e o compômero, os quais foram similares entre si. A contaminação por sangue não causou diferença significativa na microinfiltração dos materiais pesquisados.

Com o objetivo de avaliar a influência da profundidade da retrocavidade, no vedamento apical de dentes retrobturados, Valois e Costa (2004) testaram o uso de MTA em dentes com retrocavidades de 1, 2, 3 e 4mm. Os dentes tiveram, primeiramente, seus ápices cortados transversalmente ao seu longo-eixo, em ângulo de 90°, em 3mm, com broca diamantada. O método de verificação do vedamento foi através da microinfiltração de um complexo corante-proteína com o azul brilhante de Coomassie G. Os dentes foram avaliados,

quanto à microinfiltração, a cada 24 horas, por 60 dias. A retrobturação com 1mm de profundidade apresentou os piores resultados. Não houve diferença significativa entre os resultados obtidos com 2 e 3mm de profundidade, enquanto que, com 4mm, os níveis de microinfiltração foram significativamente menores que nos demais. Os autores sugeriram a confecção de retrocavidades com 4mm de profundidade, para o uso do MTA.

De Bruyne et al. (2005) realizaram estudo longitudinal, comparando a microinfiltração do IRM, Fuji™ IX e do Pro-Root™, através do método de transporte de fluidos (FTM) e da porometria de fluxo capilar (CFP), buscando verificar a relação entre os métodos. Trinta e três dentes de cadáveres sofreram ressecção apical, *in situ*, e foram retrocavitados com ponta ultrassônica (S12/90D). Após, foram extraídos e retrobturados com os materiais citados. A microinfiltração pelo FTM foi feita em 24 horas e repetida, após 1 e 6 meses. Após 6 meses, os dentes foram submetidos à CFP. Concluíram que o CIV, Fuji™ IX, mostrou os melhores resultados, havendo correlação entre os métodos. Os autores consideraram que este material deveria ser mais usado em Endodontia por sua capacidade de adesão à dentina, sua biocompatibilidade e sua atividade antibacteriana.

Vogt (2005) testou a microinfiltração apical de dentes retrobturados com MTA – Angelus®, através de teste de penetração de três marcadores: azul de metileno a 2%, rodamina B a 0,2% e nitrato de Prata a 50%. A retrocavidade foi preparada com ponta ultrassônica diamantada (S12/90D). O tempo de imersão nas substâncias, foi de 24 horas, para as duas primeiras soluções, e de 2 horas, para a última. A microinfiltração foi avaliada em cortes transversais dos dentes, sendo utilizado o software *ImageTool*® para a obtenção das medidas da área de microinfiltração. O nitrato de Prata foi o que apresentou menor penetração, sendo a rodamina a substância com maior poder de penetração. A autora sugere o uso da rodamina B em estudos de microinfiltração.

3.5 ADAPTAÇÃO MARGINAL

Stabholz et al. (1985) investigaram, *in vitro*, a adaptação marginal de dentes retrobturados com Restodent[®], Duralon[®], cimento de fosfato de Zinco, Cavit W[®] e amálgama, em MEV. Cinquenta dentes, divididos em 5 grupos, sofreram ressecção de 4mm de seus ápices, em bisel de, aproximadamente, 45°. As retrocavidades foram confeccionadas com broca, em baixa rotação, com profundidade de 2mm. Após as retrobturações, os dois primeiros milímetros apicais foram seccionados perpendicularmente ao longo-eixo radicular. Réplicas destas secções, foram confeccionadas. Ambas as superfícies, apicais e coronais, foram analisadas, em MEV, quanto à adaptação, bem como as réplicas. Os espaços entre o material retrobturador e a parede cavitária foram medidos, em micrômetros (µm). Os resultados mostraram rachaduras dentinárias nos dentes, o que aumentou a desadaptação do material. Isto não ocorreu nas réplicas. Todos os materiais exibiram alguma inconsistência marginal, com áreas de boa adaptação e outras com pobre adaptação. Dentre os materiais avaliados, o Restodent[®] apresentou melhor adaptação marginal, enquanto o amálgama demonstrou o pior comportamento. Em estudo prévio, os autores avaliaram a microinfiltração apical destes mesmos materiais através do modelo de radionucleotídeos. Quando compararam os resultados de ambos os estudos, observaram a relação existente entre o comportamento destes materiais, quanto à microinfiltração e à adaptação apical.

Bramante et al., em 1990, examinaram, por intermédio do MEV, alguns materiais utilizados em retrobturações quanto à sua adaptação às paredes cavitárias. Os materiais analisados foram: amálgama, óxido de Zinco e eugenol, Super-EBA[®], N-Rickert, IRM, gutapercha e CIV. A avaliação foi realizada em microscópio óptico, sendo estabelecidos escores, onde 1 representava desajuste total do material às paredes; 2 correspondia a um desajuste parcial, e finalmente 3 significava adaptação total às paredes cavitárias. Os resultados

permitiram concluir que o N-Rickert foi o que melhor se adaptou à cavidade, apresentando superfície bastante lisa e uniforme. O Super-EBA[®] teve comportamento semelhante, porém ligeiramente inferior. A guta-percha e o CIV apresentaram deficiente adaptação e o óxido de Zinco e eugenol, o IRM e o amálgama apresentaram adaptação ligeiramente superior a estes dois.

Torabinejad et al. (1995a) compararam a adaptação marginal do MTA, do amálgama, do Super-EBA[®] e do IRM, com o auxílio do MEV. Metade dos dentes foram seccionados, longitudinalmente. A metade restante teve suas porções apicais moldadas para a confecção de réplicas de resina epoxi. Quatro pontos equidistantes foram escolhidos, nas réplicas e nos dentes, com secção longitudinal, para a medição de falhas (*gaps*), na interface dente/material. Os resultados mostraram microfraturas, na dentina, aumentando os *gaps* na interface dente/material nos cortes longitudinais tendo, esta técnica, potencial para criar artefatos nas amostras. O MTA apresentou adaptação marginal significativamente melhor que os demais materiais.

Fitzpatrick e Steiman (1997) analisaram a adaptação marginal do IRM e do Super-EBA[®], através do MEV, com diferentes formas de acabamento de superfície. A interface dente/material foi analisada, em aumentos de 40 a 75X. Os materiais sofreram acabamentos com brunidores arredondados, com bolinhas de algodão umedecidas e com brocas *carbide* em alta rotação. O acabamento com melhor selamento foi com o uso de broca. Os demais demonstraram pobre adaptação, sendo que não houve diferença significativa entre eles. Os autores salientaram que este estudo foi qualitativo, tendo a necessidade de serem realizadas outras pesquisas quantitativas para determinar a adaptação marginal destes materiais frente a diferentes técnicas de acabamento.

Para verificar os efeitos da contaminação com sangue na adaptação marginal de restaurações com adesivo dentinário e resina composta, Dietrich, Kraemer e Roulet (2002), realizaram estudo, *in vitro*. Cavidades cilíndricas foram preparadas, em 40 incisivos superiores e inferiores, e estes foram divididos em 4 grupos. Aos dentes foram aplicados sangue, sangue heparinizado, solução salina ou solução salina heparinizada e, após, realizadas as restaurações. As amostras sofreram termociclagens. A adaptação marginal foi avaliada, em MEV, por meio de réplicas de resina epoxi, obtidas das impressões das restaurações. A análise quantitativa foi feita através de percentagem da margem com qualidade de adaptação, em relação ao comprimento total da margem da restauração. Os resultados mostraram que o grupo contaminado apenas com sangue, exibiu maior desadaptação marginal, comparado aos demais grupos, que apresentaram resultados semelhantes.

Gondim et al. (2003) compararam, *in vitro*, a superfície topográfica de dentes retrocavitados com ultrassom, retrobturados com Super-EBA[®], MTA Pro-Root[™] e IRM, com diferentes técnicas de acabamentos (broca *carbide* de Tungstênio nº 9642, broca *carbide* Zecrya e brunidores). Obtiveram impressões dos espécimes e confeccionaram réplicas de resina epoxi, em dois momentos: após a retrocavitação e após a retrobturação e acabamentos, com o objetivo de analisar as margens das cavidade, a presença de fragmentos de dentina e a adaptação dos materiais. Para calcular a área de falhas marginais e a área de falhas na interface dente/material, foi utilizado um *software* para análise de imagens (*Imagelab*, Softium Informática). Somente as réplicas foram analisadas, em magnificações de 150X (investigação de falhas marginais, em mm²) e em 300X (investigação de falhas na interface dente/material, em µm²). Em maior magnificação, a visualização de toda a interface não foi possível. As imagens foram divididas em duas partes, superior e inferior, demarcadas, aproximadamente, no meio da imagem do material retrobturador, para que toda a extensão da interface dente/material pudesse ser observada. Os autores observaram que a presença de

fragmentos de dentina nas margens da cavidade não comprometeu a adaptação dos materiais retrobturadores. Ao utilizarem brocas para o acabamento das superfícies, as áreas de fragmentos marginais foram eliminadas. Seus resultados mostraram que o Super-EBA[®], quando brunido, demonstrou pobre adaptação marginal, com a maior média de falhas na interface. Concluíram que a adaptação marginal do MTA é boa, com ou sem acabamento superficial. Já o Super-EBA[®] e o IRM apresentaram melhor adaptação com acabamento superficial por brocas.

Shipper et al. (2004) compararam a adaptação marginal de dentes retrobturados com MTA e amálgama através de diferentes técnicas, em MEV. Duas fatias transversais, de 1mm de espessura, foram cortadas a 0,5mm e 1,5mm do ápice radicular. A interface dente/material retrobturador foi analisada em MEV nas seguintes condições: técnica com baixo vácuo e espécimes úmidas, técnica com baixo vácuo e espécimes descobertas e secas à temperatura ambiente e técnica de alto vácuo com espécimes secas em sílica gel (técnica comumente utilizada). As fatias foram visualizadas em magnificações de 60X e 1000X. Foram selecionados oito pontos fixos equidistantes, ao longo da interface dente/material em cada fatia, com a maior magnificação; e a distância entre a dentina e o material, onde houve desadaptação (*gap*) foi medida. A captação das imagens foi feita por elétrons retroespalhados (BSE). Os valores dos *gaps* encontrados, em ambos os materiais, foram menores na técnica de baixo vácuo com espécimes úmidas e maiores na técnica de alto vácuo. Os *gaps* encontrados, nos dentes retrobturados com MTA, foram menores que aqueles encontrados nos dentes, com amálgama. O estudo mostrou que o MTA possuiu uma adaptação marginal superior ao amálgama e que o tamanho do *gap* sofreu influência da técnica do MEV escolhida. Os autores salientaram que, com o desenvolvimento da técnica de baixo vácuo, os espécimes não precisaram sofrer um pré-tratamento para serem visualizados e, assim, pôde-se visualizá-los em condições próximas de um estudo *in vivo*.

Xavier et al. (2005) avaliaram e buscaram correlacionar a microinfiltração apical e a adaptação marginal em dentes retrobturados com MTA - Angelus[®], Vitremer[™] e Super-EBA[®], com auxílio do MEV. Os dentes foram seccionados, a 3mm do ápice, e retrocavitados com ponta ultrassônica (S12/90D). Após as retrobturações, tiveram seus ápices imersos em nitrato de Prata a 50%, por 1 hora. Os dentes foram seccionados, transversalmente, nos três primeiros milímetros apicais. A avaliação da microinfiltração da Prata foi por meio do detector BSE, sendo que cada fatia foi dividida em quadrantes e a presença da substância, em cada um deles, foi registrada em escores, bem como a verificação da profundidade da microinfiltração. Quanto à adaptação marginal, a análise foi através do detector de elétrons secundários (SE), em magnificação de 1800X, sendo mensuradas as interfaces dente/material, em quatro pontos eqüidistantes, em cada fatia. Os resultados obtidos apontaram o Super-EBA[®] como o material que apresentou menor microinfiltração da Prata, seguido pelo MTA - Angelus[®]. Já a adaptação marginal foi melhor com o MTA. Não houve diferença significativa entre o Vitremer[™] e o Super-EBA[®]. Diante dos dados apresentados, os outros autores observaram ausência de correlação entre as variáveis testadas.

4 METODOLOGIA

O projeto para realização desta pesquisa foi aprovado pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS, sendo protocolado sob o nº 0029/04 (ANEXO A).

4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada de acordo com as prerrogativas do paradigma tradicional quantitativo.

O modelo desta pesquisa é um trabalho quase experimental de, materiais equivalentes, com o seguinte tratamento (CAMPBELL e STANLEY, 1979).

Onde:

M = material;

X = experiência;

O = observação.

4.1.1 Definição de termos

As variáveis independentes desta pesquisa são:

- os materiais avaliados;
- as duas secções da amostra (fatias 1 e 2) para avaliação do selamento apical e da adaptação marginal;
- as réplicas das fatias dos dentes.

As variáveis dependentes são:

- o vedamento apical, avaliado pelo teste de microinfiltração de solução marcadora;
- a adaptação marginal, avaliada pela determinação morfométrica das áreas de desadaptação.

4.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A amostra desta pesquisa foi constituída por 50 dentes permanentes unirradiculares (incisivos centrais e laterais superiores e inferiores, caninos superiores e inferiores e primeiros pré-molares inferiores), com formação radicular completa. Para a inclusão nesta amostra, não foram considerados critérios como a idade do paciente e/ou a presença de lesões de cárie na coroa dentária.

Os espécimes foram obtidos na Clínica de Cirurgia da Faculdade de Odontologia da PUCRS³ e durante o “Projeto Litoral”⁴. Foram coletados dentes com indicações exodônticas clássicas, respaldados pelos fundamentos da Bioética.

Dentes com fratura radicular, reabsorção dentinária e/ou grandes dilacerações apicais, bem como com terapia endodôntica prévia, foram excluídos da amostra. Após a exodontia, os dentes foram lavados em água corrente e armazenados em frascos com solução isotônica de Cloreto de Sódio a 0,9%, em temperatura ambiente.

As amostras foram limpas e preparadas da seguinte forma:

- raspagem dos remanescentes do ligamento periodontal, com curetas periodontais⁵;
- imersão em Hipoclorito de Sódio a 0,5%⁶, por 48 horas;
- lavagem em água corrente;
- remoção das coroas, com disco de Carborundum⁷, ao nível da junção cimento-esmalte, padronizando o tamanho das amostras em 16mm;
- armazenamento dos dentes em solução isotônica de Cloreto de Sódio a 0,9%⁸, com trocas semanais da solução.

³ Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

⁴ Convênio entre a Faculdade de Odontologia da PUCRS e prefeituras do estado do Rio Grande do Sul.

⁵ Cureta Periodontal 3-4 - Neumar[®].

⁶ Líquido de Dakin. Indústria Farmacêutica Rioquímica LTDA.

⁷ Discos de Carborundum 7/8.

⁸ Solução Isotônica de Cloreto de sódio a 0,9% - 125 ml – Biosintética Ltda.

4.3 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O tratamento endodôntico foi realizado por profissional, previamente treinado, pela técnica de Walton (técnica onde são introduzidas limas de menor à maior calibre)⁹.

Obteve-se acesso ao canal radicular através da abertura, ao nível da junção amelocementária, onde as coroas foram previamente removidas.

A exploração e a desinfecção do canal tiveram início com limas calibre 10 ou 15, introduzidas com o conduto repleto de solução irrigadora de Hipoclorito de Sódio a 1%¹⁰, em toda a extensão radicular. A instrumentação foi realizada com limas tipo Kerr¹¹, sob irrigação, introduzidas no comprimento radicular, com rotações (movimento de alargamento). O alargamento foi realizado com lima *K-File* de calibre 25, utilizando-se instrumentos progressivamente mais calibrosos, com recuo de 0,5 a 1mm do ápice dentário. Os canais foram limados até o diâmetro correspondente ao calibre 40. Foram realizados movimentos de pressão negativa, na penetração da lima, e de pressão positiva, contra as paredes, durante a tração desta (BERGER, 2002).

Após o término do preparo químico-mecânico (PQM) do canal radicular, realizou-se a irrigação final com 10 ml de Hipoclorito de Sódio à 1%, com auxílio de seringa descartável e agulha hipodérmica¹², bem como aspiração, com auxílio de equipo de sucção e cânulas metálicas endodônticas¹³. Em seguida, os condutos foram secos, com cones de papel absorvente¹⁴.

⁹ WALTON, R.E. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. **J.Endod.**, v. 2, p.304-II, Oct. 1976.

¹⁰ Hipoclorito de sódio a 1% - Líquido de Milton – 1000ml – Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda.

¹¹ Limas endodônticas tipo Kerr – Roane Tipe File – Size 15-40 – 21mm – Moyco Union Broach.

¹² Seringa descartável 20 ml com agulha 30x7 – Injex Indústrias Cirúrgicas Ltda.

¹³ Kit sucção endodôntica – cânulas: 40-06; 40-10; 40-20. Indusbelo®.

¹⁴ Pontas de papel absorvente – 28 mm – Tamanho 15-40 - Endopoints® Indústria e comércio Ltda.

A obturação dos canais foi realizada com a técnica de condensação lateral. Foram utilizados cones de gutta-percha (cone principal nº 40¹⁵ e cones acessórios de tamanho B7¹⁶) e cimento endodôntico de Óxido de Zinco Eugenol (Endofill®)¹⁷, manipulado de acordo com as orientações do fabricante. Este cimento apresenta boas propriedades físico-mecânicas como adesividade, boa resistência à solubidade e desintegração, além da impermeabilidade, radiopacidade, plasticidade e constância de volume (BERGER, 2002).

O cimento foi manipulado e besuntado às paredes do canal com o auxílio do cone principal, que foi inserido até obter travamento em 1 a 2mm aquém do ápice. Os cones acessórios foram inseridos, com auxílio de condensadores digitais, que exerceram pressão na direção apical. O excesso de gutta-percha foi removido com um calcador nº 3¹⁸ aquecido, no nível da junção cimento-esmalte. A porção cervical da gutta-percha foi, então, condensada firmemente, em sentido vertical, com um calcador nº 1¹⁹.

Após a endodontia, os dentes foram armazenados em solução isotônica de Cloreto de Sódio a 0,9%. Foram então, submetidos à primeira tomada radiográfica periapical, para a verificação da qualidade da obturação ortrógrada. Tal qualidade foi constatada a partir da total radiopacidade do canal radicular (BRAMANTE et al., 1980).

Segundo Shipper et al. (2004), o objetivo da obturação do canal radicular, nos estudos dos materiais retrobturadores, é proporcionar uma base sólida para suportar a condensação dos materiais, durante a retrobturação.

¹⁵ Pontas de Gutta Percha calibrada - tamanho 40 - Tanari® Lote. 0107018.

¹⁶ Pontas de Gutta Percha – tamanho B7 – extra fina - Tanari® Lote. 006004G.

¹⁷ Endofill® - cimento endodôntico – Dentsply e Comércio Ltda. Lote. 56898 – Val. 09/2006.

¹⁸ Calcador nº 3 – Colgram®.

¹⁹ Condensador nº 1 – Colgram®.

4.4 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA PRELIMINAR

A avaliação radiográfica preliminar ocorreu, após o término do tratamento endodôntico, para a verificação da qualidade deste, levando-se em conta o total preenchimento e a condensação do material no interior do canal radicular. Os dentes foram radiografados em norma vestibulo-palatina e méso-distal.

Para a realização da avaliação, os dentes foram secos à temperatura ambiente, e classificados por cores e números, demarcados com caneta para retroprojeter de ponta fina na superfície radicular dos mesmos. As amostras foram divididas em cinco grupos contendo dez dentes. Cada um recebeu a numeração de um a dez, com cores diferentes (azul, verde, vermelha, preta e marrom), sendo as cores correspondentes a cada um dos cinco grupos.

As radiografias foram realizadas com filme Kodak® *ultra-speed, standard* nº 2²⁰, no aparelho Dabi-Atlante 70x²¹. A distância foco-filme padronizada foi de 30cm e o tempo de exposição, de 0,61s. As raízes foram posicionadas horizontalmente, no filme radiográfico, com o ápice voltado para a saliência identificadora. A incidência dos raios X foi perpendicular ao centro das raízes dentárias. As películas foram identificadas por meio da fixação de números metálicos sobre elas. Em cada filme foram radiografados três dentes, um de cada grupo. À direita da película constou a identificação do número dos dentes radiografados; à esquerda, o grupo a que pertenciam (Figura 1).

A revelação dos filmes foi realizada através de processadora automática A/T 2000 XR²², pelo tempo aproximado de 4min e 30s, à temperatura de 82° F.

²⁰ Kodak® *ultra-speed* Película dental nº 2. Eastman Kodak Company. Lote: 3101985 Val. 04-2006.

²¹ Dabi Atlante Raios X - Modelo: Spectro 70X, classe I, tipo B, comum – tensão de saída: 70kVp +/- 5 kVp, potência de saída: 0,41 kw.

²² Processadora Automática AT 2000-XR – Air Techniques®.

