CLAUDIA PANZANI

**AVALIAÇÃO DA VEDAÇÃO APICAL PROPORCIONADA POR TRÊS
MATERIAIS RETROOBTURADORES**

São Paulo

2005

Claudia Panzani

**Avaliação da vedação apical proporcionada por três materiais
retroobturadores**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof.Dr. Marcelo dos Santos

São Paulo

2005

FOLHA DE APROVAÇÃO

Panzani C. Avaliação da vedação apical proporcionada por três materiais retroobturadores [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

São Paulo, / /2005

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao **Paulo, meu marido**, companheiro e amigo de todas as horas, pela incansável compreensão, carinho e dedicação, todo o meu amor.

Aos **meus pais** que sempre me apoiaram e incentivaram, sem medir esforços, ressaltando o valor de estudar.

Às minhas irmãs **Karen e Elaine** pela eterna amizade.

Ao **Thiago**, a minha preocupação em oferecer bons exemplos, apresentar caminhos e todo o meu carinho.

Aos meus colegas de pós-graduação **Adriana, Anelise, Ronise, Carmen, Cristiane, Guilherme e Karina** pelo companheirismo e amizade nesta jornada.

A todos os **professores do Curso de Pós-Graduação** que contribuíram para a minha formação e muito acrescentaram.

Aos **professores e amigos do Curso de Especialização da EAP - Santo André**, onde tudo começou.

Aos **meus colegas do Curso de Endodontia da FUNDECTO**, obrigada pela convivência enriquecedora.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador **Prof. Dr. Marcelo dos Santos**

"Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais..." (Rubem Alves).

Obrigada pela disponibilidade, humildade e exemplo.

A empresa CVD Vale por ceder as pontas de ultra-som.

A empresa Optimum por disponibilizar o Kit de cimento Real Seal[®].

Ao Sr. Francisco José Correa Braga por disponibilizar o cimento que foi desenvolvido pelo IPEN-USP, para a realização deste trabalho.

Às bibliotecárias, Vânia M B O Funaro e Glauci E D Fidelis, pela correção e formatação do trabalho.

Panzani C. Avaliação da vedação apical proporcionada por três materiais retroobturadores [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

RESUMO

A cirurgia pararendodôntica é um recurso utilizado para solucionar casos em que a terapia endodôntica não obteve sucesso, ou ainda na impossibilidade da sua realização. A escolha de um material retroobturador adequado pode contribuir positivamente para o reparo tecidual. Este estudo teve como objetivo avaliar a capacidade seladora de três materiais usados para retroobturação, em dois tempos diferentes, tendo como marcador o corante Rodamina B a 0,2%. Sessenta e seis dentes tiveram as suas coroas seccionadas, os canais preparados com limas manuais e obturados com cimento e guta-percha. Seccionaram-se dois milímetros da porção apical e cavidades retrógradas foram preparadas com pontas de ultra-som lisas; dividindo-se então, em 3 grupos experimentais que receberam os seguintes materiais: MTA Ângelus®, Real Seal® e um material experimental desenvolvido pelo IPEN-USP (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Universidade de São Paulo). Dez elementos de cada grupo foram imersos em soro fisiológico durante 72 h a 37 °C, antes de serem impermeabilizados e colocados no corante por 24 h (grupos I A, II A e III A). Os demais permaneceram 60 dias em soro fisiológico para depois serem impermeabilizados e colocados no marcador (grupos I B, II B e III B). O controle positivo consistiu de 3 espécimes, que não tiveram as cavidades retroobturadas. Outros três espécimes serviram como controle negativo, cada um foi retroobturado com um dos materiais em estudo e foram totalmente impermeabilizados antes de serem imersos no corante. Após o tempo de imersão no corante, todos os espécimes foram lavados, e em seguida, clivados

longitudinalmente no sentido msio-distal. As superfcies foram avaliadas em lupa estereoscpica com aumento de 20X e fotografadas. A infiltrao linear foi medida com auxlio de uma lente reticulada e rgua milimetrada. Os resultados foram submetidos aos testes estatsticos de Kruskal-Wallis e verificou-se que no houve diferena entre os grupos do MTA ngelus e do Real Seal, sendo que a maior infiltrao do corante ocorreu na interface dentina-material experimental, com diferena estatisticamente significativa ao nvel de 1% ($\alpha=0,01$). Fazendo a anlise estatstica de Mann-Whitney entre os grupos com o mesmo material, verificou-se que o tempo de permanncia em umidade at 60 dias no influenciou na vedaco dos materiais retroobturadores.

Palavras-Chave: Cirurgia Parendodntica; Obturao Retrgrada; MTA

Panzani C. Evaluation of sealing ability of three root-end filling materials [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

ABSTRACT

Apical surgery is a resource that is used to solve cases in which endodontic therapy was either unsuccessful or could not be done. Choice of root-end filling material contributes for successful. The purpose of this study was to evaluate the sealing ability of three materials used for root-end filling, using 0.2% Rhodamine B. Sixty-six teeth had their crowns removed, and their canals were cleaned and shaped with manual files, and filled with cement and gutta-percha. Two millimeters of the apical portion were sectioned and root-end cavities were prepared in all specimens with smooth ultrasonic tips. Three groups were formed to receive the following materials: MTA Ângelus[®], Real Seal[®], and an experimental material developed by the IPEN-USP (Institute of Energetic and Nuclear Research from São Paulo University). Ten specimens from each group were immersed in a physiological saline solution for 72 h at 37 °C, before being waterproofed and put in the colorant for 24 h (groups I A, II A, and III A). The others remained in physiological saline solution for 60 days and were then waterproofed and put in the marker (groups I B, II B, and III B). The positive control consisted of three specimens that did not have their cavities root-end filled. Another three specimens served as a negative control, each being root-end filled with one of the materials being studied, and they were totally waterproofed before being immersed in Rhodamine B. After the time of immersion in the colorant, all of the specimens were washed and then cleaved longitudinally in the mesio-distal direction. The surfaces were evaluated under a stereoscopic magnifying glass at 20X

magnification and photographed. The linear infiltration was measured with a micro metered lens and millimeter rule. The results were submitted to the Kruskal-Wallis statistical tests and it was noticed that there was no difference between the MTA Ângelus® and Real Seal® groups. The experimental material presents the most colorant microleakage, with a statistically significant difference ($\alpha=0.01$). The Mann-Whitney statistical analysis performed in the groups with the same material showed that the period of time the specimen remained exposed to moisture - up to 60 days - did not impact the materials' sealing capacity.

Keywords: Apical Surgery; MTA; Root-End Filling

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Radiografia dos espécimes após retroobturação.....	75
Gráfico 5.1 - Médias de infiltração linear (mm) dos grupos nos dois tempos experimentais.....	81
Tabela 5.1 - Média de infiltração linear (mm) nos diferentes grupos experimentais.....	78
Tabela 5.2 - Teste Kruskal-Wallis para os grupos de 72 h.....	79
Tabela 5.3 - Comparação entre as médias dos postos das amostras quando os materiais retroobturadores foram mantidos em umidade por 72 h.....	79
Tabela 5.4 - Teste de Kruskal-Wallis para os grupos de 60 dias	80
Tabela 5.5 - Comparação entre as médias dos postos das amostras quando os materiais retroobturadores foram mantidos em umidade por 60 dias ..	80
Tabela 5.6 - Teste de Mann-Whitney para os grupos retroobturados com MTA (72h X 60 dias).....	81
Tabela 5.7 - Teste de Mann-Whitney para os grupos retroobturados com Real Seal (72h X 60 dias).....	82
Tabela 5.8 - Teste de Mann-Whitney para os grupos retroobturados com material experimental (72h X 60 dias).....	82

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

BHI	Brain Human Infusion
EDTA	Ácido Etilenodiaminotetraacético
EDTA –T	Ácido Etilenodiaminotetraacético associado ao tergentol
h	hora
IRM	Intermediary Restorative Material
G	grupo
MEV	microscopia eletrônica de varredura
in	minuto
ml	mililitro
mm	milímetro
MHz	megahertz
MPa	megapascal
MTA	mineral trioxide aggregate
n°	número
OZE	óxido de zinco e eugenol
pH	potencial hidrogeniônico
RS	Real Seal
µm	micrômetro

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Apicectomia	19
2.2 Retropreparo	22
2.3 Material Retroobturador	38
2.3.1 composição e biocompatibilidade.....	39
2.3.2 atividade antimicrobiana.....	43
2.3.3 adaptação.....	45
2.3.4 vedação.....	49
2.3.5 materiais obturadores	63
3 PROPOSIÇÃO	67
4 MATERIAL E MÉTODOS	69
5 RESULTADOS	77
6 DISCUSSÃO	83
7 CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS	97
APÊNDICES	106
ANEXOS.....	114

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica tem atingido alto índice de sucesso graças ao avanço científico e tecnológico que propicia ao endodontista a solução da maioria dos casos. No entanto, a complexidade da anatomia do sistema de canais radiculares e ou a presença de biofilme apical podem comprometer a eficácia da terapia endodôntica na redução dos microrganismos e seus subprodutos, gerando o insucesso do tratamento. A cirurgia parendodôntica é indicada nestes casos onde todos os recursos disponíveis já foram utilizados, sem resultados favoráveis que conduzam à reparação tecidual da região apical, ou na impossibilidade do retratamento do canal radicular devido à inacessibilidade do mesmo pela presença de retentores intra-radiculares ou outros obstáculos.

Entre as modalidades da cirurgia parendodôntica, a apicectomia e obturação retrógrada têm como objetivo preparar a região apical para receber um material capaz de promover o melhor selamento possível, dificultando a microinfiltração e a recidiva da lesão. Para isso, há a necessidade de confeccionar uma cavidade retrógrada adequada, com paredes regulares acompanhando o canal principal em profundidade suficiente para que o material retroobturador seja capaz de vedá-la de modo satisfatório.

Durante muito tempo usou-se para obturar cavidades retrógradas materiais comuns à dentisteria como o amálgama, ionômero de vidro, IRM® e outros, no entanto, os resultados obtidos eram limitados. Isto se deve ao fato de que estes materiais, de maneira geral, não possuem todas as propriedades desejáveis em um material retroobturador: biocompatibilidade, radiopacidade, insolubilidade

frente ao fluídos periapicais, fácil manipulação, não sofrer corrosão, nem tampouco manchar os tecidos perirradiculares, ter boa adaptação e capacidade de selamento e que estas características se perpetuem durante toda a sua permanência.

Dentre os materiais sugeridos, ressalta-se o MTA, que foi desenvolvido na década de 90 e é constituído principalmente de silicato de tricálcico, aluminato de tricálcico, óxido de tricálcico, óxido de silicato e outros óxidos minerais que juntos formam um pó hidrofílico que toma presa na presença de água. Este gel coloidal se transforma em uma estrutura dura por volta de 3 horas. Suas características podem variar de acordo com a proporção pó/água, temperatura e bolhas durante a manipulação. Porém, alguns estudos têm demonstrado eficácia quanto à selamento e biocompatibilidade quando usado como material retroobturador.