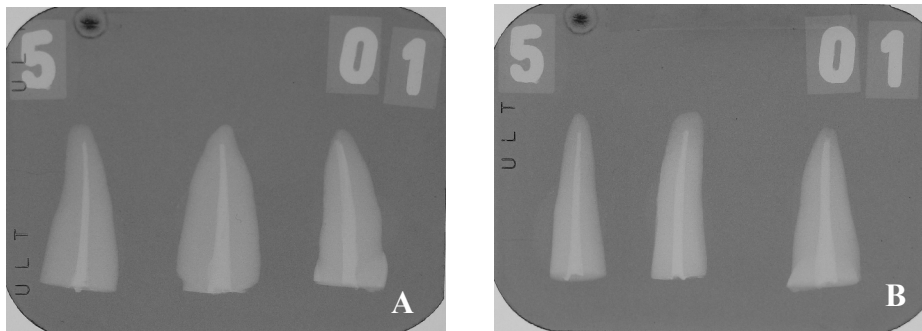


Figura 1 - Tomada radiográfica para verificação da qualidade da endodontia. A) norma mesio-distal e B) norma vestibulo-palatina

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

4.5 APICECTOMIA E CONFECÇÃO DA RETROCAVIDADE

Para a realização da apicectomia, uma linha foi demarcada, a 3mm de distância do ápice radicular, a fim de determinar o local do corte, com o auxílio de régua milimetrada²³ e canetas para retroprojeter²⁴.

A apicectomia foi realizada com broca diamantada nº 4138²⁵, em alta-rotação, sob refrigeração contínua com solução fisiológica de Cloreto de Sódio a 0,9%. O corte foi perpendicular ao longo-eixo do dente, iniciando na face vestibular e terminando na face lingual (Figura 2). Em cada grupo foi utilizada uma broca nova.

²³ Régua milimetrada 30mm – FARBE, Brasil.

²⁴ Marcador para retroprojeter – tinta permanente ponta fina 1.0mm PILOT.

²⁵ Broca diamantada nº 4138 – FAVA, Brasil.



Figura 2 - Apicectomia a 3mm do ápice radicular.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Para a confecção das retrocavidades utilizou-se o aparelho de ultrassom, modelo Jet Sonic Four Plus²⁶, ajustado conforme orientação do fabricante, na posição S (*scalling*) (Figura 3).



Figura 3 - Aparelho de ultrassom Jet Sonic Four Plus[®]; a seta preta indica a posição utilizada – S (*scalling*); a seta vermelha indica a potência (10).

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Para o preparo da retrocavidade, uma ponta diamantada S12/90D²⁷, desenhada especificamente para esta finalidade, foi utilizada na potência máxima (10), sob irrigação contínua. A largura da cavidade correspondeu ao diâmetro da ponta e a profundidade alcançou 3mm, seguindo a orientação do canal radicular. O tempo dispendido na realização das retrocavidades foi de 1min, aproximadamente (Figura 4)

²⁶ Jet Sonic Four Plus[®] – Gnatus, Brasil.

²⁷ Ponta ultrassônica Inserto n° S12/90D, Gnatus, Brasil, n° série: 0035614005 Código:99700550 Lote:050903.

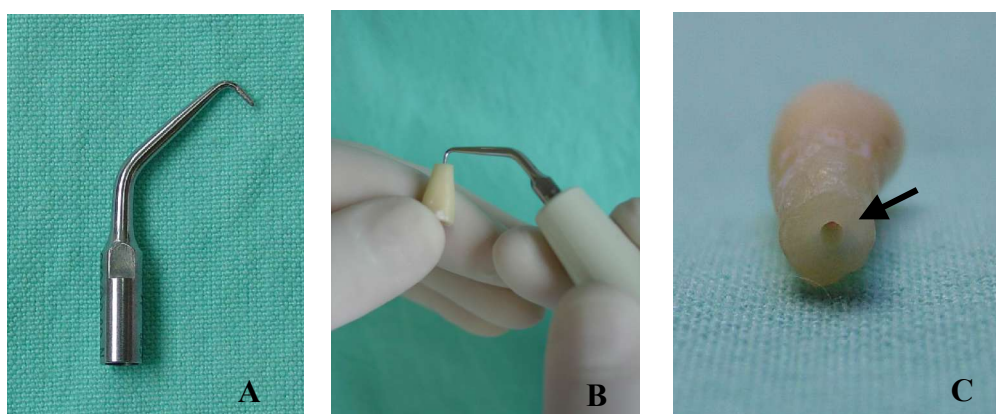


Figura 4 - A) ponta ultrassônica S12/90D, Gnatus; B) confecção da retrocavidade; C) retrocavidade confeccionada.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

4.6 RETROBTURAÇÕES

Conforme determinado anteriormente, os dentes já haviam sido distribuídos, aleatoriamente, em 5 grupos com 10 dentes cada um. Estes grupos foram identificados por cores diferentes (distintas entre si). Em cada grupo, utilizou-se um material diferente para as retrobturações: amálgama de Prata sem Zinco (Logic+[®] - SDI), MTA (MTA branco - Angelus[®]), CPB estrutural (CPB-40 - Votorantin[®]), CIVMRs (Vitremer[™] - 3M ESPE e GC Fuji Ortho[™] LC - GC America).

4.6.1 Logic+[®] (SDI)

O amálgama de Prata sem Zinco Logic+²⁸ é composto por Prata (Ag 60.1%), Estanho (Sn 28.05%), Cobre (Cu 11.8%), Platina (Pt 0.05%) e Mercúrio (Hg 42.2%), tendo partículas esferoidais. Segundo o fabricante, sua taxa de microinfiltração é consideravelmente menor que a de outras amálgamas de partículas esferoidais. Sua alteração dimensional, em 24 horas, é de -1µm/cm. Apresenta-se disponível em cápsulas contendo quantidades pré-dosadas de liga

²⁸ Logic+, Southern Dental Industries (SDI), Bayswater, Vic., Australia Val. 02/2010, Lote 000250301.

e Mercúrio para o preparo do amálgama dental. As cápsulas apresentam quatro quantidades (1, 2, 3 e 5 porções) e três tempos de cristalização (lento, regular e rápido). As cápsulas podem ser compradas em caixas com 50 ou 500 unidades. A manipulação do material foi realizada de acordo com as instruções do fabricante. Para a retrobturação, utilizou-se 5 cápsulas contendo 1 porção cada (400 mg de liga), com tempo regular de cristalização, no aparelho amalgamador Ultramat 2 (SDI)²⁹ (Figura 5). As instruções para o seu preparo foram as seguintes:

- apertou-se lentamente o êmbolo da cápsula contra uma superfície plana para que este perfurasse o diafragma interno, permitindo a entrada do Mercúrio na câmara de trituração, onde continha o pó;

- a cápsula foi posicionada entre as hastes do amalgamador; e selecionado o tempo de trituração de 8s (75 ciclos/s);

- após a trituração, retirou-se a cápsula do aparelho, abrindo-a e removendo o amálgama;

- com o auxílio de um porta-amálgama micro³⁰, o material foi inserido imediatamente na retrocavidade e, com um condensador nº 1³¹; condensou-se o mesmo na cavidade (Figura 6);

- para melhor adaptação do material, utilizou-se um brunidor nº 33³², e os excessos foram removidos com auxílio de lâmina de bisturi nº 15³³ (Figura 7).

²⁹ Amalgamador SDI Ultramat 2, USA.

³⁰ Porta amálgama Micro Jon®.

³¹ Condensador nº 1 Jon®.

³² Brunidor nº 33 Duflex, S.S.White, USA - Ref. 10210.

³³ Lâmina de bisturi nº 15 B-D – Becton-Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda.

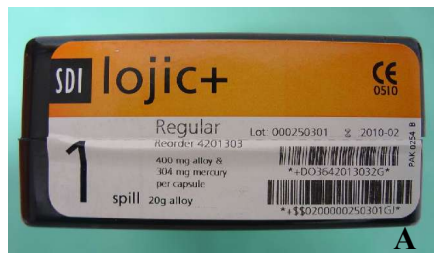


Figura 5 - A) Embalagem do amálgama Logic + (SDI), com tempo REGULAR de cristalização; B) Amalgamador SDI Ultramat 2.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.



Figura 6 - Inserção do amálgama na retrocavidade com o auxílio do porta-amálgama micro.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

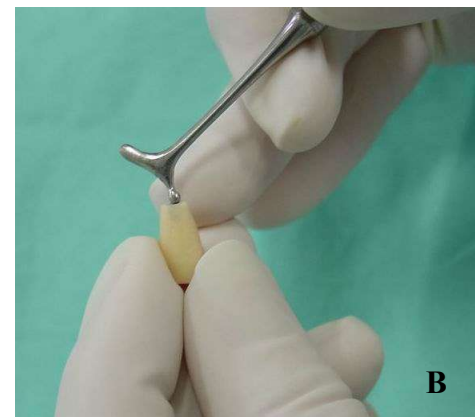
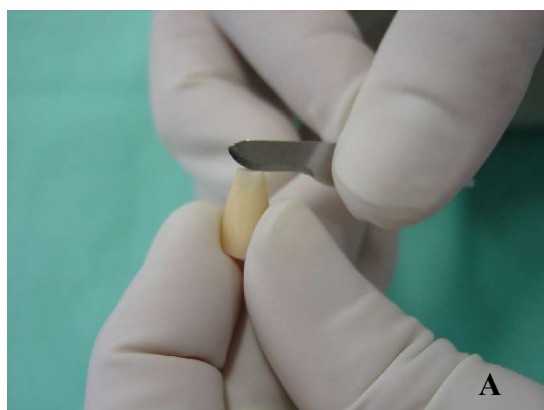


Figura 7 - A) adaptação do material à cavidade com brunidor nº 33; B) remoção dos excessos com auxílio de lâmina de bisturi nº 15.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

4.6.2 MTA branco – Angelus®

O MTA branco - Angelus®³⁴ apresenta-se em frasco contendo 1g do pó, sendo acompanhado por um frasco contendo água destilada e uma colher medida (Figura 8). Esta quantidade, segundo o fabricante, permite sete aplicações. A composição citada na bula do produto consta: silicato (SiO_2); álcalis (Na_2O , K_2O); ferroaluminato (Al_2O_3); óxido de Cálcio (CaO); óxido de Bismuto (Bi_2O_3); óxido de Magnésio (MgO) e resíduos insolúveis (sílica cristalina, CaO e sulfato de Potássio e Sódio).

Segundo Duarte et al. (2003), o MTA - Angelus® possui 80% de CP, em sua composição.

O pó, em contato com a água, forma um gel coloidal que solidifica formando uma estrutura rígida, no intervalo de 15 minutos. Seu pH inicial, após a espatulação, é de 10,2, estabilizando-se em pH 12,0 (alcalino), após 3 horas. O tempo de endurecimento inicial, ocorre em, aproximadamente, 10 minutos, e o tempo de endurecimento final, em 15 minutos.

Segundo o fabricante, o diferencial da cor branca se dá pela diminuição da concentração de um de seus componentes – o trióxido de Ferro – ocasionando apenas a alteração da cor, sem a perda de qualquer de suas propriedades. A radiopacidade do MTA é superior à da dentina e à do tecido ósseo, sendo próximo a da guta-percha, facilitando sua visualização radiográfica.

³⁴ MTA Branco, Angelus®, Londrina, PR, Brasil Val. 01/07, Lote 1595.



Figura 8 - A) Embalagem do MTA branco - Angelus®; B) forma de apresentação (um frasco contendo pó, um frasco contendo água destilada e uma colher medida).

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

A manipulação do material foi realizada conforme orientações do fabricante:

- dispensou-se uma medida de pó e uma gota de água destilada sobre uma placa de vidro esterilizada;
- espatulou-se o conjunto, por 30 segundos, até a perfeita homogeneização dos componentes, obtendo-se um cimento de consistência arenosa, semelhante ao amálgama, porém mais úmido;
- inseriu-se o cimento na retrocavidade, com o auxílio de um porta-amálgama micro;
- condensou-se o material no interior da retrocavidade, com condensador nº 1;
- removeu-se o excesso de cimento, com auxílio de lâmina de bisturi nº 15.

4.6.3 Cimento Portland

O cimento utilizado foi o Portland branco CPB – 40³⁵ que diferencia-se dos demais cimentos por sua coloração, obtida através da diminuição dos teores de óxido de Ferro e

³⁵ Cimento Votoran Branco CPB-40 Estrutural, Votorantin, São Paulo, SP, Brasil, Val. 10/2004, Lote 301203.

Manganês na sua composição. Além disso, necessita de condições especiais, durante a fabricação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 1999) (Figura 9).



Figura 9 - CPB – 40 (Votorantim[®]), embalagem de 25 kg.

FONTE: http://www.votorantim-cimentos.com/produtos/cb_CPBEstrutural.shtml

A manipulação do CPB foi a mesma realizada para o MTA utilizando, inclusive, a mesma colher medida do *kit* do MTA branco - Angelus[®] e a água destilada.

4.6.4 Vitremer[™]

O Vitremer^{™36} apresenta-se em frascos contendo pó e líquido. Podem ser apresentados comercialmente juntos, como um *kit*, ou separadamente. O *kit*, possui também um frasco com *primer*, para condicionamento da dentina, e um frasco com *gloss*, para acabamento superficial.

A manipulação do produto foi realizada conforme orientações do fabricante:

- aplicou-se o *primer* na retrocavidade com auxílio de pincel Microbrush³⁷, e removeu-se o excesso, com um jato de ar indireto; fotopolimerizou-se a cavidade, por 20 segundos, com um aparelho fotopolimerizador³⁸;

³⁶ Vitremer[™], 3M ESPE, St. Paul, MN, USA Vitremer pó (cor A3) Val. 11/2006, Lote 3HA Vitremer líquido Val. 11/2006 Lote 4CF.

³⁷ Applicator Tips – Dentsply – DeTrey, USA.

³⁸ Aparelho fotopolimerizador Ultralux, Dabi-Atlante S.A, Brasil.

- dispensou-se duas medidas de pó e duas gotas de líquido sobre uma placa de vidro estéril e incorporou-se o pó ao líquido (Figura 10 A);
- o material foi inserido em uma seringa Centrix™³⁹, com ponta fina, utilizada para injetar o CIVMR na retrocavidade, do fundo em direção à porção apical (Figura 10 B);
- removeu-se os excessos com lâmina de bisturi nº 15 e fotopolimerizou-se, por 40 segundos.



Figura 10 - A) Vitremer™ proporcionado: 2 medidas de pó e 2 gotas de líquido sobre a placa de vidro; B) seringa Centrix™ com ponta fina metálica.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

4.6.5 GC Fuji Ortho™ LC

O Fuji Ortho™ LC⁴⁰ apresenta-se em frascos contendo pó e líquido. Possui um condicionador (ácido poliacrílico a 10%), sendo apresentado comercialmente separado.

O material foi manipulado conforme orientações do fabricante, sem utilização de condicionamento prévio:

³⁹ Seringa tipo Centrix™ - Speed Slot.

⁴⁰ GC Fuji ORTHO™ LC, GC America Inc., Alsip, IL, USA Val. 07/2004 Lote 0207181.

- proporcionou-se uma medida de pó (maior medida) e duas gotas de líquido sobre um bloco de papel (Figura 11 A);
- dividiu-se o pó em duas porções e manipulou-se cada uma delas, separadamente, com cada gota do líquido para que a espatulação fosse rápida e eficiente;
- inseriu-se o material em seringa Centrix™ com ponta fina e injetou-se o material na retrocavidade, do fundo em direção à porção apical (Figura 11 B);
- removeu-se os excessos com lâmina de bisturi nº 15 e fotopolimerizou-se por 40 segundos.

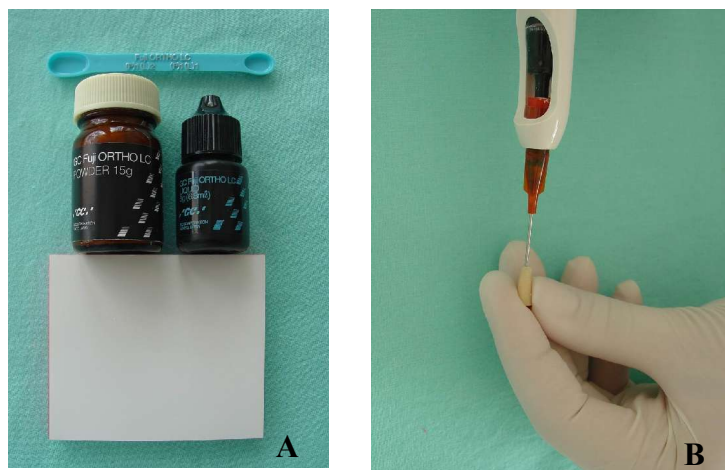


Figura 11 - A) GC Fuji Ortho™ LC (pó, líquido e colher medida); B) inserção do material na retrocavidade.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

4.7 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA FINAL

Após todas as retrobturações, os dentes foram submetidos a nova tomada radiográfica para a verificação da qualidade desta, como descrito anteriormente.

A identificação das películas radiográficas foi realizada da mesma forma citada anteriormente, com a fixação de números metálicos sobre elas. À direita da película constava

a identificação do número dos dentes radiografados; à esquerda, o grupo à que pertenciam (número 1 – dentes dos grupos vermelho/amálgama, verde/Vitremer™ e preto/MTA, respectivamente e número 2 – dentes dos grupos marrom/CP e azul/Fuji Ortho™, respectivamente) (Figura 12).

Nesta incidência, os dentes foram radiografados, somente em norma vestibulo-palatina, por se tratar de cavidades pequenas.

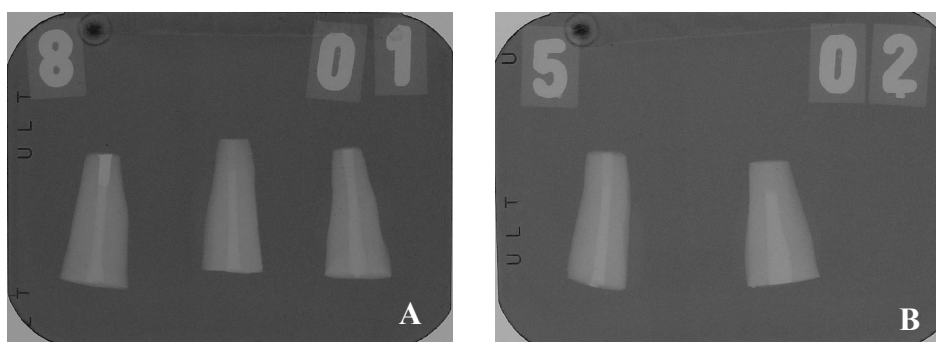


Figura 12 - Tomada radiográfica para verificação da qualidade das retrobturações: A) dentes nº 8 do grupo 01 (amálgama, Vitremer™ e MTA, respectivamente); B) dentes nº 5 do grupo 02 (CPB e Fuji Ortho™, respectivamente).

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Observou-se radiopacidade semelhante dos CIVMRs e da dentina.

Confirmada a qualidade das retrobturações, os dentes voltaram a ser armazenados em solução isotônica de cloreto de Sódio a 0,9%.

4.8 TÉCNICA DE MICROINFILTRAÇÃO DO MARCADOR NITRATO DE PRATA

Em cada um dos 50 dentes, foi fixado um dispositivo metálico⁴¹, em forma de gancho, com o auxílio de godiva de baixa fusão⁴², junto à porção coronária dos mesmos. O objetivo

⁴¹ Caixa de clips niquelados BACCHI com 100 unidades

⁴² Bastões de godiva de baixa fusão - Kerr®.

deste dispositivo foi facilitar a aplicação do esmalte na superfície externa da raiz, e deixá-los suspensos e imersos na solução aquosa de nitrato de Prata a 50%⁴³, utilizada como marcadora.

As superfícies radiculares externas foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte para unhas (cores vermelha⁴⁴ e rosa⁴⁵) para que somente a porção apical ficasse exposta e a solução marcadora não penetrasse em outro local além da interface dente/material retrobturador.

A cada camada de esmalte aplicada, os dentes permaneciam fixados, através do dispositivo metálico, a uma lâmina de cera utilidade⁴⁶ até que o esmalte estivesse completamente seco e a superfície estivesse pronta para receber a segunda cobertura (Figura 13). Depois de pronto, os dentes foram identificados, novamente, em sua superfície externa, com o auxílio de caneta para retroprojektor com ponta fina.

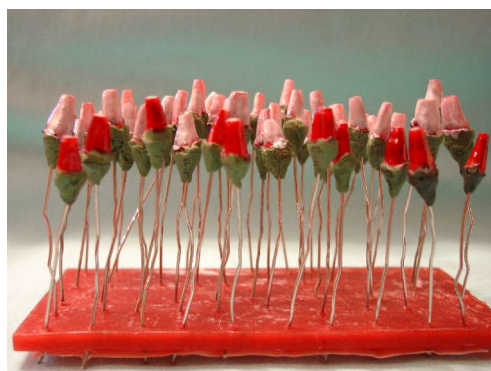


Figura 13 - Fixação dos dentes em uma lâmina de cera utilidade.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

As amostras foram suspensas em recipiente plástico contendo solução aquosa de nitrato de Prata a 50%, com suas porções apicais imersas no líquido, durante 4 horas, em ambiente isento de luz, à temperatura ambiente (Figura 14).

⁴³ Solução de Nitrato de Prata 50% - Faculdade de Química/PUCRS – Fab. 20/08/2004.

⁴⁴ Esmalte Risqué cremoso – Licor – Niasi S/A.

⁴⁵ Esmalte Risqué cremoso – Rosa – Niasi S/A.

⁴⁶ Cera Utility em lâminas – HORUS – Dentsply – Herpo Lote. 1728.

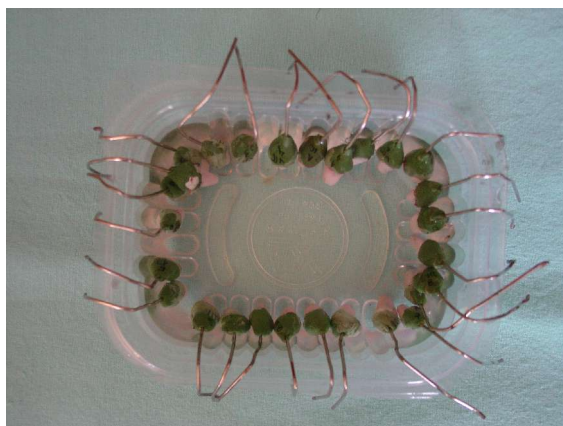


Figura 14 - Imersão da porção apical dos dentes em solução de nitrato de Prata.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Após serem removidas do corante, as amostras foram lavadas em água corrente e imersas em outro frasco contendo solução reveladora para fotografias preto e branco (Dektol⁴⁷), diluída em água destilada, na proporção de 1:3. Os dentes ficaram imersos durante 12 horas, sob iluminação contínua, para redução e precipitação dos íons Prata. Após essa etapa, foram lavadas em água corrente.

4.9 SECÇÃO DOS ESPÉCIMES

Antes dos espécimes serem seccionados, a dupla camada de esmalte foi removida, com auxílio de uma pinça clínica, bem como o dispositivo metálico e a godiva.

Os dentes foram seccionados transversalmente em seu longo-eixo, em duas fatias de 1mm de espessura, em sua porção mais apical, com auxílio de disco de diamante⁴⁸, sob irrigação contínua de solução isotônica de cloreto de Sódio a 0,9%. Em cada grupo foi utilizado um disco novo. Os cortes foram denominados 1 e 2 e referem-se a porção apical (1) e a porção coronal (2).

⁴⁷ Dektol - Kodak®.

⁴⁸ Disco flexível diamantado Ø 22 mm e 0,16 mm de espessura – KG Sorensen® Indústria e Comércio Ltda.

Cada fatia foi fixada, com sua porção apical voltada para baixo, em duas placas de vidro, com o auxílio de fita adesiva dupla face (3M)⁴⁹ (Figura 15).



Figura 15 - A) Fatias dos grupos MTA - Angelus® e Fuji Ortho™ LC fixadas na placa de vidro por fita adesiva dupla face; B) Representação das fatias 1 (apical) e 2 (coronal), respectivamente.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Para melhor visualização e análise das fatias em MEV, removeu-se a lama dentinária presente nas superfícies dentárias onde os cortes foram realizados, aplicando-se ácido fosfórico a 37%⁵⁰, por 5 segundos, seguido de irrigação abundante com água corrente, por 30 segundos.

4.10 CONFECÇÃO DAS RÉPLICAS

As réplicas foram confeccionadas a partir dos cortes transversais realizados em todos os espécimes, para análise em MEV. Para a realização das moldagens, utilizou-se silicona de adição leve Express^{®51}. A silicona é um material à base de polivinilsiloxano para moldagens precisas. Tem como características físicas ser hidrofóbica, com alta resistência ao rasgamento. Sua estabilidade dimensional possibilita que o modelo possa ser confeccionado em até duas semanas após a realização da moldagem (JOHNSON, 2004b).

⁴⁹ Fita dupla face Scotch® - 3M.

⁵⁰ All-Etch - Bisco®.

⁵¹ Express®, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA. Lote 4DCF1T3, Val. 04/2007.

A pasta Express® está disponível em mistura manual, e a pasta fluida, em cartuchos de auto-mistura que facilitam a aplicação no preparo (Figura 16). Utilizou-se a versão de auto-mistura, que foi colocada em uma seringa para aplicação. Para a realização das moldagens das fatias, verteu-se a silicona Express® sobre as fatias já fixadas nas placas de vidro. Sobre a silicona aplicada, colocou-se outra placa de vidro com o intuito de causar pressão e obter uma melhor impressão das fatias delgadas. Aguardou-se até a silicona obter consistência firme e retirou-se a placa de vidro superior, bem como o material de moldagem obtendo-se, então, a impressão negativa das fatias (Figura 17).



Figura 16 - Apresentações comerciais da silicona de adição Express®: A) mistura manual – 2 pastas e B) pasta fluida – com seringa aplicadora.

FONTE:

http://products3.3m.com/catalog/br/pt002/healthcare/odontological/node_D8KJ0K3J50ge/root_GSHL20G7FLgv/vroot_XN0GKHQRS1ge/theme_br_odontological_3_0/command_AbcPageHandler/output_htm

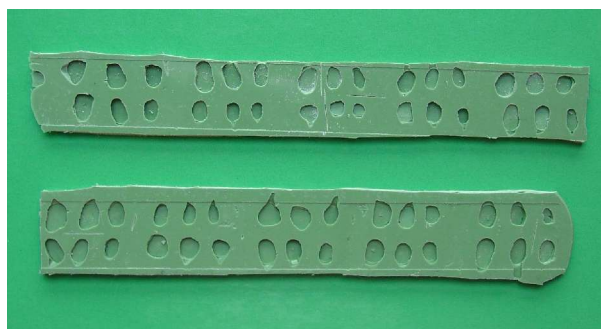


Figura 17 - Negativos das fatias.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

As réplicas foram confeccionadas com resina epoxi (EMbed 812[®] - EMS, USA), vertida sobre a impressão negativa das fatias. A resina EMbed 812^{®52} é utilizada especificamente para a confecção de réplicas utilizadas para MEV, tendo como características a rápida penetração, o grande contraste, o fácil seccionamento e a estabilidade sob o feixe de elétrons (LUFT, 1961). Apresenta-se, comercialmente, como um *kit* contendo três componentes: a resina EMbed 812[®], o agente acelerador e o agente endurecedor. O preparo da resina foi realizado conforme orientações do fabricante. Existem três quantidades pré-estabelecidas para se fazer a resina: pequena, média e grande. Foram utilizadas as proporções para a produção de pequena quantidade da resina. A mistura dos componentes resultou num líquido amarelado com certa translucidez e boa fluidez, que foi vertido sobre as impressões das fatias, com o auxílio de seringa de insulina descartável⁵³.

O uso das réplicas, além de diminuir o número necessário de dentes utilizados no estudo, evita distorções nos resultados, visto que a técnica de MEV pode provocar rachaduras na dentina, durante o preparo para a visualização das amostras (GONDIM, 2002) (Figura 18).

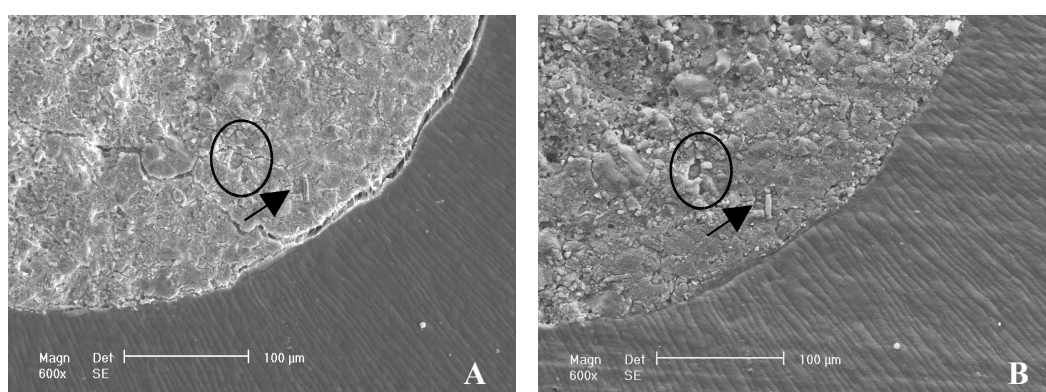


Figura 18 - Imagem de uma fatia (aumento original 600x). A) dente, B) réplica da fatia do dente. A seta e o círculo mostram pontos semelhantes nas duas imagens.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

⁵² EMbed 812 – Electron Microscopy Sciences (EMS), Hatfield, PA, USA, Cat. 14120 Lote:YA1365CB, Val. 04/2008.

⁵³ Seringa descartável 1 ml com agulha 13x0,38, Becton Dickinson- BD, Brasil, Lote: 400563, Val. 11/2007.

4.11 DETERMINAÇÃO DOS GRUPOS

Foram totalizados **10 grupos** neste experimento, entre as fatias dentárias e réplicas, representados a seguir:

- ⇒ **A** - constituído por 20 fatias dos 10 dentes retrobturados com amálgama de Prata sem Zinco, Logic+® (SDI);
- ⇒ **R/A** – constituído por 20 réplicas, de resina epoxi, das fatias 1 e 2 dos cortes transversais dos 10 dentes constituintes no grupo A;
- ⇒ **M** - constituído por 20 fatias dos 10 dentes retrobturados com MTA (Angelus®);
- ⇒ **R/M** - constituído por 20 réplicas de resina epoxi das fatias 1 e 2 dos cortes transversais dos 10 dentes constituintes no grupo M;
- ⇒ **P** - constituído por 20 fatias dos 10 dentes retrobturados com CPB-40 (Votorantin®);
- ⇒ **R/P** - constituído por 20 réplicas de resina epoxi das fatias 1 e 2 dos cortes transversais dos 10 dentes constituintes no grupo P;
- ⇒ **V** - constituído por 20 fatias dos 10 dentes retrobturados com Vitremer™ (3M ESPE);
- ⇒ **R/V** - constituído por 20 réplicas de resina epoxi das fatias 1 e 2 dos cortes transversais dos 10 dentes constituintes no grupo V;
- ⇒ **F** - constituído por 20 fatias dos 10 dentes retrobturados com GC Fuji Ortho™ LC (GC América);
- ⇒ **R/F** - constituído por 20 réplicas de resina epoxi das fatias 1 e 2 dos cortes transversais dos 10 dentes constituintes no grupo F.

4.12 PREPARO DAS AMOSTRAS PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

No Centro de Microscopia e Microanálises (CEMM) da PUCRS, as fatias foram fixadas em suporte metálico porta-amstras, denominado de *stub*⁵⁴, com o auxílio de fita adesiva dupla-face de Carbono⁵⁵, com suas faces apicais voltadas para a fita. Cada *stub* foi devidamente identificado com o auxílio de caneta de ponta-fina para retroprojektor. Foram colocados em um dessecador, contendo sílica gel, por um período aproximado de duas semanas, a fim de eliminar toda a umidade das peças.

Em microscópio eletrônico de varredura (MEV), as imagens são formadas através de um feixe de elétrons de alta energia, focalizado na amostra, causando emissão de elétrons com grande espalhamento de energia, que são coletados por um detector e amplificados para fornecer um sinal elétrico. A imagem é formada a partir de sinais elétricos ou de raios X emitidos pela amostra. Para que isso ocorra, esta amostra deve ser condutora. Caso não seja, como as fatias e as réplicas, aplica-se um revestimento com um filme condutor de Paladium, Ouro ou Carbono, para evitar carregamento durante a avaliação microscópica (CEMM, 2004).

O método de metalização utilizado nas amostras (fatias e réplicas) foi o *sputtering* ou método de evaporação, que proporcionou o recobrimento das amostras com uma fina camada de Ouro (Figura 19). Esta camada metálica fez com que a amostra se tornasse condutora de elétrons, possibilitando a formação das imagens pelo MEV.

O processo consiste em utilizar uma atmosfera de Argônio, o qual irá acelerar os íons contra um alvo de Ouro (cátodo), arrancando átomos que serão acelerados na direção da

⁵⁴ Aluminum SEM Specimen Mount Stub – Electron Microscopy Sciences (EMS), Hatfield, PA, USA – Cat. 75200.

⁵⁵ Fita de carbono – Nisshin Em. Co. Ltd.

amostra a ser revestida. Para esta técnica são utilizadas pressões de 0,2 a 0,05 mbar (CEMM, 2004).



Figura 19 - Amostras fixadas em *stubs* por meio de fita adesiva de Carbono, após o processo de metalização com Ouro.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Após a metalização, as amostras foram colocadas na câmara de vácuo do MEV, e submetidas a uma pressão de, aproximadamente, 10^{-5} torr. O filamento de Tungstênio ficou aquecido para emitir o feixe de elétrons que incidiu sobre a amostra.

As amostras foram observadas em MEV Phillips, modelo XL30, com poder de resolução de 3,5mm e faixa de aumentos de 20 a 2000X, tensão de aceleração de 200V a 30 kV.

4.13 AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO APICAL

Para esta análise, foi utilizado o detector de elétrons retroespalhados (BSE). Este detector é específico para exibir contrastes, além de ser menos sensível a efeitos de carga. A imagem de elétrons retroespalhados contém dois tipos de informações: uma sobre a composição da amostra e a outra sobre a topografia da amostra. Os elementos com maior número atômico aparecem como pontos mais claros na imagem aumentando o contraste dos materiais e facilitando a visualização da Prata no interior dos túbulos dentinários (CEMM, 2004).

Nesta avaliação, somente as fatias dos dentes foram observadas. As imagens foram obtidas em diferentes ampliações, de acordo com o tamanho das amostras; porém, todas foram captadas na mesma escala (500µm – ampliações entre 75 e 150X), o mais aproximado possível da interface dente/material, envolvendo toda a área de microinfiltração da Prata, quando havia a penetração desta. As imagens foram digitalizadas e armazenadas em formato “.tif”, em CD-R⁵⁶.

Para confirmar a presença da Prata nas amostras, utilizou-se a espectroscopia por dispersão de energia (EDS), que permite a contagem da intensidade do Raio-X para um determinado elemento da amostra⁵⁷.

A microinfiltração foi analisada por meio de fotomicrografias obtidas em MEV, manipuladas com auxílio do software UTHSCSA *ImageTool* versão 2.0⁵⁸, para análise e processamento de imagens em *Microsoft Windows 95™* ou *Windows NT™*.

Inicialmente, calibrou-se o programa para a unidade a ser trabalhada – micrômetros quadrados (µm²). A calibração foi feita em cada uma das imagens, determinando-se o comprimento da régua de 500µm, que teve variações de tamanho, conforme a ampliação de cada fatia. Após, foi demarcada a área de microinfiltração da prata, onde o programa, automaticamente, indicou os valores em µm² (Figura 20). Nos casos onde havia áreas separadas de microinfiltração, em uma mesma fatia, estas foram somadas para que houvesse um valor único por amostra.

⁵⁶ CD-R – Compact Disc Recordable – Maxell® – 700MB – 80 min – PN:017871-00/RT.

⁵⁷ O uso desta técnica é indicado para a determinação de elementos com número atômico maior que 11, sendo uma análise semi-quantitativa com erro entre 1 e 10%.

⁵⁸ software livre UTHSCSA *ImageTool* versão 2.0 (UTHSCSA, Texas, USA)

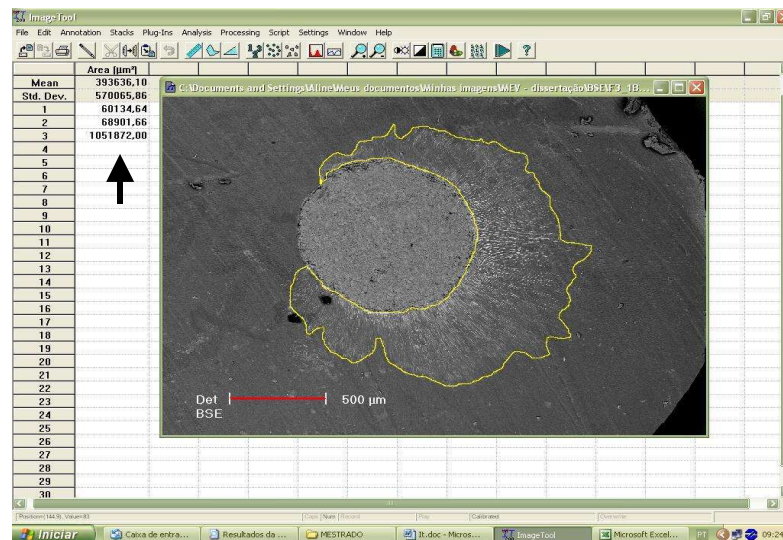


Figura 20 - Determinação da área de microinfiltração da Prata (linha amarela) e calibração na escala de 500 µm (linha vermelha) no software *ImageTool 2.0*; na coluna à direita estão os resultados obtidos em µm² e o valor da área determinada, nesta representação (seta preta).

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

4.14 AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL

Para a análise da interface dente/material, as imagens foram obtidas com o detector de elétrons secundários (SE), que permite melhor análise da morfologia da superfície.

As imagens foram analisadas em aumento de 230X. Para que toda a interface pudesse ser observada neste aumento e, na presença de falhas, estas tivessem sua área calculada, foram obtidas duas imagens de cada amostra. As imagens foram divididas em porção superior e inferior, tendo uma linha imaginária e divisória, aproximadamente, no meio das retrobturações. Para confirmação das desadaptações, quando houve dúvida, foram obtidas imagens com magnificação de 600 e 1800X (Figuras 23 e 24, Apêndice B). Nesta avaliação foram observadas as fatias dos dentes e das réplicas.

As imagens foram digitalizadas e armazenadas em formato “.tif”, em CD-R. Da mesma maneira, a desadaptação marginal, quando presente, foi demarcada e calculada no

software *ImageTool* 2.0. Primeiramente, calibrando o programa para a unidade correspondente (μm^2) e, após, fazendo a marcação da área. As áreas de desadaptações, quando presentes e separadas, foram somadas para se obter um único valor por amostra (Figura 21).

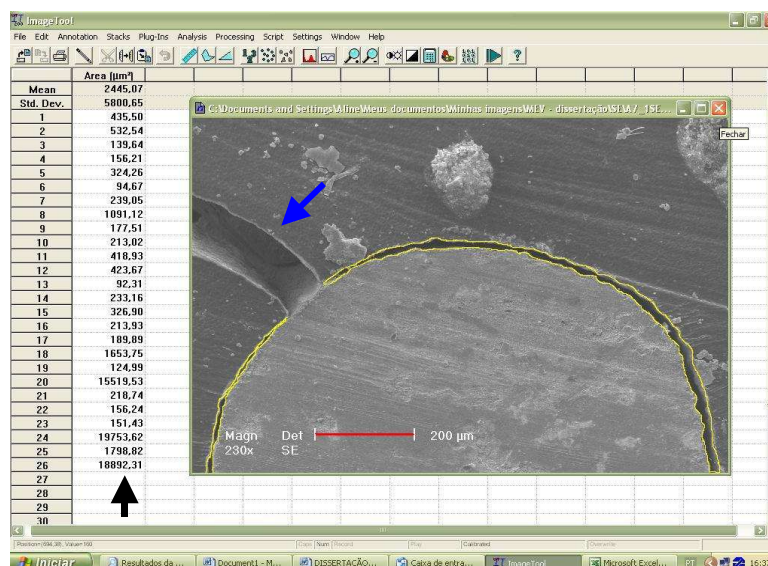


Figura 21 - Determinação da área de *gap* na interface dente/material (linha amarela) e calibração na escala de 200 μm (linha vermelha) no software *ImageTool* 2.0. Na coluna à direita estão os resultados obtidos em μm^2 e o valor da área determinada nesta figura (seta preta); seta azul, mostrando uma rachadura.

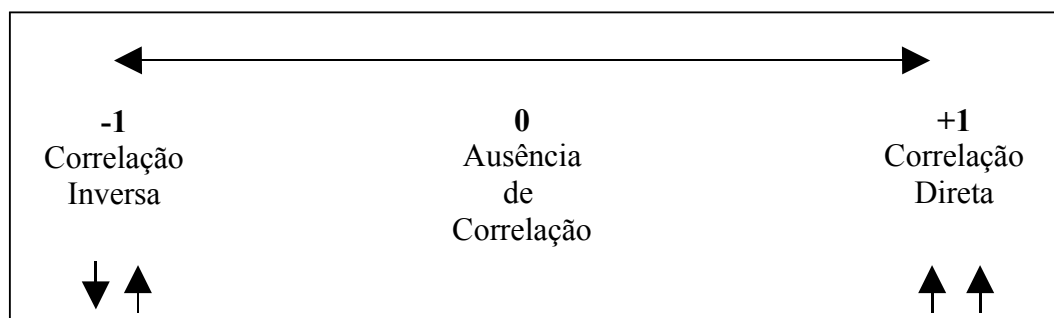
FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

4.15 ESTUDO PILOTO DAS ANÁLISES

Ambas as análises foram quantitativas; porém, dada a dificuldade em determinar o valor exato de uma área, quando aferida mais de uma vez, foi realizado um estudo piloto onde três examinadores determinaram as áreas de microinfiltração num mesmo grupo de dentes, com padrões pré-definidos de aferição. Os resultados foram submetidos à Análise de Correlação Intraclasse.

Este método foi desenvolvido, originalmente, para avaliar a confiabilidade entre dois ou mais observadores que utilizaram variáveis com distribuição normal (nesta pesquisa foi realizado o teste de Kolmogorov Smirnov, que verificou normalidade entre estes dados)⁵⁹.

A Análise de Correlação Intraclasse é um valor que varia de -1 a +1 e pode assim ser descrita:



Quadro 1 - Esquema de interpretação da análise de correlação Intraclasse (ICC).

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Para os dados deste estudo piloto a comparação entre os examinadores resultou em um Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) de 0,98 ($p \leq 0,01$), indicando uma forte correlação entre os resultados dos examinadores.

Diante disto, optou-se pelas aferições de um único examinador.

⁵⁹ Zar J. Biostatistical analysis. 4th ed.: New Jersey: Prentice Hall; 1999.