O material que está sendo desenvolvido pelo IPEN, para ser usado em cirurgias parodontodônticas e em selamento de perfurações, é à base de agregado trióxido mineral e as características diferenciais desse com o MTA branco é a granulação mais fina, tendo a intenção de ser mais fácil a sua introdução na cavidade. Porém, este também possui tempo de presa elevado.

Para resolver a questão do tempo de presa, que pode ser fator desfavorável e comprometer o selamento, há a tendência em usar materiais fotopolimerizáveis, tornando o preenchimento mais rápido e seguro. O cimento resinoso Real Seal[®] lançado recentemente no mercado e desenvolvido para a obturação de canais, é de fácil manipulação e sua polimerização é rápida, pois se dá quimicamente e através de luz. Além disso, segundo o fabricante, possui adesão às paredes de dentina podendo promover um selamento superior aos outros materiais.

A capacidade de um material vedar a cavidade tem sido o foco de vários estudos, pois pesquisadores atribuem à infiltração umas das principais causas da perpetuação da patologia apical.

Para avaliar a infiltração marginal permitida por diferentes materiais, diversos métodos têm sido utilizados como infiltração de corante, bacteriana e seus subprodutos, e filtragem de fluido. A infiltração de corante é um dos métodos mais usados, pela simplicidade técnica e baixo custo.

Estabelecida a importância da propriedade seladora do material retroobturador, justifica-se avaliar a infiltração do corante Rodamina B 0,2% na interface da dentina com os materiais MTA, Real Seal[®] e o material experimental em dois tempos distintos, 72 horas e 60 dias.

REVISÃO

DA

LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

O principal desafio enfrentado pelo endodontista diariamente consiste em reduzir significativamente os microrganismos e seus subprodutos, enfrentar a complexidade do sistema de canais radiculares e conseguir vedação tridimensional e eficaz. Contudo, quando o tratamento endodôntico é bem conduzido, é possível atingir índices de sucesso elevados caracterizando-se pela ausência de sinais e sintomas, ausência de fístula ou outros sinais de infecção, evidência radiográfica de reparo e a permanência do dente em função.

Os recursos tecnológicos disponíveis atualmente, como microscópio e ultrassom, contribuem proporcionando maior segurança durante o tratamento e tornando o prognóstico mais favorável e previsível, entretanto não são fatores determinantes para o sucesso.

Apesar de todos estes recursos, existem casos impossíveis de serem solucionados apenas com a terapia endodôntica, necessitando da intervenção cirúrgica como complemento, com o objetivo de criar condições para que haja a reparação dos tecidos periapicais. A cirurgia parendodôntica também é indicada quando o canal radicular está inacessível devido à presença de pino, instrumento fraturado ou outras obstruções, considerando os riscos de ocorrerem fraturas ou perfurações ao removê-los.

El Swiah e Walker (1996), avaliando os fatores que levaram a decisão de realizar a cirurgia parendodôntica em 517 dentes, verificaram que apenas 3.3% foram unicamente por fatores técnicos (pinos, instrumentos fraturados, coroas, perfurações). Em 35.2% foram por fatores exclusivamente biológicos: persistência

de sinais e sintomas e exsudato não controlado. A grande maioria das causas (61.5%) foi por fatores combinados (técnico e biológico). Os principais fatores biológicos foram: a presença de sintomas e a permanência da lesão. Entre os fatores técnicos, o mais freqüente foi a presença de pinos. A distribuição deste pacientes revelou que 72,8% tinham a qualidade da obturação insatisfatória.

O sucesso da cirurgia parendodôntica pode ser mais previsível quando se segue rigorosamente o protocolo cirúrgico que consiste em geral, na curetagem total da lesão, apicectomia, cavidade retrógrada preparada com pontas para ultra-som e escolha de material retroobturador adequado (ZUOLO; FERREIRA; GUTMANN, 2000).

Chong, Pitt Ford e Hudson (2003) analisaram o índice de sucesso em cirurgias parendodônticas, selecionaram pacientes estabelecendo critérios quanto à técnica cirúrgica utilizada: apicectomia feita perpendicularmente ao longo eixo do dente, cavidades retrógradas preparadas com pontas de ultra-som CT e retroobturadas com MTA ou IRM. A radiografia tomada logo após a cirurgia era comparada com aquelas feitas em 12 meses e 24 meses com a técnica do paralelismo. A porcentagem de dentes apresentando completa reparação observada para o MTA foi de 84% em 12 meses e 92% em 24 meses, e para o IRM foi de 76% em 12 meses e 87% em 24 meses, embora sem diferença estatisticamente significativa entre eles ($p > 0,05$).

A execução da cirurgia parendodôntica requer a atenção a cada detalhe e cada etapa deve ser muito bem conduzida. A apicectomia, o retropreparo e a retroobturação estão intimamente ligados, interferindo no bom resultado da cirurgia e por isso, estudos têm sido feitos para aprimorar cada vez mais a técnica de cada um desses passos.

2.1 Apicectomia

A apicectomia tem por objetivo permitir melhor observação da porção apical, além de eliminar a região conhecida como “delta apical” que colabora para a complexidade anatômica da região e onde, muitas vezes, encontra-se aderido à superfície externa o biofilme apical, placa bacteriana que não pode ser atingida por antibióticos ministrados via sistêmica de maneira eficaz e por isso, muitas vezes, responsável pelo insucesso do tratamento (TRONSTAD; BARNET; CERVONE, 1990).

Gilheany, Figdor e Tyas (1994) realizaram a apicectomia em dentes extraídos, variando a angulação: 90°, 30° e 45° em relação ao longo eixo do dente. As cavidades foram retroobturadas com Ketac Silver e a infiltração foi medida através da passagem de fluido. Os resultados mostraram que aumentando a profundidade da cavidade retrógrada, diminuía a infiltração ($p = 0.0001$). O grupo com corte de 90° infiltrou menos com diferença estatística para os outros grupos, 30° ($p = 0.002$) e para 45° ($p = 0.0001$). Não foi encontrada diferença entre os grupos com 30° ou 45°. Aumentando o bisel, fica evidente a contribuição tanto para a infiltração ao redor do material retroobturador, quanto para o aumento de permeabilidade da raiz apicectomizada.

Gagliani, Taschieri e Molinari (1998), avaliaram como o ângulo da apicectomia pode afetar o selamento apical. Dentes extraídos humanos foram preparados e obturados com guta percha e cimento: em metade deles realizou-se a apicectomia em ângulo de 45° e a outra metade em ângulo de 90°. O ultra-som usado foi EMS e as pontas para fazer as cavidades retrógradas foram as CT5 em potência média. A

retroobturação foi realizada com Super-EBA. Determinou-se a infiltração apical imergindo os espécimes no corante fucsina e clivando-os longitudinalmente. A infiltração linear foi medida usando um estereomicroscópio com aumento de 12X e os resultados foram submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que houve menor infiltração nos grupos em que a apicectomia foi realizada a 90° ($p < 0.0001$). Nenhum dos espécimes apresentou infiltração maior que a profundidade da cavidade preparada.

Morgan e Marshall (1998) compararam a topografia das raízes apicectomizadas com brocas de aço nº 57 e brocas Multiuso e os acabamentos feitos com broca carbide multilaminada e ponta diamantada ultrafina em alta rotação. As superfícies foram analisadas em microscópio com 20X de aumento e avaliadas em escores em escala de 0-3. As brocas Multiuso conseguiram corte mais plano do que a nº 57 e a multilaminada produziu superfície mais lisa que a diamantada para os acabamentos com diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$). A importância da superfície mais lisa é que assim talvez ocorra cicatrização mais rápida, visto que as profundidades de sulcos deixadas pelas brocas influenciarão na camada de magma dentinário produzida pelas mesmas e consequentemente promoverão retardo na deposição de cimento nessa superfície durante a cicatrização.

Neste sentido, Weston, Moule e Bartold (1999) também avaliaram os efeitos que os instrumentos causam na superfície radicular após a apicectomia. Os grupos foram divididos de acordo com o instrumento utilizado: pontas diamantadas em baixa rotação, diamantadas cilíndricas em alta rotação, broca carbide de tungstênio cilíndrica em alta rotação, diamantada média seguida de diamantada fina em alta rotação, carbide de tungstênio esférica (em alta e baixa rotação), usando estas em

sentido horário e anti-horário. Réplicas em resina foram feitas para serem analisadas e fotografadas em MEV. Cada instrumento produziu ranhuras características na superfície, sendo as pontas diamantadas seguida do corte com pontas de diamante fino e as cilíndricas de tungstênio em alta rotação as que produziram superfícies mais lisas. Observaram também que a desadaptação da guta percha ocorre quando o corte foi feito em sentido anti-horário.

Wu et al. (2001) determinaram a qualidade do remanescente da obturação em incisivos inferiores depois da apicectomia e retropreparo. As raízes de 40 dentes foram instrumentadas manualmente e obturadas, metade com guta-percha termoplastificada e cimento AH 26 e a outra metade sem cimento. Os espécimes ficaram estocados em 100% de umidade por 2 semanas. Depois, as apicectomias foram realizadas com brocas (nº 10) e os retropreparos feitos com brocas de cone invertido em baixa rotação com 3 mm de profundidade. A infiltração ocorrida nos 7 mm da raiz remanescente foi medida através da condução de fluido. Após o teste de infiltração, secções transversais nos 3 mm finais do ápice foram feitas, para medir a área da guta-percha usando um programa de análise de imagens (KS100 Imagen System 3.0) através das fotos tiradas com um aumento de 40X. A qualidade do material obturador remanescente também foi avaliada calculando a porcentagem da guta-percha preenchendo a área do canal radicular. Apresentaram infiltração 67% dos espécimes, sem diferença estatística entre os grupos. A média da porcentagem da guta-percha preenchendo o canal foi de 85.6%. Os autores observaram que a guta-percha termoplastificada não pôde preencher áreas onde os debris permaneciam após a instrumentação.

Kontakiotis, Lagoudakos e Georgopoulou (2004) estudaram a influência da apicectomia e do retropreparo na infiltração apical radicular. Quarenta e oito dentes

divididos em 3 grupos (pré-molares inferiores, incisivos inferiores e incisivos superiores) foram preparados e obturados com guta-percha e o cimento Roth 601, usando a técnica de condensação lateral. Após o período de presa, verificou-se a infiltração através de um sistema de condução de fluido onde foi aplicada pressão por 2 h. Então, se fez as apicectomias com pontas diamantadas cilíndricas e os preparos retrógrados feitos com brocas esféricas nº 2. Os espécimes foram submetidos novamente ao teste de condução de fluido. Um total de 31% das raízes infiltrou antes e 54% depois do preparo retrógrado; a diferença foi significativa ($p < 0.001$). Os autores concluíram que a apicectomia e o retropreparo comprometem o selamento dos 7 mm restantes da obturação, necessitando assim de material retroobturador após estes procedimentos.