4.16 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados obtidos foram computados em planilha eletrônica do *Microsoft Excel*[®]. As amostras foram avaliadas, quanto aos seguintes achados:

- microinfiltração de Prata nas estruturas dentárias apicais;
- desadaptação marginal dos materiais na interface dentina/material, observada nos dentes e nas réplicas;
- verificação da correlação entre a adaptação marginal encontrada nos dentes e nas réplicas destes;
- verificação da correlação entre a microinfiltração apical e a adaptação marginal.

Tanto a microinfiltração quanto a adaptação marginal foram avaliadas pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e por testes de comparações múltiplas.

Para estabelecer a correlação entre as duas variáveis, foi utilizado o coeficiente de Correlação de Spearman.

As análises foram realizadas no programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), ferramenta de tratamento estatístico de dados, exceto os testes de comparações múltiplas, realizados no *software* BioStat 2.0.

5 RESULTADOS

Para determinar os testes estatísticos a serem aplicados nesta pesquisa, os valores das áreas de microinfiltração e desadaptação marginal obtidos foram submetidos à teste estatístico (Kolmogorov Smirnov-KS) de aderência à curva normal, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Teste One-Sample Kolmogorov-Smirnov (K-S). Valores marcados em vermelho representam o p-valor do teste.

	MICROINF_F1	MICROINF_F2	ADAPT_F1	ADAPT_F2	ADAPT REP_F1	ADAPT REP_F2
N	48	49	46	49	49	50
Médias	125314,7	69537,83	6761,9476	10947,928	4464,6935	6388,329 4
Desvio padrão	228667,9	159135,3	9290,1197	9904,7017	6471,14651	5806,79
K-S	2,022	2,825	1,713	,942	1,716	1,271
p-valor	,001	,000	,006	,338	,006	,079

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

No caso das variáveis ADAPT_F2 (adaptação marginal na fatia 2 dos dentes) e ADAPT_REP_F2 (adaptação marginal nas réplicas da fatia 2), o p-valor foi superior à 0,05, indicando que estas variáveis se distribuíram de forma normal. As demais variáveis, entretanto, não apresentaram tal condição.

Como a maioria das variáveis não apresentou distribuição normal e buscou-se traçar um perfil que envolvesse tanto as variáveis não normais quanto as normais, optou-se por testes que não consideraram a normalidade dos dados, sendo utilizado, então, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

5.1 MICROINFILTRAÇÃO APICAL

Os dentes foram avaliados, quanto à microinfiltração, nos dois primeiros milímetros apicais, sendo medidas, em μm^2 , as áreas de microinfiltração da Prata, na dentina.

Os valores obtidos estão distribuídos na Tabela 10 (Apêndice A).

Para determinar a capacidade de vedamento apical, foi utilizado o teste de comparações, para três ou mais grupos, não paramétrico de Kruskal-Wallis, para cada fatia do dente, separadamente. Ao realizar este teste, trabalhou-se com a verificação de hipóteses. As hipóteses testadas foram: H0, onde não existe diferença significativa entre os grupos; e H1, onde pelo menos dois grupos diferem entre si.

Os resultados do teste mostraram que houve diferenças entre os *ranks* médios dos grupos, apresentando p-valor igual a 0,0207.

Para determinar se as diferenças entre os grupos foram estatisticamente significativas, utilizou-se o teste de comparações múltiplas. Os testes de comparações múltiplas das médias possuem o pressuposto que as amostras comparadas são independentes. Desta forma, não foi possível utilizar as duas fatias em uma mesma análise, por existir dependência entre os resultados destas fatias.

As comparações entre os grupos estão apresentadas na Tabela 2 e no Gráfico 1, a seguir.

Tabela 2 - Comparações da microinfiltração apical entre os grupos, na fatia 1.

<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Rank</i>	<i>p</i>
V	9	271379,2	222510,17	35,11 ^a	0,0207
A	10	111829,30	166673,49	30,33 ^{ab}	
F	9	187078,5	364160,96	22,6 ^{bc}	
M	10	68793,78	196444,46	20,1 ^{bc}	
P	10	8275,614	26169,79	16 ^c	

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

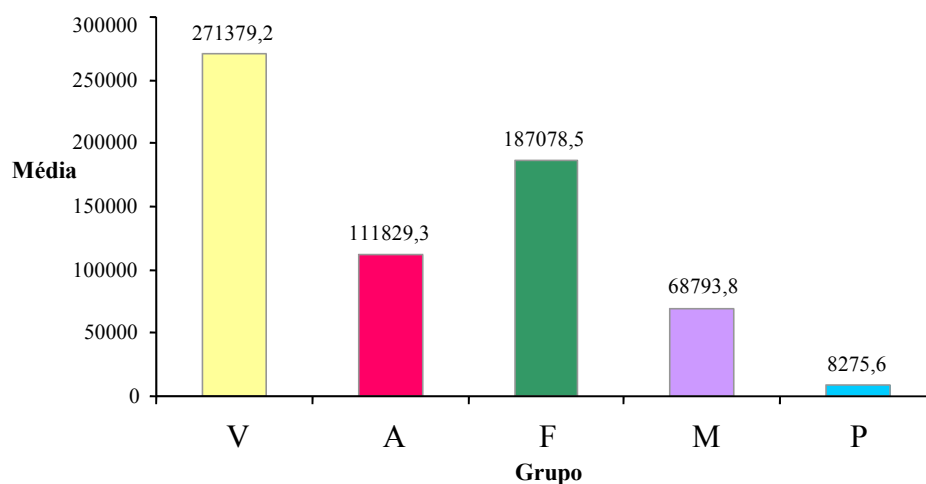


Gráfico 1 - Comparações das médias de microinfiltração apical, na fatia 1.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

O grupo P apresentou menor penetração da Prata (não diferindo dos grupos M e F). O grupo V apresentou maior penetração (não diferindo do grupo A).

Comparando-se o comportamento dos materiais de composição química semelhante, observou-se que os cimentos à base de óxido de Cálcio (MTA e CPB) tiveram comportamento semelhante. Já os CIVMRs, apresentaram diferenças significativas, tendo o grupo V, maiores

valores de microinfiltração apical na fatia 1 do que os dentes do grupo F. O grupo A apresentou comportamento intermediário, com *rank* significativamente maior de microinfiltração que o grupo P.

Com relação à análise das fatias 2 dos dentes, não foi verificada diferença entre os grupos, provavelmente devido à menor microinfiltração, nestas porções, tendo, em muitos casos, ausência de microinfiltração nesta segunda fatia, como mostra a Tabela 3 e o Gráfico 2.

Tabela 3 - Comparações da microinfiltração apical entre os grupos, na fatia 2.

Grupo	n	Média	Desvio-padrão	p
V	9	176312,6	236168,32	0,0652
A	10	58.823,94	102535,82	
F	10	123230,1	222469,34	
M	10	0	0,00	
P	10	0	0,00	

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

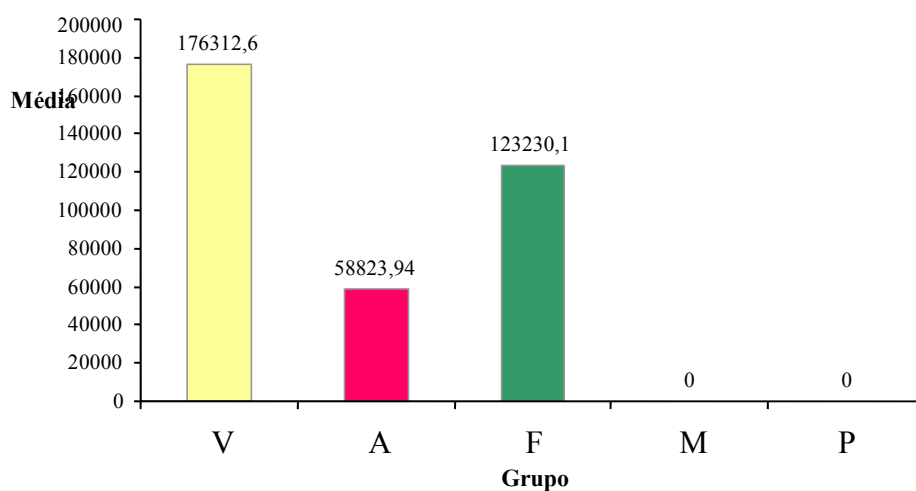


Gráfico 2 - Comparações das médias de microinfiltração apical, na fatia 2.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

5.2 ADAPTAÇÃO MARGINAL

5.2.1 Avaliação em dentes

Os materiais foram avaliados, quanto à adaptação marginal, nos dois primeiros milímetros apicais, sendo medidas, em μm^2 , as áreas de desadaptação (*gaps*), na interface dente/material. Os valores obtidos estão distribuídos na Tabela 11 (Apêndice A).

Para avaliação da adaptação, na interface dente/material, foram realizados os mesmos testes: Kruskal-Wallis e teste de comparações múltiplas. As comparações da adaptação marginal entre os grupos, na fatia 1, estão representadas na Tabela 4 e no Gráfico 3.

Tabela 4 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos, na fatia 1.

<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Rank</i>	<i>p</i>
				<i>Médio*</i>	
M	9	10215,11	4829,14	35,11 ^a	0,005
P	10	8436,836	8977,05	28,50 ^{ab}	
V	9	6031,1722	11055,15	20,50 ^{bc}	
A	8	8.251,60	14659,50	20,31 ^{bc}	
F	10	1445,19	2340,16	13,30 ^c	

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

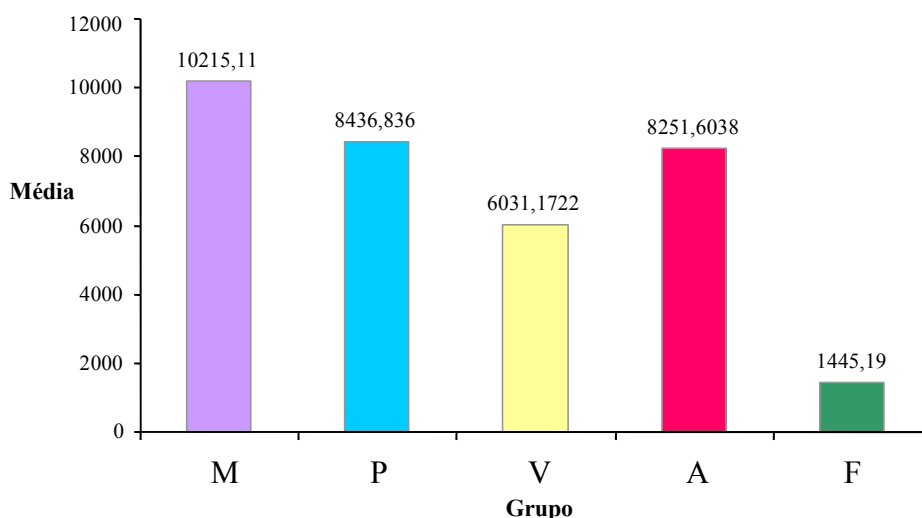


Gráfico 3 - Comparações das médias de adaptação marginal, na fatia 1.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

Os resultados do teste Kruskal-Wallis sugeriram que existe diferença entre os grupos, pois p-valor (0,005) foi menor que o nível de significância estipulado, de $\geq 0,05$.

No teste de comparações múltiplas, verificou-se que os grupos M e P tiveram os maiores *ranks* médios, ou seja, foram encontradas maiores áreas de desadaptação nestes grupos; porém, a diferença entre eles não foi estatisticamente significativa. Já os grupos P, V e A, apresentaram comportamento intermediário, não diferindo entre si.

Quanto aos valores de adaptação marginal obtidos na fatia 2 dos dentes, os resultados do teste Kruskal-Wallis sugeriram que existiu diferença entre os grupos, mas esta diferença foi menor do que na fatia 1, pois o p-valor (0,049) ficou no limite de rejeitar H0, conforme mostra a Tabela 5 e o Gráfico 4.

Tabela 5 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos, na fatia 2.

<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Rank</i> <i>Médio*</i>	<i>p</i>
M	10	13750,52	3755,00	33,20 ^a	0,049
P	10	15186,5	13113,77	29,70 ^{ab}	
V	9	13556,24	13408,49	26,33 ^{abc}	
F	10	7038,834	7437,07	19,40 ^{bc}	
A	10	5.468,38	6015,95	16,50 ^c	

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF FO/PUCRS, 2005.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

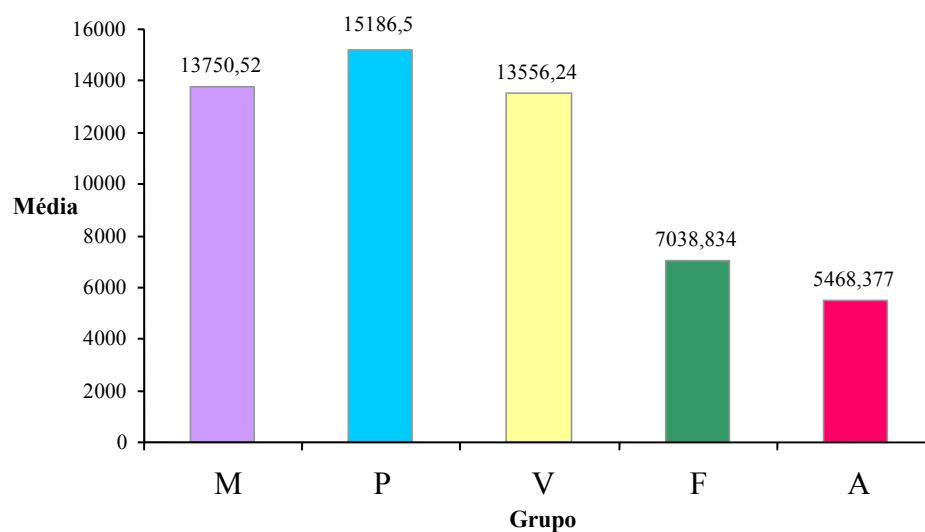


Gráfico 4 - Comparações das médias de adaptação marginal, na fatia 2.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Os resultados de adaptação marginal obtidos, para a fatia 2, foram bastante similares aos resultados obtidos para a fatia 1, com a diferença nos grupos F e A, indicando que o *rank* médio do grupo F ficou um pouco acima do *rank* médio do grupo A. Entretanto, a diferença entre estes dois grupos não foi significativa, mas entre os grupos P e A, sim. Nas comparações da fatia 1, houve diferença significativa entre os grupos P e F.

5.2.2 Avaliação em réplicas

As análises, nas réplicas, tiveram a mesma metodologia de avaliação da adaptação marginal utilizada nos dentes, bem como a mesma aplicação dos testes estatísticos.

A tabela 12 (Apêndice A) apresenta os valores das áreas (em μm^2) de desadaptação encontradas nas réplicas das fatias 1 e 2.

A Tabela 6 e o gráfico 5 apresentam os resultados do teste Kruskal-Wallis, onde o p-valor (0,006) demonstra a diferença entre pelo menos dois grupos testados, e o teste de comparações múltiplas indica entre quais grupos se dão tais diferenças.

Tabela 6 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos, nas réplicas da fatia 1.

<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Rank</i>	<i>p</i>
				<i>Médio*</i>	
R/M	9	6806,3933	4769,81	35,11 ^a	0,006
R/P	10	5707,12	3792,46	33,50 ^{ab}	
R/A	10	5.318,94	10701,35	21,60 ^{bc}	
R/V	10	3527,47	6916,11	21,10 ^{bc}	
R/F	10	1197,719	2352,71	14,70 ^c	

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

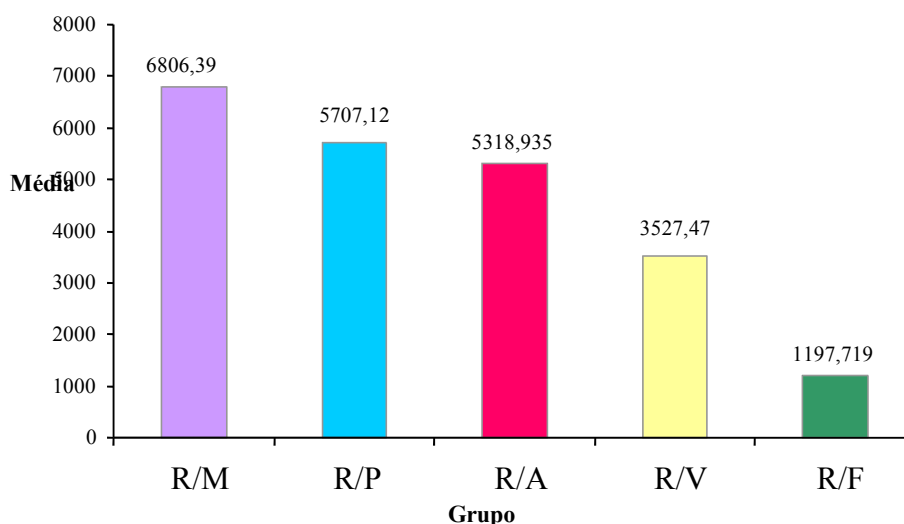


Gráfico 5 - Comparações das médias de adaptação marginal, nas réplicas da fatia 1.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Comparando-se esta análise com aquela para a adaptação marginal, medida na fatia 1 do dente, verificou-se que os resultados foram praticamente os mesmos no que diz respeito às conclusões estatísticas. A diferença verificada foi com relação aos *ranks* médios de alguns grupos, alterando seus lugares na tabela de comparações múltiplas (por exemplo, grupos R/A e R/F), continuando, contudo, as mesmas conclusões.

Houve diferenças significativas entre os *ranks* médios dos grupos R/V e R/F, em relação aos grupos R/M e R/P. Entre os grupos de materiais de composição química semelhante, não houveram diferenças estatisticamente significativas. O grupo R/A, apresentou comportamento intermediário, diferindo apenas do grupo R/M.

Na análise das réplicas das fatias 2, observou-se comportamento semelhante dos grupos. O grupo M, contudo, apresentou adaptação marginal significativamente menor que os grupos R/A e R/F.

A Tabela 7 e o Gráfico 6 mostram os resultados obtidos nas fatias 2 e a Tabela 8 apresenta a comparação entre os dados obtidos nas fatias dos dentes e nas suas réplicas.

Tabela 7 - Comparações da adaptação marginal, entre os grupos, nas réplicas da fatia 2.

<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Rank</i>	<i>p</i>
				<i>Médio*</i>	
R/M	10	11095,39	6782,00	36,20 ^a	0,0438
R/P	10	6327,708	4602,63	26,60 ^{ab}	
R/V	10	6228,223	5671,58	25,50 ^{ab}	
R/F	10	5356,786	6240,14	23,00 ^b	
R/A	10	2.933,54	2489,87	16,20 ^b	

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

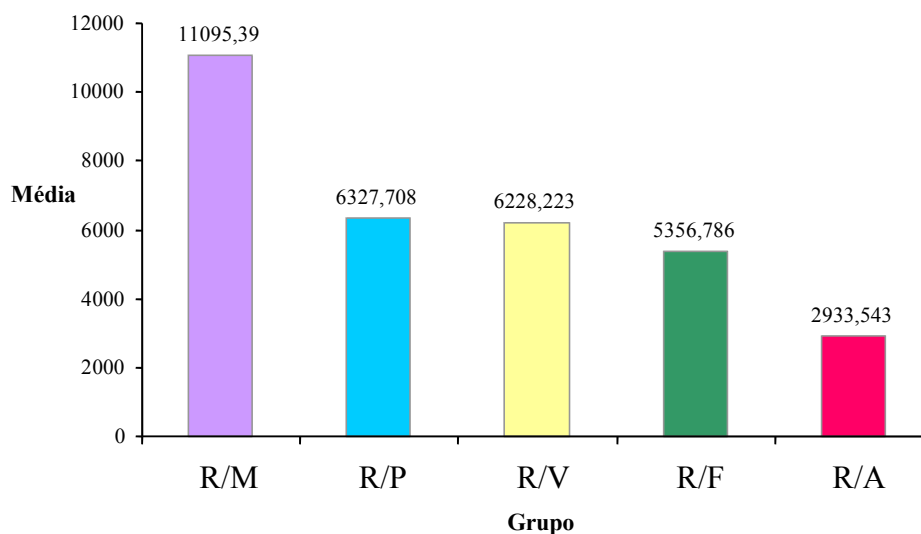


Gráfico 6 - Comparações das médias de adaptação marginal, nas réplicas da fatia 2.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Tabela 8 - Comparações da adaptação marginal entre os grupos de dentes e réplicas, nas fatias 1 e 2.

<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Fatia</i>	<i>Rank</i> <i>Médio*</i>	<i>p</i>	<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Fatia</i>	<i>Rank</i> <i>Médio*</i>	<i>p</i>
M	9	1	35,11 ^a	0,005	R/M	9	1	35,11 ^a	0,006
P	10	1	28,50 ^{ab}		R/P	10	1	33,50 ^{ab}	
V	9	1	20,50 ^{bc}		R/A	10	1	21,60 ^{bc}	
A	8	1	20,31 ^{bc}		R/V	10	1	21,10 ^{bc}	
F	10	1	13,30 ^c		R/F	10	1	14,70 ^c	
M	10	2	33,20 ^a	0,049	R/M	10	2	36,20 ^a	0,0438
P	10	2	29,70 ^{ab}		R/P	10	2	26,60 ^{ab}	
V	9	2	26,33 ^{abc}		R/V	10	2	25,50 ^{ab}	
F	10	2	19,40 ^{bc}		R/F	10	2	23,00 ^b	
A	10	2	16,50 ^c		R/A	10	2	16,20 ^b	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

5.2.3 Testes de correlações

Para determinar a existência de correlação entre os resultados obtidos quanto às áreas de adaptação marginal, nos dentes e nas réplicas, foi utilizado o coeficiente de Correlação de Spearman, que também é uma medida não paramétrica, consideradas as mesmas restrições anteriores. Para tanto, as comparações foram realizadas com as fatias individualizadas. Os resultados mostraram que houve correlação entre as medidas de adaptação entre os dentes e as réplicas, sendo esta positiva e significativa, ou seja, os valores de adaptação nos dentes e nas réplicas estavam correlacionados diretamente (à medida que aumentou os valores nos dentes, aumentou também os valores nas réplicas), conforme os dados a seguir, na Tabela 9.