2.2 Retropreparo

Os retropreparos inicialmente eram feitos apenas com brocas de baixa ou alta rotação, esféricas ou tronco-cônicas, o que tornava este procedimento difícil de ser padronizado devido às variações de posição dental, inclinação e tamanho da loja óssea. O retropreparo deve ser de fácil execução, ter paredes regulares, cavidade que acompanhe o longo eixo do dente e permita a inserção do material obturador com o mínimo de desgaste da estrutura dentária, características que eram impossíveis de serem conseguidas com brocas convencionais. O ultra-som e as pontas especialmente desenhadas para o preparo apical facilitaram muito este procedimento durante o ato cirúrgico (VALE; BRAMANTE, 1999).

Diversos estudos foram realizados comparando brocas com pontas de ultra-som e diferentes tipos de pontas de ultra-som entre si, verificando a eficácia de cada uma, além da ocorrência ou não de microfraturas.

Gutmann et al. (1994) compararam a presença ou ausência de *debris* e magma dentinário após retropreparos feitos com ultra-som ou com brocas. Os grupos de 20 dentes humanos extraídos foram preparados como se segue: GI - broca nº 10, esférica, usada para preparar a cavidade apical no longo eixo da raiz; GII - tratamento como no grupo I seguido de irrigação com solução de ácido cítrico 10:3 (10% ácido cítrico, 3% Fe_2Cl_3); e GIII - ponta de ultra-som do ENAC com potência 10 foi usada para preparar a cavidade retrógrada com 2-3 mm de profundidade. As raízes foram cortadas longitudinalmente e preparadas para a análise em MEV com aumento de 100X e 780X. A análise estatística mostrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0.05$). O preparo feito com broca provocou camada espessa de magma dentinário em todos os níveis de preparo, sendo o 1/3 apical, o mais limpo. O ultra-som promoveu paredes com menos *debris* que os dois grupos preparados com brocas ($p < 0.05$).

Wuchenich, Meadows e Torabinejad (1994) compararam a limpeza e qualidade promovida pelos retropreparos feitos com pontas de ultra-som e brocas. Usaram 20 dentes anteriores de cadáveres que foram submetidos ao tratamento endodôntico e cirurgia parendodôntica, com apicectomia realizada a 45°. Metade das cavidades foi preparada com ultra-som (pontas CT) e a outra metade com brocas tronco-cônicas invertidas nº 33 ½ em baixa rotação. Os dentes foram então extraídos e seccionados longitudinalmente. As imagens obtidas foram analisadas em MEV com aumento de 25,5X para verificar a qualidade do preparo, e de 1500X para

avaliar a limpeza. Os preparos feitos com ultra-som proporcionaram paredes mais paralelas, profundas e cavidades mais limpas seguindo a direção do canal.

Saunders, Saunders e Gutmann (1994) avaliaram a influência que preparos feitos com brocas ou pontas de ultra-som têm sobre a infiltração de dentes retroobturados com Super EBA. Os grupos foram divididos de acordo com o preparo: GI - cavidade feita com broca esférica em alta rotação, com profundidade de 3 mm; GII - como no grupo I, irrigando ao final com solução composta de 10% de ácido cítrico e 3% de Fe_2Cl_3 ; GIII - os preparos foram feitos com pontas de ultra-som ENAC com potência 10. Todos os espécimes foram retroobturados com Super EBA e subdivididos em 2 grupos, de acordo com o tempo que permaneciam em umidade relativa de 100% a 37°C: 7 dias ou 7 meses. Depois eram imersos em Nanquim por 90 h, diafanizados e avaliados em microscópio com aumento de 6X. O máximo de infiltração foi medida e determinados os escores: 0 = sem infiltração; 1. até 0.5 mm; 2. > 0.5 - 1.0 mm; 3. > 1.0 - 2.0 mm; 4. > 2.0 mm. Não houve diferença de infiltração entre os grupos em 7 dias ou 7 meses. Quando comparados os tempos experimentais por grupo, houve aumento de infiltração em 7 meses ($p < 0,01$). O grupo preparado com ultra-som apresentou maior quantidade de microfraturas em sua superfície ($p < 0,001$).

Abedi et al. (1995) determinaram o efeito da broca e do ultra-som nos preparos retrógrados. Após a desinfecção e instrumentação de 47 dentes unirradiculares, esses foram submetidos à apicectomia e cavidades retrógradas foram preparadas com brocas ou com pontas de ultra-som: GA - 24 espécimes retropreparados com brocas 170L; GB - 23 espécimes preparados com pontas CT-2, sendo 11 adaptadas ao ENAC e 12 ao ultra-som Neosonic. As cavidades foram fotografadas com aumento de 30X e réplicas em resina feitas para serem analisadas

em MEV com aumento de 30X. Houve maior incidência de trincas nos dentes que foram preparados com ultra-som ($p = 0.04$). A maioria das trincas ocorreu ao redor do retropreparo (95%).

Engel e Steiman (1995) avaliaram o retropreparo de 30 raízes, comparando os preparos feitos com ultra-som em potência 10, brocas para peça de mão e uso combinado de brocas e ultra-som. Foram avaliados quanto ao tamanho do preparo, limpeza e tempo necessário para o preparo. Não houve diferença estatisticamente significativa quanto ao tempo de preparo entre o grupo com ultra-som e o grupo com broca. Os preparos com ultra-som foram mais conservadores. Os autores concluíram que o uso do ultra-som permite preparos mais eficientes, profundos e delicados, principalmente quando o acesso é restrito e há istmos presentes, diminuindo os riscos de perfurações e desvios.

Sousa, Bramante e Bernardineli (1995) selecionaram 50 dentes, unirradiculares com raízes retas que foram apicectomizados com brocas tronco-cônicas nº 701 para baixa rotação a 2-3 mm do ápice, inclinação de 45°, para serem submetidos aos retropreparos como se segue: GI - broca esférica de aço; GII - ponta diamantada para ultra-som (DF 3.5-120°); GIII - lima tipo K nº 40 pré-curvada, em inclinação de 120°, adaptada para ultra-som; GIV - broca esférica de aço nº. 2 e ponta diamantada para ultra-som; GV - lima tipo K pré-curvada e ponta diamantada para ultra-som. A profundidade dos preparos foi padronizada em 2 mm. O material retroobturador usado foi o N-Rickert. Os espécimes foram mantidos em corante azul de metileno a 2% por 24 h. Os espécimes foram metalizados para serem observados em MEV e fotografados com aumento de 50X para verificar o índice de desajuste na interface dente-material. Completada esta fase procedeu-se o preparo para verificar a infiltração linear, desgastando a porção apical da raiz no sentido vestibulo-lingual e

cérvico-apical até que pudesse ser visualizada a obturação do conduto. A análise foi feita sob microscópio com ocular micrométrica sob luz refletida e os índices de infiltração foram registrados. O grupo preparado com ultra-som infiltrou menos que o grupo combinado com broca e ponta de ultra-som, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$). Quanto ao desajuste do material, houve diferença entre os grupos: preparado com broca e o preparo combinado de broca seguido de ultra-som, grupo com broca e preparo combinado de lima seguido de ultra-som, sendo que o grupo preparado com broca desajustou menos nos dois casos. Também houve diferença para o grupo com ultra-som e o preparado com broca seguido de ultra-som, grupo com ultra-som e o grupo preparado com limas e ultra-som, sendo que o grupo do ultra-som teve o melhor resultado nos dois casos.

Gorman, Steiman e Gartner (1995) avaliaram retropreparos feitos com ultra-som, ultra-som combinado com brocas ou ainda, preparos apenas com brocas, quanto à quantidade de magma dentinário, lisura e uniformidade de preparo. As brocas utilizadas foram as de nº 1 para peça reta e as pontas de ultra-som foram especialmente desenhadas para retropreparos e quando usadas combinadas, o ultra-som era usado por último. As avaliações foram feitas em MEV, tendo pelo menos 3 fotos de cada espécime nos aumentos de 20X, 600X e 2000X. Os resultados mostraram que os preparos feitos com ultra-som combinado ou não com brocas, apresentaram menos *debris* que os feitos apenas com brocas ($p < 0,05$). Usando apenas o ultra-som obteve-se menos magma dentinário que quando comparado com o uso combinado ($p < 0.01$). Quanto à lisura da superfície e à uniformidade, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os 3 grupos.

Waplington et al. (1995) investigaram a habilidade de corte dos instrumentos de ultra-som especialmente desenhados para cirurgias periapicais. As 3 pontas denominadas CT1, CT2 e CT3 foram calibradas, medindo a distribuição da amplitude usando um microscópio com aumento de 120X nas diferentes potências do aparelho. Dentes extraídos foram seccionados longitudinalmente e polidos para produzir superfície dentinária plana sobre a qual as pontas foram acionadas durante um minuto na potência máxima com força de aproximadamente 20 g. A profundidade do corte na superfície dentinária foi medida usando duas técnicas para dimensionar a superfície. Os resultados mostraram que o aumento na potência do aparelho produziu aumento na amplitude e na capacidade de corte de todas as pontas. Esse aumento foi linear, com o menor corte ocorrendo com a menor potência e foi diferente para todas as potências ($p < 0.001$). Os autores concluíram que as pontas de ultra-som podem ser usadas com sucesso para remover dentina, e potência de média para alta aperfeiçoa a eficiência.

Frank, Antrim e Bakland (1996) examinaram as cavidades retrógradas preparadas com brocas de alta e baixa rotação, instrumentos sônicos e instrumentos ultra-sônicos em potências alta e média. As avaliações foram feitas fotografando as superfícies apicais em aumento de 10X. A potência alta produziu mais trincas enquanto que a peça de mão para baixa rotação e o instrumento ultra-sônico em potência média produziu menos trincas.

Layton, Marshal e Morgan (1996) avaliaram a integridade das superfícies apicais radiculares depois do retropreparo usando pontas para ultra-som em frequências baixa ou alta. Trinta pares de dentes unirradiculares foram inicialmente avaliados em microscópio com aumento de 2,6X para certificar da inexistência de fraturas pré-existentes nas raízes. As apicectomias foram realizadas a 3 mm do

ápice perpendicular ao longo eixo do dente usando disco diamantado em baixa rotação com irrigação constante e depois foram estocados em azul de metileno 0,004%. Logo após eram avaliados em microscópio com aumento de 20X a 63X usando transluminação para verificar fraturas. Os dentes não foram instrumentados nem obturados e os retropreparos foram feitos em 30 dentes com pontas CT-5 e CT-1 em baixa frequência e os outros 30 dentes em alta frequência. O tempo de preparo foi menor que 2 min. As raízes selecionadas como representativas foram fotografadas com aumento de 20X. Três tipos de trincas foram observados de acordo com a sua localização: trincas do canal (que partiam da luz do canal), trincas de dentina (estavam no meio da dentina) e de cimento (na superfície do cimento). Em alguns espécimes observaram-se trincas após a apicectomia e antes do retropreparo. Porém, houve aumento significativo do número de trincas após o retropreparo ($p = 0.05$). Considerando somente as trincas de canais, não houve diferença no número de dentes com trincas, quanto à potência utilizada no aparelho. Entretanto, quando as trincas já estavam presentes, a alta potência resultou em maior número de trincas ($p = 0.001$). Os autores salientam que é impossível especular sobre o índice de sucesso da cirurgia usando ou não ultra-som, apenas baseando-se nas trincas causadas pelo seu uso.

Belting et al. (1997) avaliaram as superfícies de raízes apicectomizadas antes e depois de serem retropreparadas com pontas de ultra-som (CT5 e CT1). No G 1, as apicectomias foram feitas em dentes que não foram instrumentados e nem obturados. No G 2, as apicectomias foram feitas após o preparo e obturação dos canais com guta-percha e cimento. Dois examinadores avaliaram as superfícies antes e depois da apicectomia e novamente após os retropreparos com microscópio em aumento de 20X a 63X, os espécimes foram colocados em solução de azul de

metileno a 0,004% para evidenciar possíveis trincas. O número, a localização e os tipos de trincas foram mapeados. Não houve diferença estatística significativa entre os dentes instrumentados e obturados e aqueles que não sofreram tais procedimentos. Também não houve diferença estatística entre o número ou tipos de trincas depois da apicectomia ou do retropreparo com ultra-som.

Mehlhoff, Marshall e Baumgartner (1997) compararam os retropreparos realizados com pontas de ultra-som (CT5 e CT1) e brocas esféricas para alta rotação (n° 1/2). Utilizaram 76 raízes em dentes homólogos de cadáveres sendo que metade foi preparada com brocas e retroobturadas com amálgama e a outra metade foi preparada com pontas de ultra-som e obturada também com amálgama. O tamanho da cavidade óssea foi medido e os dentes foram extraídos e depois radiografados nos dois sentidos méso-distal e vestibulo-lingual. Os preparos com ultra-som resultaram em cavidades mais profundas estatisticamente significantes ($p < 0.0001$). A cavidade óssea necessária para os preparos realizados com brocas foi significativamente maior tanto no sentido vertical ($p < 0.0001$) quanto no sentido horizontal ($p = 0.19$).

Min et al. (1997) investigaram as alterações estruturais em raízes retropreparadas com pontas de ultra-som em dois níveis de intensidade. Depois de instrumentarem e obturarem 40 dentes, esses foram divididos em 4 grupos: 1. não teve preparo em sua superfície apical; 2. retropreparo com brocas convencionais para peça de mão (n° 33 ½); 3º e 4º grupos foram preparados com pontas de ultra-som CT5 e CT3, variando a intensidade do aparelho entre mínima e máxima, respectivamente. Todos foram retroobturados com Super EBA. Os ápices radiculares foram examinados em microscópio. O número de trincas presentes nos cortes histológicos foi avaliado em aumento de 40X, enquanto que o comprimento

dessas trincas foi observado em aumento de 100X. O número de trincas não foi diferente estatisticamente para os 4 grupos ($p=0.1477$). O grupo controle obteve uma média de largura das trincas bem menor que os grupos com ultra-som nas duas potências utilizadas ($p=0.0089$) e não teve diferença estatisticamente significativa para o grupo preparado com broca ($p=0.4343$). Porém este último teve trincas significativamente menos largas que os grupos preparados com ultra-som. O comprimento das trincas não foi diferente para os 4 grupos ($p=0.2328$). Depois, avaliações novas foram feitas através de cortes histológicos seriados, realizados em níveis de 2, 3 e 4 mm da superfície cortada. Nesta avaliação, o grupo controle teve significativamente menos trincas que o grupo do ultra-som em potência máxima ($p=0.0139$), e mínima ($p=0.569$); mas sem diferença para o grupo com brocas. Os grupos com ultra-som não diferiram entre si. A média das larguras das trincas foi menor para o grupo controle em relação aos grupos com ultra-som. Entre os demais grupos (broca e ultra-som nas duas potências) não houve diferença estatisticamente significativa. O comprimento das trincas não foi diferente entre os 4 grupos. Nos níveis de 3 e 4 mm não houve diferença estatística no nº de trincas para os grupos analisados neste estudo.

Waplington, Lumley e Wamsley (1997) tinham por objetivo determinar a incidência de trincas com o ultra-som em potências variadas nas raízes retropreparadas. Após o preparo dos canais de 55 dentes, os ápices foram seccionados e os retropreparos realizados com pontas para ultra-som Neosonic (CT1 e CT2) em diferentes potências (2, 4, 6, 8, 10) totalizando 10 grupos experimentais e um grupo controle preparado com broca. Os preparos com pontas de ultra-som não excederam 2 min. Réplicas dos preparos foram feitas com resina e foram avaliadas em MEV com aumento de 50X. Não foram encontradas trincas em

nenhum dos espécimes, apenas defeitos e irregularidades. Os resultados mostraram que houve mais irregularidades com as pontas CT2 que CT1, em todas as potências ($p < 0.001$). Análises individuais entre as potências revelaram que não houve diferença no acabamento marginal entre as pontas CT1 e CT2 nas potências 2 e 8 ($p > 0.1$). Em geral, o aumento da potência em qualquer uma das pontas resultou em aumento das irregularidades nas superfícies ($p < 0.01$). Foram observadas paredes mais lisas e regulares nos espécimes preparados com brocas, também não houve evidência de trincas.

Bramante, Bramante e Bernardineli (1998) compararam as características dos preparos retrógrados realizados com ultra-som em canais circulares e canais ovalados, analisados em MEV. Os preparos foram realizados com aparelhos Multisonic (Gnatus), e Enac (Osada) com potência 01 para Endodontia e a irrigação com água destilada do próprio aparelho. Observaram que os preparos feitos com pontas lisas (S12-S13) foram mais regulares do que com pontas diamantadas (S12D-S13D) em canais circulares. As pontas diamantadas apresentaram maior poder de corte devendo-se tomar maior cuidado, principalmente em canais achatados.

Lin et al. (1998) compararam a qualidade dos preparos feitos com pontas de ultra-som especialmente desenhadas para retropreparos (CT5) e os preparos feitos com brocas convencionais para peça de mão nº 008. Vinte raízes de molares superiores com 2 canais, com presença de istmo, foram selecionados para este estudo. Depois da instrumentação, obturação e apicectomia, os espécimes foram divididos de acordo com o tipo de preparo. Então eram avaliados em estereomicroscópio com aumento de 10X e fotografados para posteriormente serem analisados através do programa de processamento de imagens e análise (Quantimet

500 MC Plus). As avaliações foram feitas quanto à qualidade, formato e tamanho do preparo. As médias dos parâmetros pré-operatórios, não foram diferentes estatisticamente para os dois grupos ($p>0.1$), tanto nas áreas dos canais obturados e istmos quanto à espessura do istmo e a distância entre os canais. Porém, as médias das áreas totais pós-preparos, teve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ($p<0.001$), sendo os preparos feitos com brocas muito maiores que os feitos com pontas de ultra-som. Os resultados mostraram que as pontas de ultra-som promoveram preparos mais conservadores e com menor risco de perfurações.

Morgan e Marshal (1999) verificaram a ocorrência de trincas em dentes que foram submetidos à cirurgia parendodôntica e previamente selecionados para o estudo *in vivo*. Após os procedimentos cirúrgicos iniciais, as apicectomias foram realizadas com brocas multiuso, removendo aproximadamente 3 mm da porção apical e essa era mantida em corante azul de metileno a 1% para se certificar que não houvesse a pré-existência de trincas. A superfície apical foi moldada com silicona leve, três espécimes foram tratados com aplicação de ácido cítrico a 50% por 2 min para remover a camada de magma dentinário antes da moldagem. Os retropreparos com ultra-som foram feitos com pontas CT-5 com profundidade de 3 mm e terminados com as pontas CT-1 ou 12S/90°D, em seguida foram também moldados. As réplicas obtidas com resina transparente foram analisadas em MEV com um aumento de 50X. Nenhuma trinca foi evidenciada após a apicectomia. Dos 25 espécimes estudados apenas um espécime mostrou uma pequena trinca incompleta depois do retropreparo.

Testori et al. (1999) compararam o índice de sucesso entre duas técnicas de cirurgia apical, uma usando brocas para realizar os retropreparos e a outra usando

pontas de ultra-som. O estudo longitudinal acompanhou 302 ápices (181 dentes). O sucesso da cirurgia foi avaliado por 2 operadores independentes, usando radiografias estandardizadas que eram classificadas em um dos 4 grupos: 1. reparação completa; 2. reparação incompleta; 3. reparação duvidosa; 4. insatisfatória. Os dados foram submetidos à análise estatística. A reparação completa foi observada depois de 4,6 anos em 68% dos dentes tratados com brocas e 85% dos dentes tratados com ultra-som. O sucesso aumentou de 2 anos para 6 anos (de 68% para 80%). Não foi possível comparar o material obturador, pois todos os dentes preparados com brocas foram retroobturados com amálgama e todos os dentes preparados com ultra-som foram retroobturados com Super-EBA.

Zuolo et al. (1999) comparam os efeitos do ultra-som com pontas lisas e diamantadas nas superfícies interna e externa de cavidades retrógradas analisadas em MEV (100-500X e 15-50X, respectivamente). As duas pontas proporcionaram cavidades bem centralizadas, envolvendo os canais e istmos presentes, com o mínimo de desvio e sem perfurações. Observando a superfície interna, as pontas lisas deixaram as paredes do canal mais limpas e com o mínimo de *debris*, em contraste com as pontas diamantadas que apresentaram paredes do canal mais irregulares.

Gray et al. (2000), com o objetivo de verificar a ocorrência de trincas e irregularidades em raízes retropreparadas com ultra-som ou brocas, usaram dentes unirradiculares extraídos e dentes em cadáveres que foram pré-selecionados e não apresentavam microfraturas. Os espécimes foram divididos em 3 grupos de acordo com o preparo apical: GI - com broca para alta rotação nº 33 ½; GII - ponta CT-2 em ultra-som com intensidade mínima e GIII - CT-2 em intensidade máxima, que foram realizados tanto em dentes extraídos quanto em cadáveres. Todos os preparos

foram reproduzidos em resina epóxica, que foram fotografados em um aumento de 30X e analisados em MEV. Os espécimes de dentes extraídos preparados com ultra-som tanto em alta quanto em baixa intensidade, apresentaram mais irregularidades nas superfícies que os preparados com brocas, com diferença estatística ($p = 0.05$), enquanto que, a variação das intensidades não apresentou diferenças estatisticamente significante entre si. Entre 3 grupos estudados em cadáveres, não houve diferença estatisticamente significante quanto às irregularidades nos retropreparos.