Tabela 9 - Correlação não-paramétrica entre as variáveis de adaptação marginal das fatia 1 e 2 e da réplicas destas.

Correlação	n	Valor do coeficiente de Spearman	p
Adaptação na fatia 1 X adaptação na réplica da fatia 1	46	0,705**	0,01
Adaptação na fatia 2 X adaptação na réplica da fatia 2	49	0,620**	0,01

** Correlação significativa no nível de 0,01

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

Quanto à verificação da correlação entre as variáveis microinfiltração apical e adaptação marginal, estas foram analisadas com o mesmo teste não paramétrico de Correlação de Spearman.

Verificou-se que não houve correlação entre as variáveis, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 - Correlação não-paramétrica entre as variáveis de microinfiltração apical e adaptação marginal nas fatias 1 e 2.

Correlação	<i>n</i>	Valor do coeficiente de Spearman	<i>p</i>
Microinfiltração na fatia 1 X adaptação na fatia 1	47	-0,168	0,26
Microinfiltração na fatia 2 X adaptação na fatia 2	49	-0,099	0,5

** Correlação significativa no nível de 0,01

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

6 DISCUSSÃO

As cirurgias pararendodônticas são procedimentos que requerem muitos detalhes técnicos, devendo ser realizadas por profissionais habilitados (BERGER et al., 2002) após tentativas de tratamento e retratamento endodôntico, ou quando estes forem impossíveis de serem executados (JOHNSON, 1999; BERGER et al., 2002; XAVIER et al., 2005).

Dentre os procedimentos denominados pararendodônticos, que envolvem as áreas do endodonto ou as raízes dentárias, os mais freqüentemente realizados são a curetagem apical e a apicectomia, seguida ou não pela retrocavitação e pela retrobturação.

Para Bernabé et al. (1999), a remoção do ápice dentário, conhecida como apicectomia ou ressecção apical, deve ser sempre executada. A presença de canais colaterais, na porção apical dos dentes, impede a eliminação total de bactérias e suas toxinas, presentes nos canais radiculares. Estas ramificações constituem importante causa de falhas após o tratamento endodôntico, pois as bactérias presentes poderão manter uma lesão periapical pré-existente (BERNABÉ e HOLLAND, 1998; BERNABÉ et al., 1999). Além disso, a apicectomia facilita o acesso a áreas que, via de regra, apresentam dificuldades, durante a curetagem da lesão periapical, melhorando assim, o campo de visão (BERNABÉ e HOLLAND, 1998).

Segundo Laskin (1987) e Bernabé e Holland (1999) a retrobturação deve ser realizada quando permanecer a dúvida quanto ao selamento obtido pela obturação ortrógrada do canal,

após a exposição cirúrgica do ápice radicular. Isto assegura o completo vedamento apical, impedindo a penetração de bactérias e suas toxinas nos tecidos periapicais.

Alguns autores realizaram estudos avaliando os critérios de decisão da indicação de apicectomias, bem como as técnicas utilizadas. El-Swiah e Walker (1996) avaliaram os fatores clínicos envolvidos nas decisões dos cirurgiões-dentistas de realizar apicectomias. Os fatores biológico e técnico, conjuntamente, foram levados em conta na maioria (60%) das decisões, 35% do total dos casos considerou somente o fator biológico e, 3% considerou somente o fator técnico. O fator biológico mais comum foi a persistência dos sintomas e da lesão periapical. Dentre os fatores técnicos, a presença de pinos intra-radulares e coroas protéticas foram considerados.

A apicectomia pode ser realizada com diversos tipos de brocas e em diferentes angulações de corte. Usualmente, a ressecção apical é realizada a 3mm do ápice radicular, em bisel de 0° ou 90°, 30° e 45°. Ichesco et al. (1991) analisaram a infiltração de azul de metileno em dentes seccionados com bisel de 45° e não seccionados, comprovando a maior penetração da substância em dentes que sofreram seccionamento.

Xavier e Zambrano (2001) constataram que a técnica de apicectomia com bisel de 45° foi a mais utilizada pelos professores da disciplina de Cirurgia, entrevistados em sua pesquisa.

Gilheany, Figdor e Tyas (1994) realizaram estudo para determinar o efeito de diferentes ângulos de ressecção apical (0°, 30° e 45°). O estudo mostrou que, quanto maior o ângulo de ressecção apical (mais oblíquo), maior a microinfiltração, devido à maior exposição dos túbulos dentinários.

O mesmo foi concluído por Gagliani, Taschieri e Molinari (1998) que também observaram a influência do ângulo de corte das apicectomias, associadas à retrobturação

através de teste de penetração de corante. Os dentes apicectomizados em ângulo de 90° com seu longo-eixo apresentaram menor infiltração de corante em relação àqueles em bisel de 45°.

Kontakiotis, Lagoudakos e Georgopoulou (2004) avaliaram a influência da apicectomia e da retrocavitação na microinfiltração apical, em diferentes grupos dentários. Observaram que tais procedimentos aumentaram, significativamente, a microinfiltração apical, possivelmente pela diminuição do comprimento da obturação ortrógrada.

Quanto ao instrumento de apicectomia, diferentes tipos são descritos, incluindo disco diamantado (XAVIER et al., 2005), broca Zecrya (BERNABÉ et al., 1999), brocas diamantadas (LAMB et al., 2003; KONTAKIOTIS, LAGOUDAKOS E GEOGOPOULOU, 2004; PEREIRA, CENCI e DEMARCO, 2004; VALOIS e COSTA, 2004) e brocas de aço, de diferentes formas (CALZONETTI et al., 1998; ISHIKAWA et al.; 2003).

Weston, Moule e Bartold (1999) encontraram melhor superfície de acabamento com brocas diamantadas, quando avaliaram a superfície da dentina e da guta-percha após a apicectomia, com diferentes tipos de brocas, rotações e sentidos de rotação. Cada instrumento produziu características de acabamento de superfície diferentes; porém, quando usados no sentido reverso da rotação, houve grandes distorções e desadaptações da guta-percha, com todas as brocas.

Bernabé et al. (1999), por sua vez, realizaram a apicectomia, preferencialmente com brocas de aço Zecrya, pois afirmaram que estas produziam um corte mais uniforme, com superfície mais lisa.

Para evitar maior exposição de túbulos dentinários, realizamos a apicectomia em 90° com o longo-eixo dentário, com broca diamantada. Esta possui grande poder de corte,

proporcionando uma superfície de corte regular, sendo utilizada, freqüentemente, na clínica odontológica.

Tradicionalmente, as retrocavidades são confeccionadas com brocas. Estes instrumentos, contudo, não proporcionam uma cavidade paralela ao longo-eixo dentário, apresentando risco de perfuração da parede palatina/lingual, profundidade insuficiente da cavidade, dificuldade de confecção da mesma, por ser um espaço restrito, além de requerer a apicectomia em ângulo de 45°, com o longo-eixo dentário para melhor visualização e acesso ao local (SUMI et al., 1996; WAPLINGTON, et al., 1997; CALZONETTI et al., 1998; JOHNSON, 1999; ZUOLO et al., 1999; PETERS, PETERS e BARBAKOW, 2001; VON ARX, 2005).

Com o objetivo de minimizar estes problemas e criar uma cavidade com paredes paralelas ao longo-eixo do dente, foram criadas as pontas ultrassônicas (SUMI et al., 1996; WAPLINGTON, et al., 1997; CALZONETTI et al., 1998; JOHNSON, 1999; ZUOLO et al., 1999).

As pontas ultrassônicas tornaram-se disponíveis, comercialmente, na década de 90 do século passado (VON ARX, 2005). Com seu *design* específico, conseguem realizar retrocavidades com características ideais, sendo estas cavidades tipo classe I com, pelo menos, 3mm de profundidade tendo paredes paralelas e em coincidência com o canal pulpar (ZUOLO et al., 1999).

Optamos pelo uso de ponta ultrassônica devido às vantagens oferecidas tanto pela conformação quanto pela facilidade de manuseio do instrumento, menor tempo de preparo cavitário e confecção de cavidade tipo classe I. Junto a isto, somou-se a possibilidade da retrocavidade ser preparada em dentes apicectomizados em 90° com o longo-eixo dentário, diminuindo, assim, a exposição de túbulos dentinários. A técnica de apicectomia em bisel de

90° com retropreparo com pontas ultrassônicas é, atualmente, a alternativa mais conservadora das estruturas dentárias, comprovada na literatura.

Pesquisas procuraram comparar a utilização de brocas e pontas ultrassônicas em preparos de retrocavidades. Alguns autores não encontraram diferenças entre as duas técnicas, quando avaliada a presença de microfraturas na dentina (WAPLINGTON et al., 1997; RAINWATER, JEASONNE e SARKAR, 2000).

Comparando-se os diferentes tipos de pontas ultrassônicas, as de aço e as diamantadas são as mais utilizadas. Zuolo et al. (1999) sugeriram o uso de ambas, consecutivamente. A ponta diamantada, primeiramente, pelo maior poder de corte e remoção da guta-percha que possui; e após, a ponta de aço, que proporciona uma cavidade mais limpa e regular.

Ishikawa et al. (2003) avaliaram o retropreparo de três tipos de pontas ultrassônicas: de zircônia, de aço e diamantada. Obtiveram como resultado um preparo mais rápido, com a ponta diamantada e com menos microfraturas, com a ponta de aço.

Dentes extraídos utilizados em pesquisas, *in vitro*, podem ser mais susceptíveis à microfraturas quando retropreparados com ultrassom pela ausência dos tecidos perirradiculares, que absorvem as tensões geradas durante o retropreparo, pela manipulação excessiva e pelos efeitos da desidratação e do meio de armazenamento (CALZONETTI et al., 1998; GRAY et al., 2000; GONDIM et al., 2003).

Pesquisas em cadáveres, onde havia a presença dos tecidos perirradiculares, verificaram a existência de microfraturas em dentes preparados com ultrassom, em diferentes intensidades, e com broca. A aplicação de baixa intensidade, durante o retropreparo, a curta duração do procedimento e a presença dos tecidos perirradiculares evitaram as microfraturas

com o uso do ultrassom (CALZONETTI et al., 1998). Quando comparados com brocas, a quantidade de microfraturas encontradas foi significativamente maior (GRAY et al., 2000).

Sumi et al. (1996) avaliaram, clinicamente, o sucesso das cirurgias parodontais nas quais o preparo das retrocavidades foi feito com o uso de ultrassom. Obtiveram um índice de sucesso de 92,4% tendo como vantagens a utilização de pontas pequenas, que permitiam obter um ângulo de 90° com o longo-eixo do dente, facilidade de irrigação e de acesso ao forame apical.

Dentre as pontas ultrassônicas oferecidas no mercado, utilizamos a ponta ultrassônica diamantada (S12/90D), pelo maior poder de corte, removendo assim, toda a guta-percha presente no canal radicular. A remoção total do material obturador foi importante, uma vez que buscamos observar a adaptação dos materiais retrobturadores nas paredes dentinárias. Transportando estes dados para uma situação cirúrgica, o tempo reduzido de trabalho e a facilidade da técnica são sempre indicados. Não observamos a presença de microfraturas originadas pelo retropreparo com tal instrumento.

Valois e Costa (2004) analisaram a microinfiltração com o uso do MTA em diferentes profundidades de retrocavidades. Encontraram maior microinfiltração naquelas com 1mm. As profundidades de 2 e 3mm não mostraram diferenças significativas, enquanto cavidades de 4mm apresentaram menor microinfiltração. Os autores sugeriram a confecção de retrocavidades com 4mm de profundidade. Optamos por seguir a metodologia mais utilizada, com a confecção da retrocavidade com 3mm de profundidade, principalmente pela conformação do instrumento ultrassônico, que possui este comprimento.

Uma vez realizada a retrocavidade, parte-se para a retrobturação e a escolha do material de inserção. O objetivo principal do material utilizado para retrobturações é proporcionar o vedamento apical como meio de prevenir o movimento de bactérias e a difusão

de seus produtos, oriundos dos sistemas do canal radicular, para os tecidos periapicais (FOGEL e PEIKOFF, 2001).

Na literatura, são citadas as mais diversas metodologias para avaliação do vedamento e da adaptação dos materiais às paredes das retrocavidades, bem como testes de biocompatibilidade e de solubilidade.

Dentre os métodos utilizados para avaliação do vedamento apical por meio de testes de microinfiltração destacam-se os testes de penetração de substâncias marcadoras (BARKHORDAR et al., 1989; CHONG, PITT FORD, WATSON; ICHESCO et al., 1991; TORABINEJAD, WATSON, PITT FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994; SANO et al., 1995; PIRES; ROSALES et al., 1996; FLORES e BRITO, 1997; CILLI e ARAÚJO; HOLT e DUMSHA, 2000; FOGEL e PEIKOFF, 2001; REEH e COMBE, 2002; LAMB et al., 2003; PEREIRA, CENCI e DEMARCO; VALOIS e COSTA, 2004; VOGT, 2005), filtração de fluidos (JOHNSON, ANDERSON e PASHLEY, 1995), penetração de radioisótopos e penetração bacteriana.

Ichesco et al. (1991) relacionaram a presença de dentina esclerosada, observada em função da idade do paciente ou por fatores patológicos e trauma oclusal, nos testes de microinfiltração. Dentes com dentina esclerosada apresentaram menor microinfiltração das soluções marcadoras.

Ainda com relação à influência dos dentes nos estudos de microinfiltração, Kontakiotis, Lagoudakos e Georgopoulou (2004) observaram que aqueles com secção radicular oval apresentavam áreas com inadequada instrumentação do canal, resultando em maior microinfiltração.

Quanto à anatomia dentária, Waplington et al. (1997) cogitaram que, em ápices com paredes mais delgadas poderia haver microfraturas, após o retropreparo com pontas ultrassônicas. No entanto, Gondim et al. (2002) não encontraram relação entre a espessura das paredes dentinárias, de dentes anatomicamente diferentes, antes e após retropreparos com ultrassom, e a possibilidade de ocorrência de microfraturas.

Nesta pesquisa, não consideramos a idade do paciente nem o tipo de dente, pois as amostras não foram provenientes de um banco de dentes, mas sim de uma clínica universitária de exodontia e de um projeto de extensão acadêmica. Os dentes com secções ovais (nove) foram divididos, aleatoriamente, nos cinco grupos, para melhor distribuição anatômica na amostra.

Grande parte dos estudos relacionados à microinfiltração utilizaram o método de penetração de solução marcadora (usualmente uma solução corante) por sua facilidade de execução e bons resultados. As soluções mais utilizadas foram: rodamina B (CHONG, PITT FORD e WATSON, 1991; TORABINEJAD, WATSON e PITT FORD, 1993), azul de metileno (ICHESCO et al., 1991; TORABINEJAD et al., 1994; ROSALES et al., 1996; FLORES e BRITO, 1997; REEH e COMBE, 2002; PEREIRA, CENCI e DEMARCO, 2004), tinta da Índia (ANDELIN et al., 2002), e nitrato de Prata (SANO et al., 1995; CILLI e ARAÚJO; HOLT e DUMSHA, 2000).

Wu, Kontakiotis e Wesselink (1998) analisaram a estabilidade da coloração do azul de metileno, quando em contato com diferentes materiais odontológicos. Verificaram que a substância, em contato com o MTA, sofreu redução de 84%, na sua coloração, por ser instável frente ao hidróxido de Cálcio, presente neste material. Este fato torna questionáveis os resultados de estudos de microinfiltração com o MTA, a partir do uso de azul de metileno enquanto solução marcadora.

Vogt (2005) testou a microinfiltração apical de dentes retrobturados com MTA – Angelus®, por meio de teste de penetração dos marcadores: azul de metileno a 2%, rodamina B a 0,2% e nitrato de Prata a 50%. O nitrato de Prata apresentou menor penetração, sendo a rodamina B a substância com maior poder de microinfiltração, sendo sugerida em estudos de microinfiltração apical.

Já Cilli e Araújo (2000) afirmaram que o nitrato de Prata a 50% é a substância que apresenta maior nitidez e contraste, evidenciando o local exato onde houve a penetração da solução. O corante possui pequenas moléculas e é capaz de ser visualizado em MEV. Sano et al. (1995) utilizaram este marcador para determinar a *nanoleakage* (nanoinfiltração), ocorrida dentro da camada híbrida, na ausência de falhas na interface dente/material.

Um fator a ser considerado, nestes testes, é o posicionamento dos dentes, quando imersos na solução marcadora. Goldman, Simmonds e Rush (1989) avaliaram a importância da remoção de bolhas de ar durante a imersão de dentes em soluções marcadoras, para que o teste de microinfiltração seja fidedigno, uma vez que as bolhas podem impedir a penetração da substância. Encontraram total penetração de corante nas amostras imersas verticalmente. Katz, Rosenwasser e Tamse (1998) obtiveram o mesmo resultado, quando compararam os posicionamentos horizontal e vertical, com e sem força de pressão.

A comparação entre os resultados de microinfiltração por substâncias marcadoras encontrados na literatura é limitada, pois há grande variação nas metodologias empregadas. A inexistência de padronização, bem como a ausência de descrição de alguns passos importantes da metodologia, também trouxeram dificuldades para Xavier (2003) e Vogt (2005).

A mesma variabilidade de técnicas foi encontrada por Cilli e Araújo (2000), que verificaram diversos tempos de imersão de dentes na solução de nitrato de Prata.

Optamos pela realização de estudo do vedamento apical através do teste de penetração de substância marcadora. A escolha pela solução marcadora de nitrato de Prata a 50% foi devido às características de nitidez e contraste da substância, quando visualizada em MEV, e pela confirmação da microinfiltração através da técnica de EDS, onde verificamos a presença da Prata nos túbulos dentinários.

Na literatura são descritos diferentes tempos de imersão na solução de nitrato de Prata, variando de 1 hora (XAVIER, 2003) a 24 horas (SANO et al., 1995). Na maior parte dos trabalhos, o tempo de imersão foi de 2 horas (CILLI e ARAÚJO; HOLT e DUMSHA, 2000; VOGT, 2005). Devido à grande variação, optamos pelo tempo de imersão de 4 horas, seguido pela imersão em solução reveladora, por 12 horas, para redução e precipitação dos íons Prata (CILLI e ARAÚJO; HOLT e DUMSHA, 2000; XAVIER, 2003; VOGT, 2005).

Outra variável observada nesta pesquisa foi a adaptação dos materiais às paredes dentinárias. Poucos trabalhos buscaram verificar tal característica (STABHOLZ et al., 1985; TORABINEJAD et al., 1995a; FITZPATRICK e STEIMAN, 1997, GONDIM et al., 2003; SHIPPER et al., 2004; XAVIER, 2005) e, alguns deles, ainda tentaram relacioná-la com a capacidade de permitir a microinfiltração (STABHOLZ et al., 1985; XAVIER, 2005).

Para tal observação, as pesquisas citadas utilizaram o MEV, pela maior magnificação da imagem alcançada. A forma de verificação da adaptação, na interface dente/material, foi obtida pela medição dos espaços encontrados na interface, também chamados de *gaps* (STABHOLZ et al., 1985; TORABINEJAD et al., 1995a; SHIPPER et al., 2004; XAVIER et al., 2005), por análise do percentual de desadaptação na interface (DIETRICH, KRAEMER e ROULET, 2002), ou por meio de análise qualitativa da superfície apical (FITZPATRICK e STEIMAN, 1997).

A microinfiltração apical e a adaptação marginal foram analisadas em cortes transversais dos 2 mm apicais dos dentes, baseado no estudo de Xavier (2003) que analisou ambas as variáveis, por meio de cortes transversais e longitudinais. A autora sugeriu a utilização apenas dos cortes transversais, pois observou o deslocamento do material, durante a realização de corte longitudinal, evidenciando a ocorrência de distorção da amostra. Este achado reforçou a constatação feita por Torabinejad et al. (1995) de que o seccionamento longitudinal da amostra teria o potencial de criar falsos espaços na interface dente/material, interferindo na avaliação da adaptação marginal.

Devido à conformação conóide da ponta ultrassônica, na porção mais profunda da retrocavidade, Xavier et al. (2005) verificaram a presença de guta-percha na interface dente/material, invalidando a análise da adaptação, nesta porção. Desta forma, descartamos a terceira fatia, correspondente ao terceiro milímetro mais profundo da retrocavidade. Nossos resultados mostraram a ocorrência de microinfiltração no milímetro mais apical da retrocavidade. No segundo milímetro, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, pois na maioria das fatias não foi verificada a microinfiltração da Prata.

Tanto Stabholz et al. (1985) como Xavier (2003) observaram as superfícies coronais das fatias, pois esta face se apresentava mais lisa e plana, permitindo melhor visualização das margens da retrobturação. De igual forma, foram realizamos as análises.

A avaliação da adaptação marginal e da microinfiltração apical, através do cálculo das áreas de desadaptação e de microinfiltração foi baseada na metodologia descrita por Gondim et al. (2003), por alcançar dados mais precisos. O *software* livre *ImageTool 2.0*, permite a delimitação das áreas de interesse (desadaptação e microinfiltração) fornecendo, automaticamente, os valores destas áreas. Vogt (2005) também utilizou este *software* para a medida das áreas de microinfiltração, citando sua facilidade de uso, sem requerer dispositivos

computadorizados sofisticados, permitindo uma análise em altíssima resolução e excelente nitidez e visibilidade.

Durante as análises das imagens, no *software*, verificamos a precisão do cálculo das áreas delimitadas. Em estudo piloto da técnica, constatamos que pequenas alterações na determinação das áreas, traziam resultados diferentes, mas que não tinham diferença estatisticamente significativa entre si, quando submetidos à análise de correlação intraclasse.

Shipper et al. (2004) explicaram as diferentes técnicas de microscopia eletrônica de varredura, com alto e baixo vácuo, e as utilizaram na comparação de resultados obtidos em análises da adaptação marginal de dentes retrobturados com MTA e amálgama. Na técnica de baixo vácuo, as amostras poderiam estar úmidas ou secas, à temperatura ambiente, diferentemente da técnica de alto vácuo, onde devia ser removida toda a umidade da peça, através da secagem das amostras com sílica gel. Com a técnica de baixo vácuo e espécimes úmidas, foram encontrados menores *gaps*, enquanto na técnica de alto vácuo, houve maiores desadaptações, provavelmente, pela ocorrência de artefatos da técnica de alto vácuo. Os autores salientaram que, com a técnica de baixo vácuo, os dentes não precisaram sofrer um pré-tratamento, sendo visualizados em condições próximas de um estudo *in vivo*.

Nesta pesquisa, utilizamos a técnica de alto vácuo, disponível para o experimento. Os dentes passaram pelo processo secagem, em dessecador contendo sílica gel, por duas semanas. Concordamos com Shipper et al. (2004) quanto às vantagens da técnica de baixo vácuo, pois após removermos as fatias dos dentes do dessecador, observamos a presença de rachaduras, visíveis à olho nu (Figura 22, Apêndice B). Acreditamos que dois momentos podem ter contribuído para a ocorrência de tais artefatos da técnica: a secagem e a inserção das amostras no MEV, onde ocorreu o vácuo. Não concordamos com os autores quanto à escolha do detector de imagens para avaliação da adaptação marginal. O detector BSE é mais indicado

para visualizar contrastes entre diferentes materiais; porém, não dá a noção de tridimensionalidade topográfica da região. Verificamos que somente Gondim et al. (2003) e Shipper et al. (2004) informaram o detector de imagem utilizado em seus estudos, embora esta informação seja importante e deva ser mencionada nas publicações, segundo nosso parecer.

Como forma de eliminar os artefatos da técnica de microscopia eletrônica de alto vácuo, alguns autores realizaram réplicas das amostras, em resina epoxi (STABHOLZ et al., 1985; TORABINEJAD et al., 1995a; WAPLINGTON et al., 1997; WESTON, MOULE e BARTOLD, 1999; GRAY et al., 2000; PETERS, PETERS e BARBAKOW, 2001; GONDIM et al.; DIETRICH, KRAEMER e ROULET, 2002; GONDIM et al., 2003). Gondim et al. (2002) compararam as imagens de dentes e suas réplicas, em altas magnificações, observando que, nas réplicas, não houve perda dos detalhes dos tecidos duros. Assim como os autores, selecionamos a resina epoxi para a replicação das amostras por suas características de baixa viscosidade, alta reproducibilidade, estabilidade dimensional e compatibilidade com o material de moldagem (Figura 26, Apêndice B).

Calzonetti et al. (1998) observaram apenas as impressões dos dentes, copiadas com polivinilsiloxano, justificando que esta silicona copiou suficientemente as estruturas dentárias para permitir uma análise direta, sem a necessidade de réplicas.

Xavier (2003) não confeccionou réplicas de suas amostras, pois afirmou que estas impediriam a visualização do nitrato de Prata nas amostras onde ocorreu a microinfiltração. Além disso, sugeriu que as rachaduras, provenientes de artefatos, não interferiram na adaptação dos materiais às paredes cavitárias. Stabholz et al. (1985) citou que as rachaduras encontradas em suas amostras aumentaram a desadaptação do material.

Stabholz et al. (1985), Torabinejad et al. (1995a) e Calzonetti et al. (1998) observaram a adaptação de materiais às paredes dentinárias, tanto nos dentes quanto nas réplicas.

Encontraram microfraturas somente nos dentes. Já Waplington et al. (1997), Weston, Moule e Bartold, (1999), Gray et al. (2000), Dietrich, Kraemer e Roulet (2002) e Gondim et al. (2003), analisaram somente as réplicas.

Nesta pesquisa, optamos por analisar as fatias dos dentes e suas réplicas, buscando estabelecer correlação entre as técnicas. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para determinar tal correlação, confirmando esta hipótese, ou seja, à medida que aumentou os valores nos dentes, aumentou também os valores nas réplicas. Apesar dos resultados estatísticos entre dentes e réplicas mostrarem correlação entre si, sugerimos a análise da adaptação do material apenas nas réplicas, pela ausência de artefatos gerados pela técnica de microscopia. Em muitos casos, foram verificados dentes com rachaduras, causadas pela técnica de microscopia (Figura 27, Apêndice B). Em outros, curiosamente, observamos a presença de *gaps* maiores nas réplicas do que nos dentes. Acreditamos que, nestes poucos casos, após a moldagem dos dentes, permaneceram resíduos do material de moldagem, completando os espaços de desadaptação, visualizados em maior magnificação e confirmados pela EDS (Figura 28 e Gráfico 6, Apêndice B). Este preenchimento, contudo, não ocorreu nos túbulos dentinários, permitindo a observação da Prata, quando microinfiltrada.

Sugerimos também um estudo onde seja aplicado condicionamento ácido nas fatias, após as moldagens, do mesmo modo realizado para a remoção da lama dentinária para análise em MEV, para que sejam removidos os resíduos da silicona.

Quanto à escolha dos materiais retrobturadores, nesta pesquisa, consideramos algumas características importantes, dentre aquelas inerentes ao material ideal para realizar retrobturações: biocompatibilidade, facilidade de manipulação, aderência e adaptação às paredes dentinárias, bem como, prevenção da infiltração de microorganismos e seus produtos

nos tecidos periapicais, insolubilidade aos tecidos bucais, estabilidade dimensional e ausência de sensibilidade à umidade.

O amálgama é um material, amplamente utilizado, pois apresenta vantagens como baixo custo, facilidade de manipulação e sucesso razoável em aplicações clínicas em retrobturações (JOHNSON, 1999).

Inúmeros estudos testaram diferentes materiais odontológicos, em retrobturações, na tentativa de utilizá-los como substitutos do amálgama, comparando os resultados (CHONG, PITT FORD e WATSON, 1991; TORABINEJAD, WATSON e PITT FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994; JESSLÉN et al.; TORABINEJAD et al., 1995b; HOLT e DUMSHA, 2000; FOGEL e PEIKOFF; ROY et al., 2001; PEREIRA, CENCI e DEMARCO; SHIPPER et al., 2004). Niederman e Theodosopoulou (2003) confirmaram este fato, quando pesquisaram as publicações de estudos clínicos sobre materiais retrobturadores, no período de 1966 à 2002, observando que o amálgama foi o material mais utilizado nos grupos controle.

No entanto, o amálgama apresenta desvantagens como sensibilidade da técnica à umidade, microinfiltração inicial, deposição dos produtos da corrosão na interface dente/amálgama e possível contaminação do Mercúrio nos tecidos periapicais (BARKHORDAR et al., 1989; TORABINEJAD, WARSON e PITT FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994).

Além disso, a corrosão excessiva pode levar ao aumento de porosidades, redução da integridade marginal, perda da resistência (JOHNSON, 2004a) e fratura radicular, causada pela expansão tardia do material (NELSON e MAHLER, 1990).

A modificação constante na composição das ligas de amálgama tem conferido a estes materiais melhorias nas suas qualidades. Amálgamas com alto teor de Cobre têm como

características a menor corrosão e a melhor integridade marginal (ANUSAVICE, 1996). Outros, contendo também Índio ou Platina, são ainda mais resistentes à corrosão superficial (ILIKLI et al., 1999).

Nelson e Mahler (1990) estudaram alguns fatores que influenciaram o vedamento de retrobturações com amálgamas com altos e baixos teores de Cobre, com e sem Zinco, na presença de contaminação por água. Os resultados mostraram que os amálgamas que contém Zinco e que foram contaminados pela água exibiram expansão tardia. Somente em um grupo houve expansão tardia significativa, podendo induzir fratura radicular.

Tecnicamente, o amálgama pode ser usado com ou sem a aplicação de verniz cavitário. Fogel e Peikoff (2001) afirmaram que o uso de verniz cavitário em retrobturações, à curto prazo, proporciona um melhor vedamento marginal. Com o tempo, entretanto, pode dissolver-se, levando à ocorrência de falhas entre o amálgama e as paredes dentinárias.

O amálgama foi inserido, nesta pesquisa, por ser o material mais utilizado em retrobturações, até o momento. A escolha por uma liga com alto teor de Cobre, sem Zinco e com adição de Platina (Logic+[®]) se deve às boas propriedades desta liga.

Todavia, o amálgama aparece com os maiores índices de microinfiltração, em relação à outros materiais, na maioria dos trabalhos (CHONG, PITT FORD e WATSON, 1991; TORABINEJAD, WATSON e PITT FORD, 1993; FOGEL e PEIKOFF 2001; PEREIRA, CENCI e DEMARCO, 2004).

Resultado diferente foi obtido por Holt e Dumsha (2000), onde o amálgama não apresentou diferença significativa quanto à microinfiltração, em relação à outros materiais testados atribuindo-se este fato a existência de metodologias de avaliação diferentes.

Torabinejad, Lee e Hong (1994) avaliaram dentes retrobturados com amálgama em boas condições clínicas e radiográficas, após suas extrações. Aplicaram o teste de penetração de solução marcadora e analisaram a adaptação marginal, em MEV. Encontraram penetração do corante, bem como *gaps* nas interfaces dente/amálgama.

Neste estudo, o grupo A apresentou microinfiltração, na fatia 1 (mais apical), estatisticamente maior que o grupo P. Não apresentou diferença significativa entre os demais grupos. Quanto à adaptação marginal, apresentou resultados mais favoráveis, com áreas menores de desadaptação, tanto nos dentes quanto nas réplicas. O grupo A apresentou adaptação significativamente maior que o grupo M em ambas as fatias, e nas réplicas. Creditamos os resultados satisfatórios do material às boas características químicas e físicas, como a adição de Platina à liga metálica.

Não encontramos diferenças significativas nas comparações entre o amálgama e o CIVMR (Vitremer™). Resultados semelhantes foram observados nos trabalhos *in vitro* de Pires (1996) e de Freitas, Demarco e Ramos (2004) e no estudo clínico e radiográfico de Jesslén et al. (1995).

Apesar de haver resultados não satisfatórios com o amálgama, quando comparado a outros materiais, acreditamos ser verdadeira a acertiva de Johnson, Anderson e Pashley (1995), que salientaram ser prematura a idéia de descartar o uso deste material em retrobturações, pois a variação nos resultados encontrados, em diferentes estudos, poderia ter sofrido influência de diversos fatores como tipo e manipulação do amálgama, preparação e profundidade da retrocavidade. A facilidade de manipulação e inserção do material, nas retrocavidades, foram as maiores vantagens do amálgama, em relação aos demais materiais.

Os CIVs tem sido pesquisados quanto à possibilidade de utilização em retrobturações, pois possuem vantagens como a biocompatibilidade e a baixa toxicidade (ROSALES et al.,

1996; BRENTGANI, BOMBONATO e CARVALHO, 1997; NAVARRO e PASCOTTO, 1998).

Barkhordar et al. (1989) afirmam que a boa adesão química ao esmalte e à dentina, tornam os CIV indicados para o vedamento dentário retrógrado e ortógrado. Jesslén et al. (1995) citaram como desvantagem dos CIVs a sensibilidade à umidade.

A introdução dos CIVMRs trouxe melhorias nas propriedades físicas destes materiais. Dentre elas, a menor sensibilidade à umidade e o tempo de presa mais rápido, associados à resistência adesiva aumentada (NAVARRO e PASCOTTO, 1998).

A opção pela inserção do Fuji Ortho™ LC, em retrobturações, foi devido à sua principal característica de baixa sensibilidade à umidade, pois uma das maiores dificuldades durante a cirurgia parodontológica é a manutenção de um campo operatório seco.

Silverman et al. (1995) compararam a força de adesão de alguns CIVs, na colagem de bráquetes. O melhor resultado foi observado com o Fuji Ortho™ LC, sem o uso do condicionador e em presença de saliva no campo operatório. Kirovski e Madzarova (2000) e Cacciafesta et al. (2003), por sua vez, observaram maior força de adesão com condicionamento prévio, sendo ainda maior, em presença de meio úmido.

Não realizamos o condicionamento prévio da cavidade ao inserir o Fuji Ortho™ LC, respaldados nos resultados obtidos por Silverman et al. (1995). Além disso, julgamos que a aplicação de ácido na região apical poderia aumentar a exposição dos túbulos dentinários e influenciar os resultados da microinfiltração.

Freitas, Demarco e Ramos (2004) afirmaram que a vantagem dos CIVs em relação a outros materiais adesivos como a resina composta e o compômero é a aplicação do material

sem o condicionamento ácido. Transpondo à uma situação clínica, a aplicação do ácido pode ser uma fonte de sangramento e contaminação da mistura, num ambiente já contaminado.

Sugerimos um estudo onde seja realizada a comparação entre as duas técnicas de inserção do Fuji Ortho™ LC, com e sem condicionamento, para avaliar a influência do condicionamento prévio na microinfiltração apical de solução marcadora, em retrobturações.

O Vitremer™ também é um CIVMR, com liberação prolongada de íons Flúor e adesão química às estruturas dentárias (NAVARRO e PASCOTTO, 1998). Diversas pesquisas tem estudado o comportamento deste material, em retrocavidades, demonstrando bons resultados (PIRES, 1996; FLORES e BRITO, 1997; FREITAS, DEMARCO e RAMOS, 2004). Este material foi utilizado, nesta pesquisa, como forma de comparação dos resultados obtidos com aqueles do Fuji Ortho™ LC, uma vez que não existem relatos de seu uso em retrobturações.

O Fuji Ortho™ LC apresentou resultados superiores ao Vitremer™, no que diz respeito à microinfiltração apical. O grupo V apresentou microinfiltração significativamente maior que os grupos F, M e P. O grupo F não apresentou diferença estatística entre estes grupos. Quanto à adaptação marginal, ambos os CIVMRs não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si, tanto nas fatias, quanto nas réplicas.

A diferença no comportamento de vedamento dos dois CIVMRs poderia ser justificada pelo princípio da união e da adesão dos materiais, que baseia-se na capacidade de umedecimento dos materiais sobre o substrato em que eles são aplicados. Pelo fato do Fuji Ortho™ LC ser um material para colagem de bráquetes este apresenta menor viscosidade em relação ao Vitremer™, um material restaurador e, conseqüentemente, maior capacidade de umedecimento sobre a dentina.

Ressaltamos a dificuldade de inserção dos CIVMRs, nas pequenas cavidades, diferentemente do amálgama, MTA e CP, que apresentavam consistência arenosa semelhante e facilidade de inserção.

Assim como o GC Fuji Ortho™ LC e o Vitremer™, ambos CIVMR, realizou-se a análise de dois materiais com composição química semelhantes (MTA e CP), como forma de comparação, quanto às variáveis testadas, pois, segundo Camilleri et al. (2004), ambos os MTAs, cinza e branco, têm sua composição baseada nos cimentos Portland.

O CPB (Votorantin®), utilizado nesta pesquisa tem características físicas semelhantes às do cimentos Portland cinza, utilizados para o mesmo fim e, freqüentemente comparados com os MTAs, em estudos recentes.

A escolha pela utilização do CP branco (CPB-40- Votorantin®) foi pela semelhança estrutural com o MTA branco Angelus®, um material nacional disponível no mercado.

Pesquisas foram realizadas com o objetivo de verificar as semelhanças químicas, físicas e biológicas do MTA e do CP (ESTRELA, et al., 2000; HOLLAND et al., 2002; HOLLAND et al., 2003; SAIDON et al., 2003; CAMILLERI et al., 2004; MENEZES et al., 2004; GERHARDT DE OLIVEIRA et al., 2004).

Saidon et al. (2003) e De Deus et al. (2005) avaliaram as reações celulares e teciduais do MTA e do CP. Camilleri et al. (2004) realizaram estudo comparativo da biocompatibilidade entre os MTA branco e cinza (Pro-Root™), bem como do óxido de Bismuto e do alusilicato, isoladamente, utilizando a cultura de células. Por sua vez, Menezes et al. (2004) avaliaram a resposta pulpar de dentes de cães após pulpotomia com MTA-Ângelus®, MTA Pro-Root™, CP e CPB. Em todos os estudos, apesar de utilizarem metodologias e cimentos diferentes, observaram a biocompatibilidade dos materiais.

Torabinejad et al. (1995b) verificaram o tempo de presa do MTA, de aproximadamente 2 horas e 45 minutos e seu pH inicial, de 10,2, aumentando para 12,5 após três horas. Cientes da desvantagem do longo tempo de presa do material, Abdullah et al. (2002) adicionaram cloreto de Cálcio ao CP, para reduzir o tempo de presa. A adição da substância não interferiu na biocompatibilidade do material.

Duarte et al. (2003) e Fridland e Rosado (2005) observaram a liberação de íons Cálcio, em meio aquoso, tendo um padrão decrescente de solubilidade. Esta liberação resultou em aumento do pH, favorecendo a cicatrização tecidual. Johnson (1999) acreditou que estas características favoreceram a eleição do MTA como material de escolha, em retrobturações.

Tal como Xavier (2003) e Vogt (2005), constatamos a microinfiltração da Prata no interior do material usado nas retrobturações (Figura 25, Apêndice B). Xavier (2003) justificou que a penetração poderia ser em função do pH ácido da solução, de uma possível interação química do material com o nitrato de Prata ou pelo fato do material ainda não ter tomado presa final no momento da imersão na solução. No entanto, Roy, Jeasonne e Gerrets (2001) observaram que o pH ácido aumentou a capacidade de vedamento apical. Descartamos a hipótese da imersão do MTA na solução antes da sua presa, pois esta etapa da metodologia ocorreu 24 horas após as retrobturações. Não observamos a presença da Prata no interior do CP.

Ambos os materiais apresentaram resultados bons quanto ao vedamento apical, sendo os menores valores de áreas com microinfiltração apical da Prata. Não houve diferença significativa entre os grupos M e P. Este último apresentou microinfiltração significativamente menor em relação aos grupos A e V. O grupo M, no entanto, apresentou diferença estatística apenas em relação ao grupo V. Com relação à adaptação destes materiais, constatamos resposta inversa, com maiores áreas de *gaps* na interface dente/material. Entre

eles, não houve diferença significativa nas adaptações em ambas as fatias, e nas réplicas. O grupo M demonstrou comportamento significativamente inferior aos grupos A, V e F, na fatia 1 e em sua réplica, enquanto na fatia 2 e na réplica, mostrou pior resultado em relação aos grupos F e A. Já o grupo P, apresentou desadaptação marginal, estatisticamente maior que o grupo F, na fatia 1 e o grupo A, na fatia 2. Não mostrou diferença significativa com os demais grupos, nas análises das réplicas da fatia 2.

Estes resultados diferem daqueles encontrados por Xavier et al. (2005), que observou melhor adaptação marginal do MTA em relação ao Vitremer™.

Observamos que todos os materiais testados apresentaram algum grau de desadaptação marginal, coincidindo com os resultados mostrados nos estudos de Stabholz et al. (1985) e Fogel e Peikoff (2001).

Constatamos a ausência de correlação entre as variáveis analisadas nesta pesquisa, observando inclusive, resultados inversos. Acreditamos que a adaptação dos materiais foi alterada, no momento do seccionamento das fatias, tanto quanto observado por Torabinejad et al. (1995) e Xavier (2003), nos cortes longitudinais. Possivelmente, a justificativa para a melhor adaptação dos CIVMRs em relação aos demais materiais, seria pelo tipo de adesão química às paredes dentinárias, dificultando o deslocamento dos materiais durante os cortes.

Estes achados são contrários aos de Stabholz et al. (1985), os quais observaram correlação entre a microinfiltração apical e a adaptação marginal dos materiais utilizados em retrobturações.

Analisando o comportamento dos materiais e relacionando-os com sua composição química semelhante, podemos constatar que, os grupos dos cimentos à base de óxido de Cálcio (MTA e CP) tiveram microinfiltração estatisticamente menor que o grupo do

Vitremer™. Entretanto, não diferiram estatisticamente do grupo do Fuji Ortho™ LC. Com relação à adaptação marginal, os CIVMRs, apresentaram melhores resultados em relação aos grupos do MTA e do CP, tendo diferença estatisticamente significativa, principalmente em relação ao grupo do MTA. O amálgama apresentou comportamento intermediário em relação aos demais materiais, quanto à microinfiltração apical e melhor adaptação marginal, em relação aos grupos dos cimentos à base de óxido de Cálcio.

Salientamos que a maior dificuldade em discutir resultados de uma pesquisa nesta área reside nos fatos de não haver padronização metodológica e trabalhar-se com diversas variáveis.