Rainwater, Jeansonne e Sarkar (2000) investigaram a ocorrência de trincas e de infiltração marginal nos retropreparos feitos com diferentes pontas de ultra-som ou com brocas esféricas para alta rotação. Cento e vinte dentes extraídos tiveram suas coroas removidas, os canais preparados e obturados. Após realizar a apicectomia, 60 espécimes foram imersos em Nankim por 48 h e em seguida lavados e fotografados sob esteromicroscópio com aumento de 20X e examinadas as ocorrências de microfraturas. Em seguida, os retropreparos foram feitos da seguinte forma: G1 – ponta de ultra-som CUS 80° (convencional) em baixa intensidade; G2 – pontas DUS 80° (diamantada); G3 – broca esférica carbide. Em seguida, foram imersos em corante por 48 h e as fotografias foram comparadas. Dos 60 espécimes restantes, foram feitos 2 grupos de 25 espécimes cada que foram preparados da mesma maneira que os grupos 1 e 2, porém retroobturados com Super-EBA (denominados G 4 e G 5 respectivamente). Além desses, outros dois grupos com 5 espécimes cada: G6 – preparado com broca e obturado com Super EBA, sendo depois impermeabilizado em toda a superfície externa (controle negativo) e G7 – preparado com broca e não obturado (controle positivo). Todos foram deixados em corante Nankim por cinco dias. Os espécimes foram

diafanizados e a infiltração foi medida sob microscópio com aumento de 10X com auxílio de uma rede milimetrada. A maioria das raízes não teve trincas visíveis após a apicectomia, e foram observadas microfraturas em apenas 5 raízes. Das 55 raízes que não trincaram depois da apicectomia, 41 apresentaram novas trincas com o preparo retrógrado e destas 19 tiveram trincas do tipo que comunica a superfície externa com a interna. Não houve diferença entre os grupos quanto à ocorrência de microfraturas ($p > 0.05$). Também não houve diferença significativa entre os grupos quanto à infiltração ($p > 0.05$).

Com o objetivo de comparar as microfraturas produzidas pelos retropreparos feitos com pontas de ultra-som diamantadas ou de aço, Peters, Peters e Barbakow (2001) utilizaram raízes mésio-vestibulares e palatinas de molares superiores e mesiais e distais de molares inferiores. As raízes foram seccionadas em 3 mm do ápice e réplicas foram feitas das superfícies seccionadas com resina acrílica para serem avaliadas em MEV com aumento de 20X a 400X e verificaram microfraturas. Vinte e quatro cavidades foram feitas com pontas diamantadas (DC) e as outras 24 com pontas de aço CT-2 (SS) em ultra-som com potência média EMS 400. O tempo necessário para o preparo foi anotado. Houve apenas um espécime que apresentou microfraturas e que foi feito com pontas SS. Não houve correlação entre tempo de trabalho maior que 2 min e microfraturas ($p > 0.05$). As raízes preparadas com pontas SS tiveram um remanescente dentinário maior que as DC. As pontas DC causaram um desgaste maior que as SS. As duas pontas proporcionaram superfícies com ranhuras e pequenos sulcos na maioria dos espécimes. A incidência de microfraturas em cavidades preparadas com as pontas DC ou SS foram estatisticamente similares ($p > 0.05$). O tempo necessário para preparar com as DC (1.62-1.00 min) foi significativamente menor ($p < 0.01$) que com as pontas SS (2.85-

1.85 min). Os autores concluíram que: 1. Nenhuma das duas pontas usadas neste estudo provocou microfraturas significativas; 2. As pontas DC desgastam mais podendo causar perfurações; 3. As pontas SS precisam de maior tempo de preparo.

Gondim Jr et al. (2002) avaliaram os efeitos causados pelas pontas de aparelhos sônicos e ultra-sônicos durante o preparo de cavidades retrógradas. A integridade da porção apical de 95 dentes foi avaliada em microscópio. Os cortes a 3 mm do ápice foram feitos perpendicularmente ao longo eixo do dente com micrótomo. A primeira impressão da superfície apical foi feita com material de moldagem à base de silicone e réplicas de resinas foram obtidas. Estas foram analisadas em MEV em aumentos de 18X, 40X e 150X para verificar evidências de trincas e alterações nas superfícies. As distâncias e áreas foram medidas com o sistema Imagelab. A área mineral (AM) foi o parâmetro obtido subtraindo a área do canal radicular da área total da superfície apical. Destes testes iniciais foram eliminadas 9 raízes e escolhidas oitenta entre as restantes para serem divididas em grupos (com 16 dentes cada, sendo 8 com AM grande e 8 com AM pequena) que receberam os seguintes tratamentos, com tempos pré-fixados: I- retropreparo com pontas de ultra-som KIS (40s); II- pontas de ultra-som Satelec S12/90 (sem diamante - 90 s); III- pontas diamantadas em aparelhos sônico (60s); IV- satelec S12/90D (diamantada) em ultra-som (40s). O ultra-som foi usado em potência média. A topografia foi analisada através de moldagem das superfícies radiculares antes e depois do preparo e réplicas de resina foram feitas. As fotos foram analisadas pelo sistema Imagelab. Os parâmetros de qualidade de preparo, presença de trincas e espessura marginal foram avaliados. Não houve microfraturas antes dos preparos retrógrados. O grupo do aparelho sônico foi o que promoveu maior desgaste, tendo perda maior de AM ($p < 0.05$). Neste estudo, 54% dos espécimes tinham pelo menos

uma das espessuras com valor menor que 1 mm. No entanto, não houve relação entre espessura de AM e trincas, pois das 22 raízes que apresentaram microfraturas apenas 12 foram consideradas pequenas. As raízes pequenas tiveram perda maior de AM que as raízes maiores ($p < 0.05$). Em aumentos maiores (150X ou mais) foi possível identificar maior quantidade de trincas.

A ocorrência de microfraturas em retropreparos também foi o foco do estudo de Navarre e Steiman (2002) que usaram as pontas de ultra-som de aço (CT-5 e as cobertas com nitrato de zircônio (KiS) em potência máxima para confeccionar as cavidades. A ocorrência de fraturas era verificada em microscópio com aumento de 20X após imergir as raízes em azul de metileno por 48 h. Não houve produção de microfraturas por nenhuma das pontas utilizadas. O ultra-som foi usado na potência máxima, porque os autores acreditavam que se não houve trincas em potência máxima, dificilmente haveria em potências menores.

Leski e Pawlicka (2003) avaliaram a influência do ultra-som ou da broca quando usados para retropreparos, na capacidade do MTA impedir a infiltração. No G 1, com 20 dentes, fizeram os preparos com brocas nº 10 de cone invertido, no G2 usaram o ultra-som para fazer os retropreparos (Satelec). Os dentes foram retroobturados com MTA e colocados em azul de metileno a 2%, por 72 h a 37 °C. As médias de infiltração foram de 0,46 mm e 0,38 mm para os grupos 1 e 2, respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Ishikawa et al. (2003), avaliaram e compararam a eficiência de preparos retrógrados usando pontas de ultra-som diamantadas (DC), de aço CT-5 e pontas cobertas com nitrato de zircônio (KiS), além de num segundo experimento avaliarem a influência desses preparos na infiltração apical. As superfícies apicais de 30 dentes ficaram imersas por 30 segundos em azul de metileno a 1% e as

microfraturas foram contadas em microscópio com aumento de 4500X. Depois, os dentes foram divididos em grupos e os retropreparos foram feitos com pontas KiS, CT-5 ou diamantadas, usadas na potência máxima do aparelho, e o tempo necessário para o preparo foi anotado. Após os preparos, o ápice foi novamente imerso em corante e as microfraturas contadas. Depois, os espécimes foram clivados e observados em MEV com aumento de 4500X para verificar a presença de magma dentinário. No segundo experimento dividiram 45 dentes em 3 grupos: GI – preparo com pontas KiS; GII – preparo com pontas CT-5 e GIII – preparo com pontas DC. Todos os grupos foram retroobturados com Super-EBA e imersos em Nankim por 7 dias para depois serem seccionados longitudinalmente e observados em microscópio. O grupo de ponta diamantada necessitou menor tempo para serem preparados (69.10s) ($p < 0.01$). Quanto a microfraturas não houve diferença entre os grupos, foram observadas apenas em dois espécimes no grupo KiS, um para o CT-5 e dois para o grupo das pontas diamantadas. Não houve diferença estatística significativa quanto a infiltração para os 3 grupos.

2.3 Material Retroobturador

A seleção de um material de fácil manipulação para que o preenchimento da cavidade seja completo, favorecendo a capacidade de selamento e ainda que tenha características favoráveis quanto à adaptação às paredes, insolubilidade e tolerância tecidual, é fundamental para colaborar com o sucesso da cirurgia pararendodôntica. (JOU; PERTL, 1997).

As propriedades dos materiais retroobturadores foram investigadas e comparadas por diversos autores.

2.3.1 composição – biocompatibilidade

Torabinejad et al. (1995e) determinaram a composição química, pH e radiopacidade do MTA e também compararam o tempo de presa, a resistência à compressão e solubilidade deste material com o amálgama, Super EBA e IRM. Os resultados mostraram que as principais moléculas presentes no MTA são íons de cálcio e fósforo. Além disso, o MTA possui pH 10,2 inicialmente, que chega a alcançar 12,5 três horas depois de manipulado. O MTA é mais radiopaco que o Super EBA e o IRM. O amálgama teve o tempo de presa mais curto (4 min) e o MTA o mais longo (2h45min). Em 24 h o MTA teve a mais baixa resistência a compressão (44 MPa) entre os materiais testados, mas aumentou depois de 21 dias para 67 MPa e neste intervalo, não foi diferente estatisticamente do Super EBA (78,1 MPa). Finalmente, exceto o IRM, nenhum dos materiais testados apresentou qualquer dissolução nas condições deste estudo. As medidas foram feitas em 1, 7 e 21 dias.

Torabinejad et al. (1995f) examinaram a resposta tecidual de implantes de Super EBA e MTA em mandíbulas de porcos da Índia. Após 2 meses, foram feitos os cortes histológicos e verificou-se que a reação tecidual ao MTA foi levemente mais branda que ao Super EBA. Os autores concluíram que ambos os materiais são biocompatíveis.

Torabinejad et al. (1995d) examinaram a resposta do tecido periodontal em cães provocando a lesão periapical e depois de obturarem os canais, os cães eram submetidos à cirurgia pararendodôntica onde os materiais retroobturadores utilizados foram o MTA e o amálgama. As respostas teciduais foram avaliadas entre a 2^a-5^a e entre a 10^a-18^a semanas. A análise estatística revelou que o MTA proporcionou a menor reação inflamatória ($p < 0,05$). Houve a deposição de cimento na superfície do MTA observada entre a 10^a-18^a semana ($p < 0,001$).

Torabinejad et al. (1997) examinaram a resposta tecidual de macacos frente ao uso de amálgama e MTA como material retroobturador. Os espécimes foram avaliados em cinco meses e não foi encontrada resposta inflamatória em cinco das seis raízes com MTA e também foi encontrada uma camada completa de cimento em cinco das seis raízes. Todas as raízes com amálgama apresentaram reação inflamatória e não houve deposição de cimento.

Duarte et al. (2003) avaliaram o pH e a liberação de cálcio de dois materiais usados para retroobturação. Estudaram o MTA ProRoot[®] e o MTA-Angelus[®] que foram colocados em tubos de plástico e imersos em água destilada. Depois de 3, 24, 72 e 168 horas, a água era testada para determinar o pH e a liberação de cálcio. Ambos os materiais testados são alcalinos e liberam cálcio em quantidade alta no período inicial. O pH para o MTA ProRoot[®] e o MTA-Angelus[®] foi de 9,32 e 9,52, respectivamente para o período de 3 h e a liberação de cálcio foi de 1,23 mg/dl para o MTA ProRoot[®] e 1,66 mg/dl para o MTA-Angelus[®], no mesmo período.

Economides et al. (2003) avaliaram a resposta tecidual periapical frente ao MTA quando usado como material retroobturador, em dentes que foram previamente tratados endodonticamente. A resposta tecidual apical foi avaliada histologicamente nos períodos de 1 a 5 semanas. Tecido duro foi formado sobre a superfície do MTA,

que depois foram examinados em MEV. Tecido cicatricial após a retroobturação com MTA foi caracterizado por deposição de tecido duro da periferia radicular, cobrindo o MTA. Em contraste, não foi observada deposição de tecido duro sobre o IRM. Os autores concluíram que o MTA é um material compatível que permite a reparação do tecido periapical quando usado como material retroobturador.

Fridland e Rosado (2003) avaliaram a solubilidade e a porosidade do MTA em diferentes proporções: 0.28, 0.30 e 0.33 gramas de água para um grama de pó, sendo essa última, a relação recomendada pelo fabricante. Foi verificado que o grau de solubilidade e porosidade aumenta quando aumenta a proporção de água-pó com diferença estatisticamente significantes. O pH da solução ficou entre 11.94 e 11.99. A análise química da água identificou o cálcio como sendo o principal componente liberado, o que pode ser de relevância clínica por estar ligada à comprovada capacidade que o MTA tem de induzir a mineralização.

Camilleri et al. (2004) examinaram a biocompatibilidade de duas formas comerciais de MTA, através da avaliação morfológica de uma linha de célula de osteossarcoma humano. Os dois cimentos (MTA branco e cinza) foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante e colocados em um molde e mantidos em umidade por 1 ou 28 dias. As células cresceram em meio Dulbecco's Eagle modificado (DMEM) até estarem prontas para serem colocadas em placas de Petri para testar os materiais por 1, 5 e 7 dias. Depois desse período, o meio era descartado e as células eram fixadas. A morfologia celular foi investigada através de MEV com aumento de 250X a 500X. A biocompatibilidade dos constituintes do cimento como o alusilicato e o óxido de bismuto também foram investigados. Todos os cimentos curados por 1 dia apresentaram monocamada de célula confluenta depois de 5 e 7 dias. A resposta para os dois cimentos foi similar. Os materiais

curados por 28 dias apresentaram confluência celular incompleta depois de 5 e 7 dias. O alusilicato e o óxido de bismuto não demonstraram biocompatibilidade quando usados separadamente. Os autores concluíram que os cimentos curados em 1 dia apresentaram boa biocompatibilidade, enquanto que os curados em 28 dias apresentaram menos biocompatibilidade.

Sousa et al. (2004) avaliaram as propriedades biológicas de vários materiais que podem ser usados em cirurgias apicais. O implante intra-ósseo foi usado para testar os seguintes materiais: OZE, MTA e resina composta fotopolimerizável Z-100. Trinta porcos da Índia, dez para cada material, divididos nos períodos experimentais de 4 a 12 semanas, receberam o implante em cada lado. Após os períodos experimentais os espécimes foram analisados histologicamente. A reação tecidual diminuiu com o tempo. O IRM foi o mais tóxico no período de 4 semanas, mas mudou em 12 semanas, quando apresentou características de biocompatibilidade. O MTA e Z-100 apresentaram biocompatibilidade em ambos os períodos avaliados.

Koulaouzidou et al. (2005) avaliaram a biocompatibilidade do MTA, IRM e ionômero de vidro (Fuji II) frente a 3 linhagens de fibroblastos. Os materiais foram manipulados de acordo com o fabricante e depois de 48 h foram incubados por 12, 24 e 48 h. Os autores concluíram que o MTA e o ionômero de vidro são biocompatíveis.

Sarkar et al. (2005) estudaram a interação do MTA com fluido tissular sintético, composto por solução salina de fosfato tamponado neutro e dentina de canal radicular, em dentes humanos extraídos. O MTA foi exposto ao fluido sintético a 37 °C liberando seus componentes metálicos e produzindo um precipitado similar a hidroxiapatita. Dentes preparados endodonticamente e preenchidos com MTA também foram expostos ao fluido sintético por 2 meses produzindo na parede

dentinária uma camada aderente que tem composição semelhante a hidroxiapatita. Os autores concluíram que o Ca^{++} , íon dominante que é liberado do MTA, reage com o fosfato do fluido tissular, resultando em hidroxiapatita. A camada que é depositada na interface dentina-MTA também sofre a mesma reação. A capacidade de selamento, biocompatibilidade e atividade dentinogênica do MTA podem ser atribuídas a essas reações físico-químicas.

2.3.2 atividade antimicrobiana

Os materiais retroobturadores deveriam apresentar também a propriedade de prevenir o crescimento bacteriano. Torabinejad et al. (1995a) compararam o efeito antibacteriano do amálgama, OZE, Super EBA e MTA sobre 9 bactérias facultativas: *Streptococcus fecalis*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Lactobacillus species*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli B* e 7 bactérias anaeróbias estritas: *Prevotella buccae*, *Bacteróides fragilis*, *Prevotella intermédia*, *Prevotella melaninogenica*, *Fusobacterium nucleatum* e *Preptostreptococcus anaerobius*. Os materiais testados eram manipulados e colocados na superfície destas culturas e incubados em atmosfera apropriada por 24 a 48 h a 37°C. O efeito antibacteriano de cada material foi medido em mm e os resultados submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que o amálgama testado não apresentou nenhum efeito antibacteriano, enquanto que o MTA teve efeito antibacteriano sobre algumas das bactérias facultativas ($p < 0.00005$) e nenhum efeito sobre as bactérias anaeróbias

estritas. O OZE e o Super EBA tiveram algum efeito sobre os dois grupos bacterianos testados. Baseado neste estudo parece que nenhum dos materiais testados tem efeito completo sobre as bactérias.

Estrela et al. (2000) investigaram a ação antimicrobiana dos seguintes materiais: MTA, cimento Portland, pasta de hidróxido de cálcio, cimento Sealapex e Dycal. A composição química do MTA e de dois exemplos de cimentos Portland também foi analisada. Quatro amostras de bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, um fungo, *Candida albicans* e uma mistura desses foram usados. Trinta placas de Petri com 20 ml de Agar BHI foram inoculadas com 0,1 ml das suspensões em estudo. Três cavidades, cada uma medindo 4 mm de profundidade e 4 mm de diâmetro, foram feitas em cada placa e preenchidas com o produto a ser testado. As placas foram incubadas por 48 h a 37°C. Os diâmetros das zonas de inibição microbiana foram medidas. Amostras dos halos foram removidas e imersas em 7 ml de meio de cultura BHI e incubados por mais 48 h a 37°C. Quanto à atividade antimicrobiana, os resultados mostraram que o hidróxido de cálcio foi superior ao MTA, cimento Portland, Sealapex e Dycal, para todos os microorganismos. O MTA, cimento de Portland e Sealapex apresentaram apenas zonas de difusão e entre eles, o Sealapex mostrou a maior. O Dycal não apresentou zona de difusão nem de inibição. As análises dos elementos químicos presentes no MTA e no cimento Portland são semelhantes, com exceção do bismuto presente apenas no MTA.

Al-Nazhan e Al-Judai (2003) investigaram, *in vitro*, o efeito antifúngico do MTA. MTA foi testado recém manipulado e após 24 h em tubos de teste diluídos com *Candida albicans*, incubados por 1 h, 24 h e 3 dias. Os resultados mostraram que o MTA fresco é efetivo contra o fungo testado após 1 dia de contato, enquanto que o

MTA após a presa foi efetivo somente após 3 dias de incubação. Os autores concluíram que MTA (fresco e de 24 h de cura) foi efetivo contra *Candida albicans*.

2.3.3 adaptação

Torabinejad et al. (1995c) investigaram a adaptação marginal do MTA como material para obturação retrógrada comparado com amálgama, IRM e Super EBA através de MEV. Oitenta e oito dentes unirradiculares foram usados para este experimento e depois de preenchidas suas cavidades apicais com os materiais acima citados, 40 dentes foram cortados longitudinalmente em duas metades. As metades foram analisadas em MEV e as distâncias entre o material obturador e a parede de dentina foram anotados em 4 pontos do espécime, sendo as medidas submetidas à análise estatística. O MTA apresentou a melhor adaptação com diferença estatística ($p < 0.01$). O IRM, a pior, porém sem diferença estatística para os outros materiais. Outras 48 raízes foram preparadas metade com brocas e a outra metade com pontas de ultra-som. Depois de preenchidas com os materiais em estudo, réplicas de seus ápices foram feitas para serem submetidas à análise em MEV. As réplicas apresentaram falhas menores que as verificadas nos cortes longitudinais. Os diferentes métodos de preparos não influenciaram na desadaptação. A adaptação do MTA foi superior aos outros materiais ($p < 0.01$).

Lee (2000) descreveu uma técnica para facilitar a inserção do MTA na cavidade que geralmente é levado com carregadores de amálgama pequenos, porém em algumas situações cirúrgicas, torna-se difícil o uso destes instrumentos

devido à localização e o tamanho da cavidade retrógrada. O autor propõe a confecção de cavidades com brocas tronco-cônicas em blocos de resina. As cavidades podem variar de profundidade e serão preenchidas com MTA, colocando em seguida uma gaze umedecida para evitar a desidratação. No momento da inserção do material à cavidade retrógrada, uma das porções é inserida com o auxílio de um Hollembach e condensa-se o material com calcadores pequenos. Este procedimento vai se repetindo até o completo preenchimento da cavidade.