7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, aplicada a metodologia proposta, pode-se afirmar que:

- verificou-se a presença de microinfiltração apical em todos os grupos de materiais testados;
- todos os materiais testados apresentaram algum grau de desadaptação marginal;
- houve correlação entre os resultados da adaptação marginal, obtidos das fatias dos dentes e das suas réplicas;
- na avaliação da microinfiltração apical, o Vitremer™ apresentou comportamento inferior ao Fuji Ortho™ LC, apesar de ambos serem CIVMRs. Quanto à adaptação marginal, ambos apresentaram comportamento semelhante;
- o MTA e o CPB apresentaram comportamento semelhante, em todas as variáveis testadas;
- não houve correlação entre os dados obtidos nas análises do vedamento apical e da adaptação marginal.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, D. et al. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. **Biomaterials**, Oxford, v.23, n. 19, p. 4001-10, Oct, 2002.

ABRAMOVITZ, I. et al. Case selection for apical surgery: a retrospective evaluation of associated factors and rational. **J Endod**, Baltimore, v. 28, n. 7, p. 527-30, Jul, 2002.

ALONSO VERRI, R. Cirurgia do periápice. 1ª parte. **Odontólogo moderno**, [S.I.], v.9, n.7, p. 29-35, jul, 1982.

ANDELIN, W.E. et al. Microleakage of resected MTA. **J Endod**, Baltimore, v. 28, n. 8, p. 573-74, Aug, 2002.

ANUSAVICE, K.J. **Phillips, materiais dentários**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. Cap. 17, 18, 1996, p. 212-240.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 5 ed. São Paulo: ABCP, 1999, 28p.

BARKHORDAR, R.A.; PELZNER, R.B.; STARK, M.M. Use of glass ionomers as retrofilling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, St. Louis, v. 67, n. 6, p. 734-9, Jun., 1989.

BERBERT, A. et al. Cirurgias parendodônticas. In: HIZATUGU, R.; VALDRIGHI, L. **Endodontia. Considerações biológicas e aplicação clínica**. Piracicaba: Aloisi, 1974, p.252-301.

BERGER, C.R. **Endodontia clínica**. São Paulo: Pancast, cap. 14 e 17, 2002, 571p.

BERNABÉ, P.F. ; HOLLAND, D.R. Cirurgia parendodôntica: quando indicar e como realizá-la. In: GONÇALVES, E.A.; FELLER, C. **Atualização na clínica odontológica: a prática na clínica geral**. São Paulo: Artes Médicas, 1998, p. 217-54.

_____ MTA e cimento Portland: considerações sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas. In: CARDOSO, R.J.A.; MACHADO, M.E.L. **Odontologia arte e conhecimento**. Vol. 1. Porto Alegre: Artes Médicas, cap. 11, 2003, p. 225-64.

BERNABÉ, P.F. et al. Influência do smear layer sobre a superfície dentinária exposta após a realização da apicectomia: removê-la ou não. **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, v. 56, p. 120-25, 1999.

BRAMANTE, C.M. et al. Análise a través de microscopia eletrônica de varredura de alguns materiais utilizados em obturação retrógrada. **Rev Bras Odontol**, v. 47, n. 6, p. 29-34, nov/dez, 1990.

BRENTEGANI, L.G.; BOMBONATO, K.F., CARVALHO, T.L. Histological evaluation of the biocompatibility of a glass-ionomer cement in rat alveolus. **Biomaterials**, Oxford, v.18, n. 2, p. 137, 40, Jan, 1997.

CACCIAFESTA, V. et al. Use of a self-etching primer in combination with a resin-modified glass ionomer: effect of water and saliva contamination on shear bond strength. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St. Louis, v. 124, n. 4, p. 420-6, Oct., 2003.

CALZONETTI, J.K. et al. Ultrasonic root end cavity preparation assessed by an in situ impression technique. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 85, n. 2, p. 210-15, Feb, 1998.

CAMILLERI, J. et al. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. **Int Endod J**, Oxford, v. 37, n. 10, p. 699-704, Oct, 2004.

CAMPBELL, D.T.; STANLEY, J.C.B. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1979. 138 p.

CEMM (Centro de Microscopia e Microanálises) da PUCRS. **Princípios físicos e suas aplicações**. Disponível em: <http://www.pucrs.br/cemm/>. Acesso em 12/03/2004.

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**, Oxford, v. 24, n.5 , p. 223-32, May, 1991.

CHONG, B.S.; PITT FORD, T.R.; HUDSON, M.B. A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. **Int Endod J**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 520-26, Jul, 2003.

CILLI, R. ARAÚJO, M.A.J. Resinas compostas condensáveis: estudo de microinfiltração. **PGR – Pós-graduação em revista da faculdade de odontologia de São José dos Campos**, São José dos Campos, v. 3, n.1, p. 113-17, jan/jun, 2000.

DE BRUYNE, M.A.A. et al. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flor porometry. **Int Endod J**, Oxford, v. 38, n.2 , p. 129-36, Feb, 2005.

DE DEUS, G. et al. Citotoxicity of MTA and Portland cement on human ECV 304 endothelial cells. **Int Endod J**, Oxford, v. 38, n.9 , p. 604-09, Sep, 2005.

DIETRICH, T.; KRAEMER, M.L.J.; ROULET, J.F. Blood contamination and dentin bonding – effect of anticoagulant in laboratory studies. **Dent Mat**, Dallas, v. 18, n. 2, p. 159-62, Mar, 2002.

DUARTE, M.A.H., et al. pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 95, n. 3, p. 345-47, Mar, 2003.

EL-SWIAH, J.M.; WALKER, R.T. Reasons for apicectomies. A retrospective study. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 12, p. 185-91, 1996.

ESCODA, C.G.; AYTÉS, L.B. **Cirurgia bucal**. 1ª ed. Madrid: Ediciones Ergon, 1999, p. 781-830.

ESTRELA, C. et al. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. **Braz Dent J**, v. 11, n. 1, p.3-9, 2000.

FLORES, J.A.; BRITO, J.H.M. Contribuição ao estudo de materiais usados em obturações retrógradas após apicectomias. **Rev Odonto Ciência**, Porto Alegre, n. 23, p. 145-81, 1997/1.

FOGEL, H.M.; PEIKOFF, M.D. Microleakage of root-end filling materials. **J Endod**, Baltimore, v. 27, n. 7, p. 456-58, Jul, 2001.

FREITAS, J.M.; DEMARCO, F.F.; RAMOS, O.L.V. Microleakage in retrofillings: influence of the materials and blood contamination. **Rev Pós-Grad Fac Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 119-24, 2004.

FRIDLAND, M. ROSADO, R. MTA solubility: a long term study. **J Endod**, Baltimore, v. 31, n. 5, p. 376-79, May, 2005.

FITZPATRICK, E.L.; STEIMAN H.R. Scanning electron microscopic evaluation of finishing techniques on IRM and EBA retrofillings. **J Endod**, Baltimore, v. 23, n. 7, p. 423-27, Jul, 1997.

GAGLIANI, M.; TASCHIERI, S.; MOLINARI, R. Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. **J Endod**, Baltimore, v. 24, n. 11, p. 726-30, Nov, 1998.

GERHARDT DE OLIVEIRA, M.G. et al. Análise atômica comparativa por EDS dos cimentos MTA e Portland. **Braz Oral Res**, v. 18, Supplement, Sep, p. 157, 2004. Abstack.

GILHEANY, P.A.; FIGDOR, D.; TYAS, M.J. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. **J Endod**, Baltimore, v. 20, n. 1, p. 22-26, Jan, 1994.

GOLDMAN, M.; SIMMONDS, S.; RUSH, R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, St. Louis, v. 67, n. 3, p. 327-32, Mar, 1989.

GONDIM, E. et al. Effect of sonic and ultrasonic retrograde cavity preparation on the integrity of root apices of freshly extracted human teeth: scanning electron microscopy analysis. **J Endod**, Baltimore, v. 28, n. 9, p. 646-50, Sep, 2002.

GONDIM, E. et al. Investigation of the marginal adaptation of root-end filling materials in root-end cavities prepared with ultrasonic tips. **Int Endod J**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 491-9, Jul, 2003.

GRAY, G.J. et al. Quality of root-end preparations using ultrasonic and rotary instrumentation in cadavers. **J Endod**, Baltimore, v. 26, n. 5, p. 281-83, May, 2000.

HOLLAND et al. Agregado de trióxido mineral (MTA): composição, mecanismo de ação, comportamento biológico e emprego clínico. **Rev Cienc Odont.** v. 5, n. 5, p. 7-19, 2002.

HOLT, G.M.; DUMSHA, T.C. Leakage of amalgam, composite and Super-EBA®, compared with a new retrofill material: bone cement. **J Endod**, Baltimore, v. 26, n. 1, p. 29-31, Jan, 2000.

ICHESCO, W.R. et al. A spectrophotometric analysis of dentinal leakage in resected root. **J Endod**, Baltimore, v. 17, n. 10, p. 503-07, Oct, 1991.

ILIKLI, B.G. et al. *In vitro* corrosion behavior and microhardness of high-copper amalgams with platinum and indium. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 26, n. 2, p. 170-176, Feb, 1999.

ISHIKAWA, H. et al. Evaluation of root-end cavity preparation using ultrasonic retrotips. **Int Endod J**, Oxford, v. 36, n.9, p. 586-90, Sep, 2003.

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**, St. Louis, v. 79, n. 1, p. 101-3, Jan, 1995.

JOHNSON, B.R. Consideration in the selection of a root-end filling material. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 87, n. 4, p. 398-404, Apr, 1999.

JOHNSON, G.H. Amálgama. In: CRAIG, R.G.; POWERS, J.M. **Materiais dentários restauradores**. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda. 11^a ed. capítulo 11, p. 287-327, 2004a.

_____. Materiais de moldagem. In: CRAIG, R.G.; POWERS, J.M. **Materiais dentários restauradores**. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda. 11^a ed. capítulo 12, p. 353-65, 2004b.

JOHNSON, J.R.; ANDERSON, R.W.; PASHLEY, D.H. Evaluation of the seal of various amalgam products used as root-end fillings. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n. 10, p. 505-08, Oct, 1995.

KATZ, A.; ROSENWASSER, R.; TAMSE, A. Root positioning and leakage to dye in extracted teeth using reduced pressure. **Int Endod J**, Oxford, v. 31, n.1, p. 63-66, Jan, 1998.

KIROVSKI, I.; MADZAROVA, S. Tensile bond strength of a light-cured glass ionomer cement when used for bracket bonding under different conditions: an *in vitro* study. **Eur J Orthod**, v. 22, n. 6, p. 719-23, Dec, 2000.

KONTAKIOTIS, E.G.; LAGOUDAKOS, T.A.; GEORGOPOULOU, M.K. The influence of root-end preparation on microleakage of root filled teeth *in vitro*. **Int Endod J**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 403-07, Jun, 2004.

LAMB, E.L. et al. Effect of root resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 95, n. 6, p. 732-35, Jun, 2003.

LASKIN, D. **Cirurgia Bucal y Maxilo-Facial**. Buenos Aires: Panamericana, 1987.

LUFT, J.H, **J. Biophys. Biochem. Cytol.** v. 9, p. 409, 1961. In: Electron microscopy sciences. Technical Data Sheets. Disponível em:
<http://www.emsdiasum.com/microscopy/technical/datasheet/14120.aspx> . Acesso em 25/08/2004.

McDONALD, N. J.; DUMSHA, T. C. A comparative retrofill leakage study utilizing a dentin bonding material. *J. Endod.*, v. 13, n. 5, p. 224-227, 1987.

McKENZIE, M.A.; LINDEN, R.W.; NICHOLSON, J.W. The physical properties of conventional and resin-modified glass-ionomer dental cements stored in saliva, proprietary acidic beverages, saline and water. *Biomaterials*, Oxford, v. 24, n. 22, p. 4063-9, Oct, 2003.

MENEZES, R. et al. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wounds dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, St. Louis, v. 98, n. 3, p. 376-9, Sep, 2004.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo:Pini, 1994, 584p.

NAVARRO, M.F.; PASCOTTO, R.C. **Cimentos de ionômero de vidro**. São Paulo: Artes Médicas, 1998, 179 p.

NELSON, L.W.; MAHLER, D.B. Factors influencing the sealing behavior of retrograde amalgam fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, St. Louis, v. 69, n. 3, p. 356-60, Mar, 1990.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**. 2.ed. São Paulo: Pini, 1997, 828p.

NIEDERMAN, R.; THEODOSOPOULOU, J.N. A systematic review of *in vivo* retrograde obturation materials. *Int Endod J*, Oxford, v. 36, n. 9, p. 577-85, Sep, 2003.

PEREIRA, C.L.; CENCI, M.S.; DEMARCO, F.F. Sealing ability of MTA, Super-EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materials. *Braz Oral Res*, São Paulo, v. 18, n.4, p. 317-321, Oct-Dec, 2004.

PETERS, C.I.; PETERS, O.A. BARBAKOW, F. An *in vitro* study comparing root-end cavities prepared by diamond-coated and stainless steel ultrasonic retrotips. *Int Endod J*, Oxford, v. 34, n. 2, p. 142-48, Mar, 2001.

PETRUCCI, E.G.R. **Concreto de cimento Portland**. 13.ed. São Paulo: Globo, 1998, 307p.

PIRES, M.S.M. **Estudo comparativo, da avaliação *in vitro*, do poder de selamento marginal de três tipos de ionômero de vidro fotopolimerizáveis, usados em obturações retrógradas**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1996. 34p. Dissertação (mestrado) Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial. FO/UFPEL, 1996.

RAINWATER, A.; JEASONNE, B.G.; SARKAR, N. Effects of ultrasonic root-end preparation on microcrack formation and leakage. **J Endod**, Baltimore, v. 26, n.2, p. 72-75, Feb, 2000.

REEH, E.S.; COMBE, E.C. New core and sealer materials for root canal obturation and retrofilling. **J Endod**, Baltimore, v. 28, n.7, p. 520-23, Jul, 2002.

REGAN, J.D.; GUTMANN, J.L.; WITHERSPOON, D.E. Comparison of Diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. **Int Endod J**, Oxford, v. 35, n. 10, p. 840-47, Oct, 2002.

ROSALES, J.J. et al. An *in vitro* comparison of micro-leakage in three glass ionomer cements used as retrograde filling materials. **Int Dent J**, v. 46, n. 1, p. 15-21, 1996.

ROY, C.O.; JEANSONNE, B.G.; GERRETS, T.F. Effect of an acid environment on leakage of root-end filling materials. **J Endod**, Baltimore, v. 27, n.1, p. 7-8, Jan, 2001.

SAIDON, J. et al. Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 95, n. 4, p. 483-9, Apr, 2003.

SANO, H. et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. **Oper Dent**, v.20, p. 18-25, 1995.

SHIPPER, G. et al. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. **Int Endod J**, Oxford, v. 37, n.5 , p. 325-36, May , 2004.

SILVERMAN, E.B.A. et al. A new light-cured glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St. Louis, v. 108, n.3, p. 231-6, 1995.

STABHOLZ, A. et al. Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. **J Endod**, Baltimore, v. 11, n.5, p. 218-23, May, 1985.

SUMI, Y. et al. Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. **J Oral Maxillofac Surg**, Chicago, v. 54, n. 5, p. 590-3, May, 1996.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T.F.; PITT FORD, T.R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **J Endod**, Baltimore, v. 19, n.12, p. 591-95, Dec, 1993.

TORABINEJAD, M. et al. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. **J Endod**, Baltimore, v. 20, n.4, p. 159-63, Apr, 1994.

TORABINEJAD, M.; LEE, S.J.; HONG, C.U. Apical marginal adaptation of orthograde and retrograde root end fillings: a dye leakage end scanning electron microscopic study. **J Endod**, Baltimore, v. 20, n.8, p. 402-07, Aug, 1994.

TORABINEJAD, M. et al. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n.6, p. 295-99, Jun, 1995a.

TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **J Endod**, Baltimore, v. 21, n.7, p. 349-53, Jul, 1995b.

VALOIS, C.R.A.; COSTA, E.D. Influence of thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings *in vitro*. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 97, n. 1, p. 108-11, Jan, 2004.

VOGT, B.F. **Microrinfiltração apical do MTA-Angelus® em testes de penetração com diferentes corantes**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. 62p. Monografia (especialização) Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial. FO/UFPEL, 2005.

Von ARX, T. Failed root canals: the case for apicectomy (periradicular surgery) **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 63, n. 6, p. 832-37, 2005.

WAPLINGTON, M. et al. Incidence of root face alteration after ultrasonic retrograde cavity preparation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 83, n. 3, p. 387-392, Mar, 1997.

WESTON, G.D.; MOULE, A.J.; BARTOLD, P.M. A scanning electron microscopic evaluation of root surfaces and the gutta-percha interface following root-end resection *in vitro*. **Int Endod J**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 450-58, Nov, 1999.

WU, M.K.; KONTAKIOTIS, E.G.; WESSELINK, P.R. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. **J Dentistry**, Birmingham, v. 26, p. 585-89, 1998.

XAVIER, C.B.; ZAMBRANO, C.B.B. Avaliação da ressecção apical e indicação de materiais retrobturadores, em cirurgias parendodônticas, no Brasil – estudo de campo. **BCI**, Curitiba, v. 8, n. 32, p. 335-42, out/dez, 2001.

XAVIER, C.B. **Análise comparativa de materiais retrobturadores: vedamento apical e adaptação marginal**. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2003. 173 p. Tese (doutorado) Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial. FO/PUCRS, 2003.

XAVIER, C.B. et al. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. **J Endod**, Baltimore, v. 31, n.7, p. 539-42, Jul, 2005.

ZHU, Q.; SAFAVI, K.E.; SPANGBERG, L.S.W. Cytotoxic evaluation of root-end filling materials in cultures of human osteoblast-like cells and periodontal ligament cells. **J Endod**, Baltimore, v. 25, n.6, p. 410-12, Jun, 1999.

ZUOLO, M.L. et al. Ultrasonic root-end preparation with smooth and diamond-coated tips. **Endod Dent Traumatol**, Munksgaard, v. 15, n. 5, p. 265-68, May, 1999.

APÊNDICE A - Tabelas dos resultados

Tabela 11 - Valores das áreas de microinfiltração da prata (μm^2), nas fatias 1 e 2 .

DENTE	GRUPO	INFILTRAÇÃO FATIA1 (μm^2)	INFILTRAÇÃO FATIA 2 (μm^2)
1	A	80967,43	56870,75
2	A	68792,86	40551,73
3	A	91700,96	201274,74
4	A	0,00	0,00
5	A	242768,60	0,00
6	A	540296,78	289542,15
7	A	54878,44	0,00
8	A	0,00	0,00
9	A	0,00	0,00
10	A	38887,68	0,00
11	F	0,00	0,00
12	F	129036,30	0,00
13	F	1051872,00	369357,90
14	F	283808,53	641863,31
15	F	0,00	0,00
16	F	0,00	0,00
17	F	0,00	0,00
18	F	0,00	0,00
19	F	0,00	0,00
20	F	502797,91	221079,88
21	M	0,00	0,00
22	M	0,00	0,00
23	M	0,00	0,00
24	M	0,00	0,00
25	M	626693,24	0,00
26	M	33768,35	0,00
27	M	0,00	0,00
28	M	0,00	0,00
29	M	27476,21	0,00
30	M	0,00	0,00
31	P	0,00	0,00
32	P	0,00	0,00
33	P	0,00	0,00
34	P	0,00	0,00
35	P	0,00	0,00
36	P	82756,14	0,00
37	P	0,00	0,00
38	P	0,00	0,00
39	P	0,00	0,00
40	P	0,00	0,00
41	V	369812,89	249511,12
42	V	0,00	0,00
43	V	136265,19	140770,03
44	V	0,00	0,00
45	V		
46	V	439233,39	446287,78
47	V	136242,10	0,00
48	V	675282,41	663088,64
49	V	365966,40	18582,35
50	V	319610,72	68573,18

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

- Não foi possível a obtenção das medidas do dente nº 45, do grupo V, pois a amostra foi perdida durante os procedimentos técnicos no CEMM.

Tabela 12 - Valores das áreas de desadaptação marginal (μm^2) na interface dente/material, nas fatias 1 e 2.

DENTE	GRUPO	ADAPTAÇÃO FATIA 1 (μm^2)	ADAPTAÇÃO FATIA 2 (μm^2)
1	A	20004,74	13409,81
2	A	1622,07	1921,89
3	A	0,00	2416,56
4	A		18262,15
5	A	818,93	939,17
6	A	0,00	371,60
7	A	40444,75	8643,78
8	A		3636,52
9	A	3122,34	2441,41
10	A	0,00	2640,88
11	F	328,99	13727,81
12	F	0,00	6733,98
13	F	5046,38	23519,50
14	F	5843,41	0,00
15	F	0,00	12338,80
16	F	0,00	4725,02
17	F	0,00	4317,16
18	F	0,00	2046,19
19	F	0,00	0,00
20	F	3233,12	2979,88
21	M		14494,51
22	M	15647,06	21156,04
23	M	11965,68	10367,81
24	M	9661,53	13633,98
25	M	5746,74	9462,29
26	M	5014,01	13018,44
27	M	6374,19	16797,06
28	M	14968,16	8770,94
29	M	17069,83	16384,28
30	M	5488,75	13419,86
31	P	1081,98	10437,87
32	P	10238,64	19641,39
33	P	10777,34	1336,03
34	P	30403,70	7804,81
35	P	598,38	17387,29
36	P	14680,61	39507,24
37	P	2397,63	3620,00
38	P	4865,08	1436,23
39	P	5605,43	17181,66
40	P	3719,57	33512,49
41	V	0,00	7961,06
42	V	0,00	11290,19
43	V	0,00	1435,35
44	V	489,94	2028,47
45	V		
46	V	3770,41	3199,37
47	V	34789,38	38577,24
48	V	6449,70	8946,58
49	V	4704,05	15997,74
50	V	4077,07	32570,15

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

* Não foram coletados os dados das fatias 1 dos dentes 4, 8 e 21, bem como das duas fatias do dente 45. Nos três primeiros dentes, o material retrobturador se desprende do dente, tornando inviável a avaliação da adaptação nestas interfaces.