Peters e Peters (2002) verificaram a adaptação do Super EBA e do MTA como materiais para retroobturação de dentes extraídos, antes e depois de serem submetidos a ciclos mastigatórios equivalentes ao período de cinco anos. Vinte molares foram instrumentados e obturados com a técnica de condensação lateral e suas raízes cortadas na porção apical para serem feitos os retropreparos com pontas de ultra-som CT-2 ou EA 2068A. As cavidades foram então examinadas em microscópio óptico com aumento de 10X a 15X. Finalmente, uma das duas raízes de cada dente era retroobturada com MTA e a outra com Super-EBA. Os espécimes permaneceram em solução de timol a 0,1% por 24 h. Impressões foram feitas dos ápices antes e depois dos ciclos e as réplicas foram analisadas em MEV, com aumento de 20X, 50X e 100X. A ocorrência de fraturas foi verificada antes e depois dos ciclos. A adaptação foi classificada em contínua e descontínua. Os resultados mostraram que tanto o MTA quanto o Super-EBA apresentaram excelente adaptação antes dos ciclos (99.2 +/- 0.5% e 99.4 +/- 0.5% de margens contínuas respectivamente). Depois dos ciclos houve uma redução na adaptação do Super-EBA (93.1% que foi estatisticamente significante para $p < 0.001$) e do MTA (98.9% - sem diferença estatística). Quanto às microfraturas, a ocorrência foi maior nas raízes mésio-vestibulares (58.3%), com diferença estatisticamente significante ($p > 0.05$).

Gondim Jr et al. (2003) compararam a topografia da superfície dos ápices radiculares depois do preparo retrógrado das raízes e também depois da retroobturação, submetida a três diferentes técnicas. Foram selecionados previamente 81 caninos humanos, incluindo a análise da superfície apical. Após a apicectomia, os dentes foram retropreparados com pontas KiS tamanho 2 em ultrassom em baixa intensidade e tempo fixo para o preparo de 40 s. As réplicas feitas com resina epóxica foram analisadas em MEV com aumento de 150X. Os espécimes foram divididos em 3 grupos de 27 dentes cada segundo o material que iriam receber: Super EBA, IRM ou MTA-ProRoot® e receberam acabamento com brunidor. Dezoito dentes de cada grupo receberam outros tipos de acabamento com broca carbide de tungstênio nº 30 ou com carbide Zekrya de 28 mm e depois permaneceram estocados em água a 37°C por 24 h. Foram obtidas réplicas de resina das superfícies apicais e posteriormente foram analisadas em MEV 150X para verificar rachaduras (mm^2) e 300X para investigarem falhas (μm^2). O sistema de análise de imagens foi usado para comparar a alteração do formato e calcular as falhas localizadas na interface dentina-material retroobturador. Quando uma broca foi usada para acabamento, uma área significativa ($p < 0.05$) da área marginal foi removida. A técnica de acabamento não afetou a incidência de falhas nos grupos com MTA ou IRM. Aplicando um dos acabamentos com brocas sobre o IRM e o Super-EBA resultou em melhor adaptação marginal. O Super EBA e o IRM quando finalizados com brunidor ou com a broca Zekrya demonstraram falhas significativamente maiores ($p < 0.05$) que quando utilizado o MTA. A adaptação marginal do MTA foi boa, com ou sem procedimentos de acabamento.

Desejando verificar qual o melhor método para a condensação do MTA, Aminoshariae, Hartwell e Moon (2003), analisaram a adaptação marginal do MTA

quando colocado em canais simulados de diferentes profundidades usando duas técnicas: condensação manual e condensação com ultra-som. Oitenta tubos de polietileno foram preparados em profundidades diferentes de 3, 5, 7 e 10 mm. Após as condensações, os espécimes foram avaliados através de microscopia óptica com aumento de 10X e de radiografias. Os resultados mostraram semelhança entre os dois métodos de avaliações em mais de 80%. A maioria das discordâncias ocorreu quando não foram evidenciadas falhas com o microscópio, mas mais da metade da área do mesmo espécime estava com falhas quando examinados radiograficamente. Quando analisados microscopicamente, a condensação manual mostrou-se superior na maioria dos espécimes com diferença estatística para as profundidades de 5 e 7 mm, porém sem diferença para as profundidades de 3 e 10 mm. Para a análise radiográfica, a aplicação com ultra-som ou manual foram diferentes estatisticamente em todos os comprimentos, mas a magnitude da diferença depende da profundidade. A condensação manual apresentou-se mais uniforme e não houve diferença entre as quatro profundidades ($p > 0.9$).

Shipper et al. (2004b) compararam a adaptação marginal do MTA e amálgama, como materiais retroobturadores, analisando em MEV sob baixo ou alto vácuo. Vinte canais foram preparados e obturados. A apicectomia foi realizada a 3 mm do ápice a 90° ao longo eixo do dente e os preparos retrógrados foram feitos com brocas carbide de tungstênio 170L. A irrigação final com 5ml de EDTA 15% teve o objetivo de remover a camada de magma dentinário. As cavidades foram preenchidas ou com amálgama ou com MTA e foram estocados em ambiente úmido por 48 h. Os espécimes foram cortados transversalmente no 1° e 2° mm das porções apicais, com um disco de 0,16 mm de espessura, sendo que o primeiro corte foi feito a 0,5 mm do ápice. As duas superfícies dos cortes foram analisadas

em MEV em aumentos de 60X e 70X. Os autores concluíram que o MTA apresentou melhor adaptação marginal que o amálgama nas 3 condições deste estudo. A condição de alto-vácuo piorou a adaptação do espécime e não conseguiu reproduzir a realidade da adaptação marginal da retrobturação, enquanto que a situação de baixo vácuo foi eficiente e suficiente para avaliar a adaptação marginal.

2.3.4 vedação

Diante da biocompatibilidade que o MTA apresenta, estudos foram realizados para verificar sua capacidade de impedir infiltração apical, comparando-o com outros materiais comumente usados em retrobturações. Para tanto, diversas metodologias foram aplicadas e entre elas está infiltração por corante, condução de fluido, e a infiltração bacteriana.

Ao usar a técnica de infiltração de corante, há controvérsias quanto ao uso ou não de vácuo.

Peters e Harrison (1992) estudaram o comportamento da infiltração marginal apical em materiais retrobturadores sob vácuo ou não e o efeito da desmineralização pela aplicação do ácido cítrico a 1% sobre a infiltração. Cento e quarenta e oito caninos foram preparados e obturados com cimento e guta-percha e divididos em 8 grupos que receberam os materiais retrobturadores: amálgama, IRM e guta-percha mais cimento com e sem aplicação de vácuo. Metade dos espécimes foi colocada em azul de metileno sob vácuo por 3 horas e a outra metade colocada sem vácuo pelo mesmo período. Os dentes foram clivados longitudinalmente e a

extensão da infiltração foi determinada. A maior diferença de infiltração foi encontrada nos grupos de controle positivo com e sem vácuo, sendo que neste último houve infiltração parcial enquanto que com o vácuo foi completa. A aplicação do ácido cítrico não interferiu na infiltração desses materiais retroobturadores.

Os corantes mais utilizados para verificar a capacidade de vedação dos materiais usados para retroobturaço so o Nankim, azul de metileno e Rodamina B.

Wu, Kontakiotis e Wesselink (1998) analisaram a estabilidade do corante azul de metileno em contato com seis materiais diferentes: amlgame, hidrxido de clcio, Cavit, Fuji II, MTA e OZE. Tubos de silicone e dentes humanos com 1,5 mm de comprimento e dimetro foram preenchidos com esses materiais e a densidade tica do azul de metileno foi medida antes da imerso e aps 24, 48 e 72 h em espectroftmetro. Aps o preenchimento, os espcimes foram mantidos em umidade relativa por 48 h, para depois serem imersos no corante. Cada recipiente, continha 5 espcimes do mesmo grupo estocados. Foram coletados 0,1 ml de corante e diludos com 0,9 ml de gua destilada, para serem analisados. O grupo controle (sem material) e o grupo com FUJI II no influenciaram na densidade do corante. Os autores verificaram que o azul de metileno descolore mais diante do MTA e do hidrxido de clcio, sendo estatisticamente significante, em relao aos demais.

Com o objetivo de avaliar a infiltrao ocorrida em dentes unirradiculares aps a obturao retrgrada com amlgame, Super EBA e MTA, Torabinejad, Watson e Pitt Ford (1993), prepararam as cavidades retrgradadas com brocas esfricas e em seguida, com a broca n 541, que foi utilizada para standardizar os preparos com dimetro de 1,5 mm e profundidade de 3 mm. Todas as razes aps a retroobturao foram colocadas em recipiente com gaze molhada por 24 h, depois foram totalmente

imersas no corante Rodhamina B fluorescente por 24 h. Usando um disco de diamante de baixa rotação, as raízes foram divididas longitudinalmente em duas metades. Os melhores resultados foram obtidos quando o material utilizado foi o MTA sendo estatisticamente significante em relação aos outros materiais ($p < 0.0005$).

Comparando a infiltração com ou sem a presença da contaminação com sangue, Torabinejad et al. (1994) obturaram cavidades retrógradas com amálgama, IRM, Super EBA e MTA. Após o preparo dos canais, removeram 2 a 3 mm do ápice das raízes com ângulo de 90°. As cavidades retrógradas foram feitas com brocas nº 331 padronizando 1 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade, e metade dos espécimes foi preenchida com sangue antes de receberem os materiais retroobturadores, a outra metade foi retroobturada a seco. Todos permaneceram imersos em azul de metileno por 72 h. Foram feitos sulcos na superfície vestibular e lingual para dividir os espécimes em dois; o material retrógrado foi removido e foi medida a infiltração linear com auxílio de microscópio com aumento de 10X. Depois este número foi convertido em porcentagem da cavidade preparada. O MTA obteve a menor infiltração com diferença significativa com ou sem contaminação de sangue ($p < 0.0001$).

Torabinejad et al. (1995b) determinaram quanto tempo foi necessário para *Staphylococcus epidermidis* infiltrar em diferentes materiais usados para retroobturação. Após instrumentarem 56 dentes unirradiculares usando a técnica cérvico-apical, seccionaram a porção apical, prepararam as cavidades retrógradas com brocas padronizando em 3 mm de profundidade e 48 dentes foram preenchidos com amálgama, Super-EBA, IRM ou MTA. Quatro cavidades foram preenchidas com guta percha termoplastificada sem cimento (controle positivo) e nas outras 4 foi

colocada cera, coberta com duas camadas de esmalte de unha (controle negativo). Os espécimes foram esterilizados em gás dióxido etileno. Quarenta e seis dentes (40 para os grupos experimentais, 3 positivos e 3 negativos) tiveram os 3 mm apicais mergulhados no meio de cultura e através de micropipeta o *S. epidermidis* era inoculado via acesso coronário. A penetração do *S. epidermidis* do canal para o meio de cultura resulta em ácido que o torna amarelo. Os outros dentes dos grupos e dos controles foram preenchidos com solução salina estéril. A média do tempo que demorou a infiltrar foi de 28.5 dias para o amálgama, 34.5 dias para o Super EBA, 15 dias para o IRM e 90 dias para o MTA, com diferença estatística entre esse último e os outros grupos ($p < 0.05$).