Tabela 13 - Valores das áreas de desadaptação marginal (μm^2), nas réplicas, nas fatias 1 e 2.

DENTE	GRUPO ADAPTAÇÃO	RÉPLICA F1 (μm^2)	ADAPTAÇÃO RÉPLICA F2 (μm^2)
1	A	1858,05	7217,84
2	A	370,17	2518,64
3	A	0,00	2610,65
4	A	13433,95	897,04
5	A	657,31	1310,19
6	A	0,00	1841,42
7	A	0,00	0,00
8	A	33424,85	7441,41
9	A	3445,02	2437,88
10	A	0,00	3060,36
11	F	0,00	5515,54
12	F	0,00	6563,31
13	F	6838,49	21967,26
14	F	1121,14	0,00
15	F	0,00	5220,94
16	F	0,00	4243,79
17	F	0,00	3992,90
18	F	0,00	2096,99
19	F	0,00	0,00
20	F	4017,56	3967,13
21	M		10892,31
22	M	11955,50	21352,42
23	M	8825,85	18053,42
24	M	14463,97	13712,46
25	M	5133,56	7643,46
26	M	596,45	0,00
27	M	8955,19	17043,79
28	M	2378,92	4079,03
29	M	1617,69	12677,13
30	M	7330,41	5499,85
31	P	953,85	5218,80
32	P	12676,59	14688,76
33	P	5448,71	2258,60
34	P	4828,86	1060,35
35	P	714,80	10411,49
36	P	10433,34	7360,88
37	P	4441,84	11882,68
38	P	3489,22	3871,13
39	P	6823,37	2317,17
40	P	7260,62	4207,22
41	V	1713,86	4588,18
42	V	0,00	3902,96
43	V	0,00	2284,03
44	V	0,00	991,72
45	V	5906,67	3319,15
46	V	2245,06	7949,05
47	V	22506,86	18428,40
48	V	649,00	0,00
49	V	2253,25	11893,31
50	V	0,00	8925,43

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

*Nesta avaliação, apenas a fatia 1 da réplica do dente 21 não foi avaliada, pois a mesma apresentava desadaptação total do material retrobturador.

APÊNDICE B - Fotomicrografias em MEV

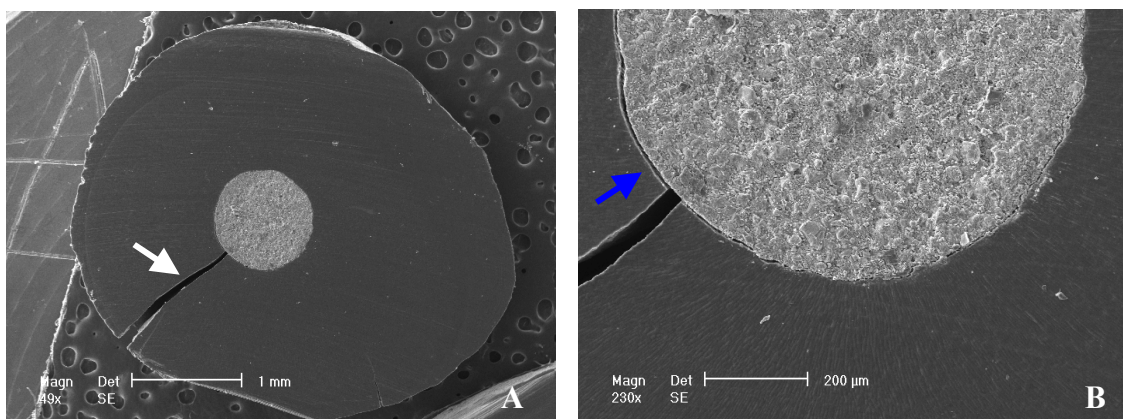


Figura 22 - Fotomicrografia, em MEV, P1_2: fatia 2 do dente 31, do grupo P. A) imagem de toda a fatia (SE, aumento original 49x), demonstrando uma rachadura – seta branca; B) imagem da mesma fatia (SE, aumento original 230x), demonstrando desadaptação marginal decorrente da rachadura – seta azul.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

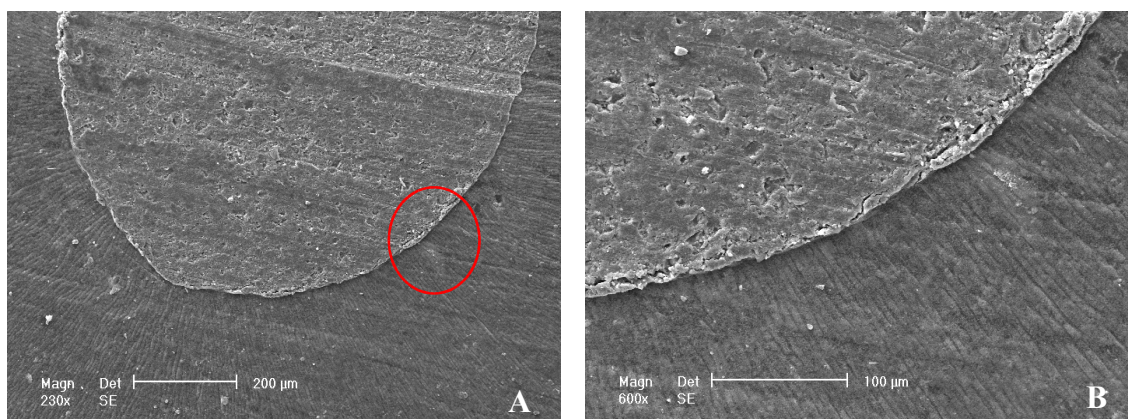


Figura 23 - Fotomicrografia, em MEV, F8_2: fatia 2 do dente 18, do grupo F. A) imagem da porção inferior da fatia (SE, aumento original 230x); B) imagem de parte da interface dente/Fuji, em maior aumento para confirmar a adaptação marginal (SE, aumento original, 600x)

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

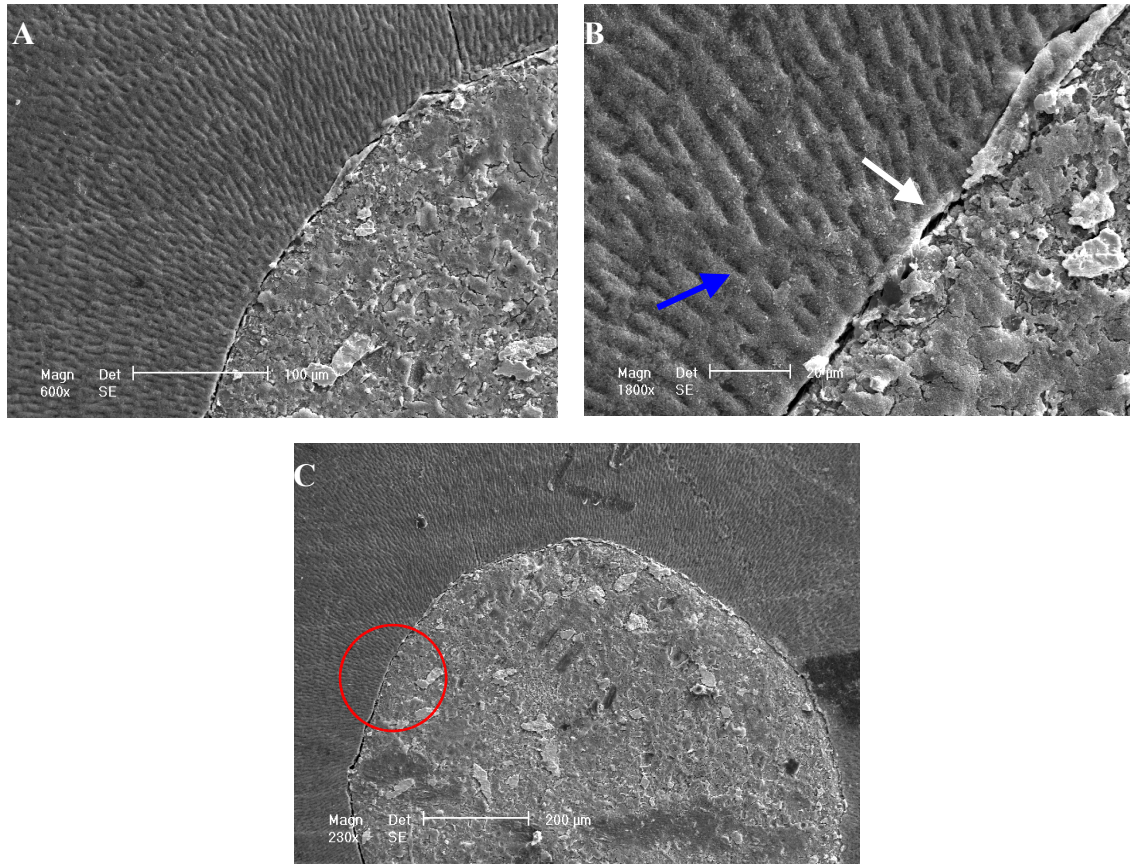


Figura 24 - Fotomicrografia, em MEV, M9_2: fatia 2 do dente 29, do grupo M. A) imagem da interface dente/MTA (SE, aumento original 600x); B) imagem da mesma fatia (SE, aumento original, 1800x), demonstrando desadaptação marginal – seta azul e os túbulos dentinários – seta branca, em maior aumento; C) análise da adaptação marginal (SE, aumento original 230x), com elipse demonstrando região visualizada em maior aumento.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

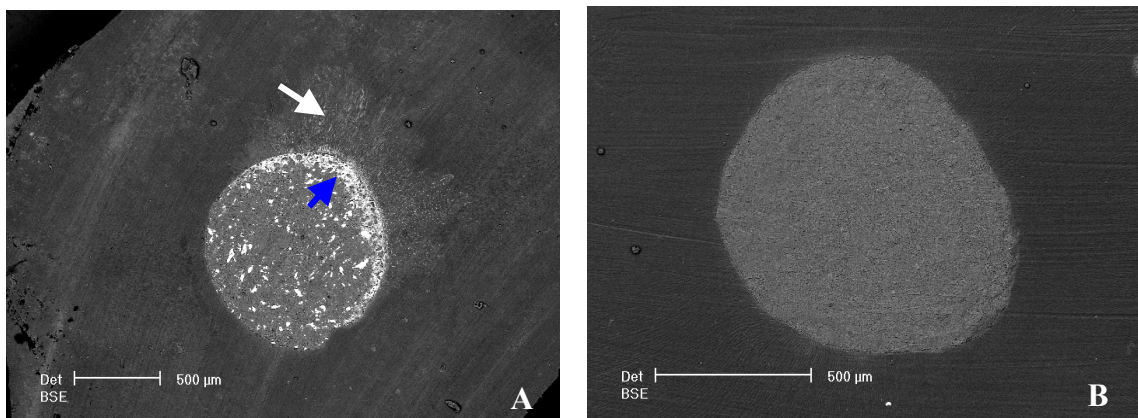


Figura 25 - Fotomicrografia, em MEV. A) imagem da fatia 1, do dente 25, do grupo M (BSE, escala em 500µm), demonstrando a microinfiltração da Prata no dente – seta branca, e no interior do MTA – seta azul; B) imagem da fatia 2 do dente 37, do grupo P.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

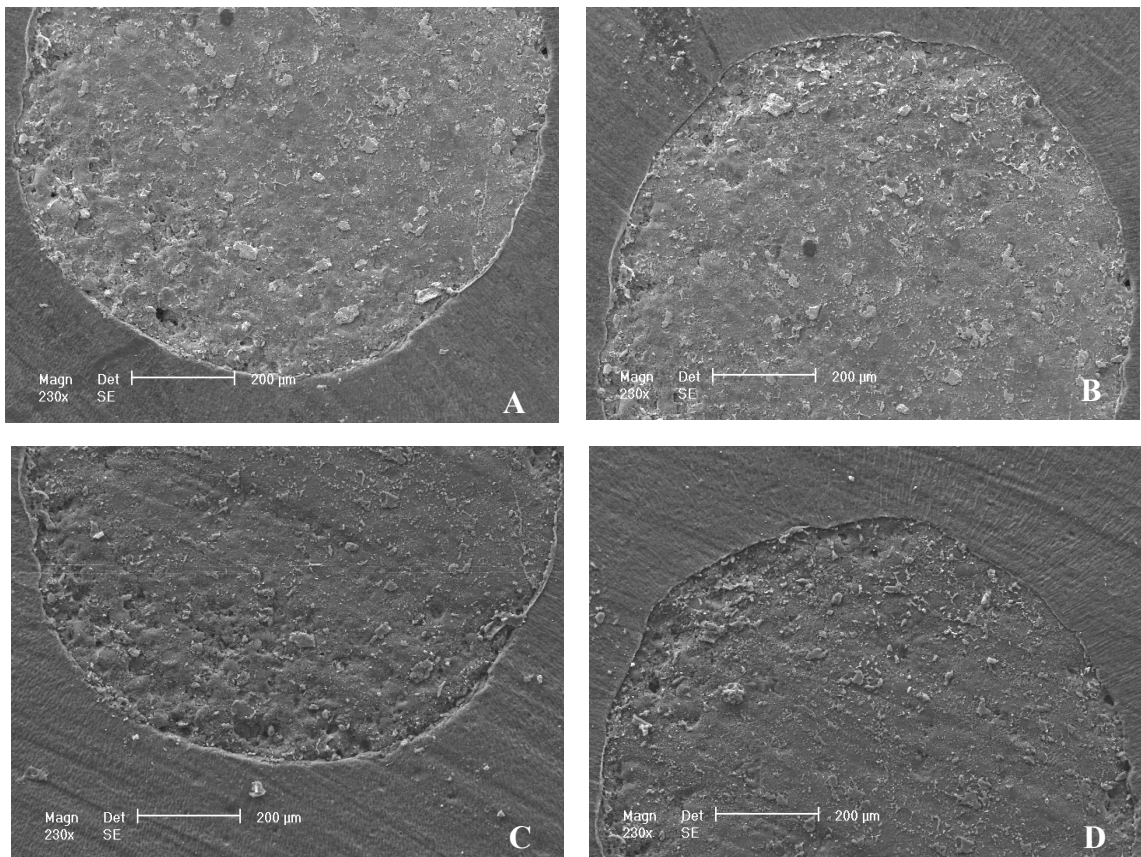


Figura 26 - Fotomicrografia, em MEV, da fatia 2, do dente 23, do grupo M (SE, aumentos originais 230x). A) porção inferior da fatia; B) porção superior da fatia; C) porção inferior da réplica da fatia; D) porção superior da réplica da fatia.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

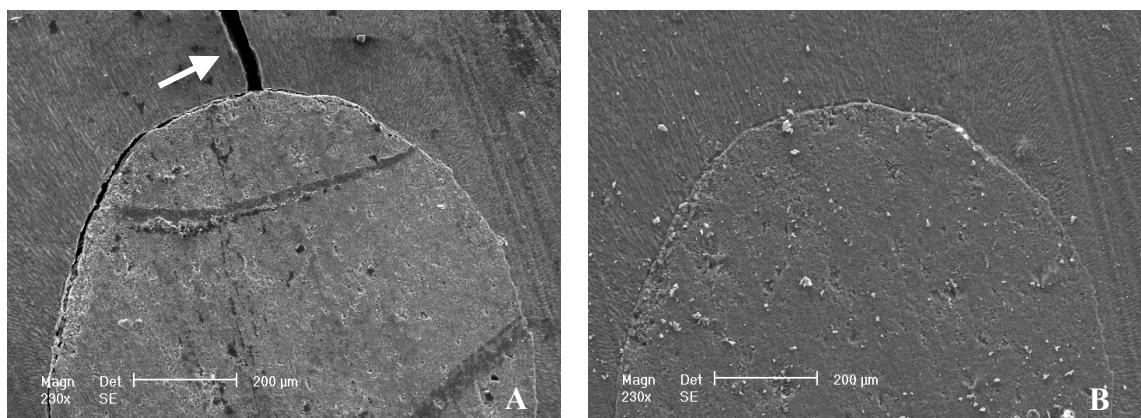


Figura 27 - Fotomicrografia, em MEV, da fatia 2, do dente 15, do grupo F (SE, aumentos originais 230x). A) imagem do dente, com presença de desadaptação marginal e rachadura – seta branca; B) imagem da réplica da fatia, sem a presença da rachadura.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBMF, FO/PUCRS, 2005.

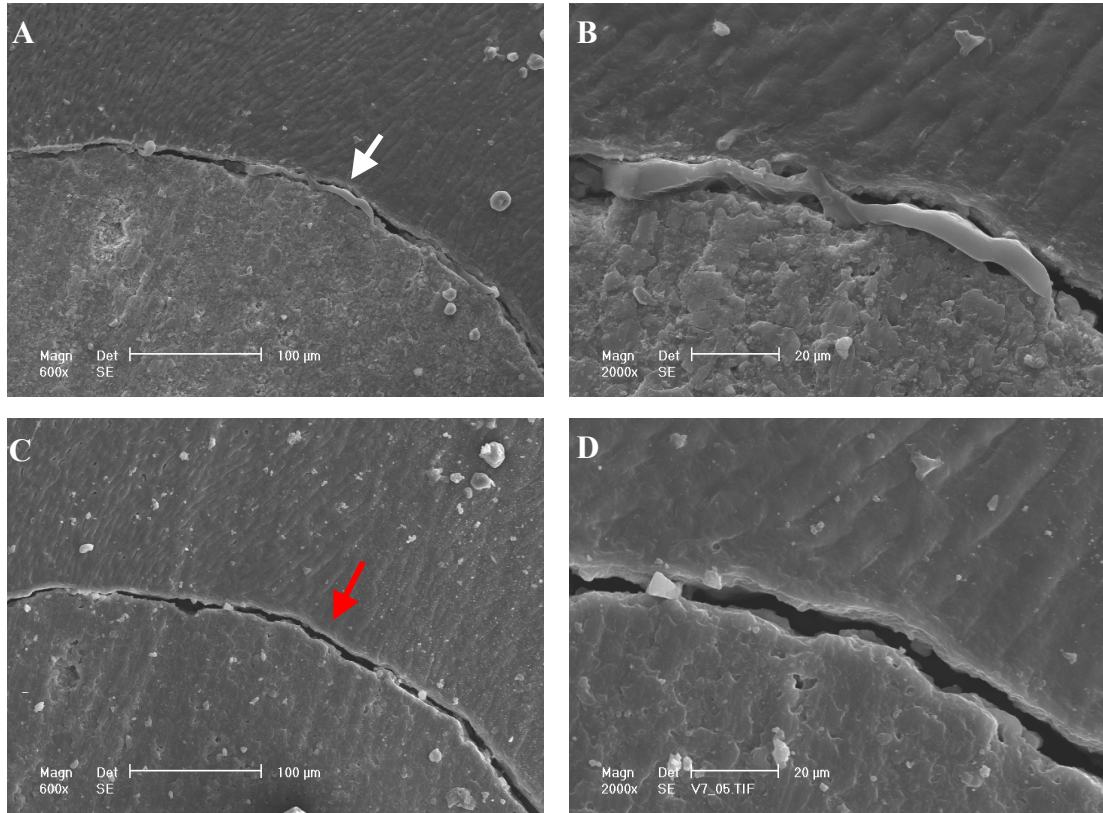


Figura 28 - Fotomicrografia, em MEV A) réplica da fatia 2, do dente 47, do grupo V (SE, aumento original 600x). Seta branca indica a presença de material de moldagem no interior do *gap*. B) imagem, em maior aumento (SE, aumento original, 2000x), C) imagem da fatia 2 (SE, aumento original 600x), com presença de desadaptação marginal, sem material no interior do *gap*, no local correspondente ao da réplica– seta vermelha; D) imagem, em maior aumento (SE, aumento original, 2000x), confirmando a ausência de material no *gap*.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

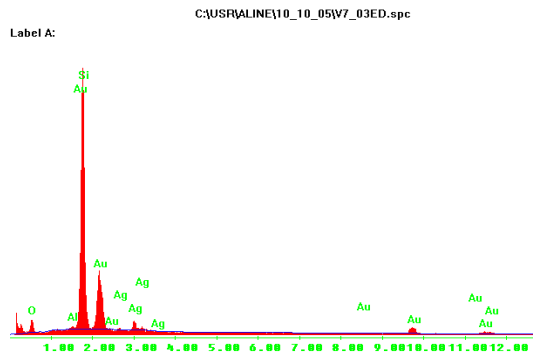


Gráfico 7 - Quantificação dos elementos presentes na área analisada presente no interior do *gap*, indicado pela seta branca da figura 28 (A).

Observa-se a presença aumentada de Silício (Si), elemento presente na composição das siliconas de adição.

FONTE: Dados da pesquisa. Programa de Pós-graduação em CTBME, FO/PUCRS, 2005.

ANEXO A – Aprovação da Comissão Científica e de Ética da FO/PUCRS

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)