Bates, Carnes e Del Rio (1996), utilizaram 76 dentes unirradiculares para avaliar a capacidade de vedação dos seguintes materiais para retroobturação: verniz mais amálgama, Super EBA e MTA. As cavidades foram retropreparadas usando ultra-som e pontas para retropreparo (CT-1). Imediatamente após a retroobturação, os espécimes foram estocados em solução fisiológica por 24 h e depois toda a guta percha foi removida. Vinte e dois dentes de cada grupo foram avaliados através do sistema de passagem de fluido que consiste em um tanque pressurizado de gás nitrogênio, um reservatório de fluido, um tubo de polietileno. A medida da infiltração se dá pela movimentação da bolha de nitrogênio. Foram avaliados em 24h, 72 h, 2, 4, 8 e 12 semanas. As análises eram feitas durante 1 min, 3 vezes em cada período. O MTA e o Super EBA foram semelhantes durante todo o experimento, com os menores índices de infiltração. O amálgama teve seu maior pico em duas semanas, depois diminuindo. A análise estatística mostrou que o grupo do MTA e do Super EBA tiveram infiltração significativamente menor que o amálgama em 24 e 72 horas e 2 semanas ($p < 0.05$). Em 4, 8 e 12 semanas não houve diferença entre os grupos.

Wu, Kontakiotis e Wesselink (1998b) utilizaram 100 fatias de dentes bovinos de 3 mm de altura e padronizaram o diâmetro dos canais, que foram obturados com os seguintes materiais: amálgama, ionômero de vidro Fuji II, ionômero de vidro Shofu, MTA e Super EBA. Quando obturados com ionômero, também recebiam uma camada de verniz. Foram colocados em um sistema de passagem de fluido que foram medidas em 24 h, 3, 6 e 12 meses. Os controles negativos não tiveram condução de fluido detectável em todos os tempos de medição. Em 24 h Fuji II teve a menor infiltração dos quatro materiais ($p=0.0000$). Em três ou seis meses o amálgama infiltrou mais que os outros materiais ($p = 0.0000$) e o Fuji II e o MTA tiveram os menores índices sem diferença entre eles. Em 12 meses, Fuji II, Shofu e MTA infiltraram menos que o Super EBA e o amálgama.

Fischer, Arens e Miller (1998) determinaram o tempo necessário para que a *Serratia marcescens* atravessasse 3 mm de espessura do amálgama, IRM, Super-EBA e MTA, quando estes materiais foram usados para retroobturação. Os dentes foram preparados com o sistema Profile. 04 e depois de serem realizadas as apicectomias, cavidades retrógradas foram confeccionadas com pontas de ultra-som em 3 mm de profundidade. Os dentes foram então esterilizados e retroobturados com os materiais em estudo. Os dentes foram adaptados em uma capa estéril e as porções apicais foram colocadas em contato com 12 mL de solução para meio de cultura. Usando micropipeta, 0,1 mm de *S. marcescens* eram colocados em cada dente. O número de dias necessários para que a *Serratia marcescens* penetrasse através dos materiais e se proliferasse no meio de cultura, era anotado e analisado. A maioria dos espécimes obturados com amálgama permitiu a infiltração da bactéria entre 10 e 63 dias. O IRM começou a infiltrar entre 28 a 91 dias. O Super-EBA começou a infiltrar entre 42 a 101 dias. O MTA não apresentou infiltração antes de

49 dias. Até o final do estudo 4 dos espécimes com MTA não apresentaram nenhuma infiltração. A análise estatística indicou que o MTA é o material mais eficiente para prevenir infiltração da *Serratia marcescens*.

Yatsushiro, Baumgartner e Tinkle (1998) usaram o sistema de condução de fluido para verificar a infiltração permitida pelo MTA e amálgama quando usados em cavidades retrógradas. As raízes foram seccionadas em 3 mm do ápice a 90° em relação ao longo eixo do dente e os retropreparos feitos com ultra-som na potência mais baixa com pontas CT-5 e CT-1 (Spartan), observando com lupa de aumento de 3,5X antes de serem preenchidas. Os espécimes foram mantidos em solução a 37°C por 72 h. Concluído esse período, a guta percha foi removida com uma pinça e os dentes foram colocados em um bloco, onde foram submetidos à medição da passagem de fluido nos tempos de: 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 semanas. Entre uma mensuração e outra, os dentes eram mantidos em umidade e as soluções trocadas a cada mensuração. Foi calculada a média das quatro medidas de cada período para cada espécime. A condução de fluido no controle negativo foi a menor, mas ainda mensurável (3.0 a 1.5). O amálgama atingiu valores entre 50.8 e 84.1 nL/min e o MTA tiveram de 6.8 a 10.8 nL/min, significativamente menor depois da 4ª semana ($p < 0.05$).

Adamo et al. (1999) utilizaram o método de microinfiltração bacteriana para avaliarem o selamento dos seguintes materiais: amálgama sem adesivo dentinário (G 1), amálgama com adesivo dentinário (G 2), compósito de resina Prisma TPH (G 3), MTA (G 4) e Super EBA, (G 5) quando usados em retroobturações. Um instrumento manual nº 80 foi colocado no canal 3 mm aquém da porção apical para servir de anteparo para o material retroobturador e só foi removido após a presa do material. Os espécimes foram esterilizados em óxido de etileno por 12 h. O sistema

utilizado consistiu em imergir os 3-4 mm apicais das raízes em meio de cultura de BHI estéril com indicador fenol vermelho. O acesso coronário foi inoculado com suspensão de *Streptococcus salivarius* a cada 48 h. Quando era observada a mudança de cor, 10 ml da cultura eram removidos e colocados em Agar BHI e incubada por três dias. Os espécimes foram mantidos por 12 semanas. Em 4 semanas, 10% dos espécimes de cada grupo tiveram evidência de contaminação. Em 8 semanas 20% dos espécimes dos grupos do amálgama sem adesivo, do MTA e do Super EBA tiveram evidência de contaminação. Em doze semanas menores diferenças entre os espécimes foram notadas. Apesar de pequenas variações, não houve diferença entre os cinco grupos testados em 4, 8 e 12 semanas.

Aqrabawi (2000) usou setenta e nove dentes humanos para comparar a capacidade de vedação do MTA, amálgama e super EBA quando utilizados em retroobturações. Todas as raízes, após a retroobturação, foram mantidas em azul de metileno a 1% por 72 h. E então clivados longitudinalmente. As raízes foram avaliadas em microscópio com aumento de 10X e foram determinados escores como aceitável (quando não há infiltração, ou quando esta não passa para as paredes do canal) e inaceitável (quando a infiltração passa para as paredes do canal obturado). O amálgama teve 56% dos espécimes inaceitáveis; o Super EBA 20% ; e o MTA 100% aceitáveis. Com diferença significativa para o grupo do MTA ($p < 0,05$) quando comparado aos demais.

Dalçóquio et al. (2001) verificaram a infiltração do corante azul de metileno a 1% em dentes retroobturados com MTA, Ketac Fil, IRM e cianoacrilato. Após o preparo e a obturação dos canais radiculares, foi feita a apicectomia em 120 dentes que foram divididos em grupos de acordo com o material retroobturador. Os espécimes foram impermeabilizados na superfície externa e imersos em corante

azul de metileno a 1% a 37 °C, permanecendo durante 48 h, 7 e 60 dias. Para a leitura, houve a dissolução dos dentes em ácido nítrico a 50% por 24 h. Após este período, 8 mL da solução do dente dissolvido foram colocados no espectrofotômetro para quantificar a concentração do corante de cada amostra pela absorção de luz. Em 48 h não houve diferença entre os grupos. Em sete dias, o MTA e o ionômero infiltraram menos com diferença significativa para os demais grupos. Em 60 dias, não houve diferença entre os grupos.

Fogel e Peikoff (2001) avaliaram a microinfiltração de vários materiais retroobturadores através do sistema de passagem de fluido. Os retropreparos foram feitos com pontas de ultra-som e preenchidos com: amálgama, IRM, Super EBA, Clearfil Liner Bond (adesivo dentinário) e MTA. As medidas foram obtidas em uma semana. Transformando em log os resultados, o MTA e o IRM não tiveram diferença estatisticamente significantes, enquanto que o amálgama foi o que mais infiltrou ($p > 0.05$). Nenhum material deste estudo permitiu o selamento completo.

A cirurgia parendodôntica e os reparos de perfurações ocorrem na presença de inflamações que têm normalmente pH normal de 7.4, ou ácido, abaixo de 5,0. O pH ácido pode impedir as reações de presa, afetar a adesividade ou aumentar a solubilidade dos materiais. Roy, Jeansonne e Gerrets (2001) compararam a capacidade seladora do amálgama, Geristore, Super EBA, MTA, CPC (Cimento de Fosfato de Cálcio) e MTA com matriz de CPC, quando expostos a diferentes valores de pH (5,0 e 7,4), por 24 h. O marcador utilizado foi o corante Nankim, onde os espécimes ficaram imersos por 5 dias, e depois foram diafanizados. A infiltração linear foi medida em microscópio óptico sob lâmina graduada com 0.1mm nos quatro lados dos canais e, dos valores obtidos, foi calculada a média. Os resultados mostraram que o pH não influenciou na capacidade seladora dos materiais testados,

sendo que os melhores resultados foram observados para o MTA, Super EBA e CPC. O baixo pH melhorou o desempenho do MTA com matriz de CPC e do Geristore, sendo estatisticamente significativa ($\alpha = 0.05$).

Andelin et al. (2002) avaliaram o efeito do corte do MTA na infiltração. Quarenta e seis dentes foram preparados, 20 desses foram obturados com MTA (G1). Os demais foram obturados com guta percha e cimento (G 2) e os dois grupos permaneceram 48 h em umidade. O G1 teve todos os seus espécimes cortados em 3 mm do ápice a 45°, impermeabilizados externamente e imersos em corante Nankim por 48 h. Após fazer apicectomia semelhante ao G 1, o G 2 teve os retropreparos realizados com brocas nº 330 com 3 mm de profundidade e retroobturados com MTA, em seguida, permaneceram mais 48 h em umidade, para depois serem colocados no corante. Todos os espécimes foram clivados no sentido longitudinal e avaliados em microscópio cirúrgico com aumento de 16X. Não houve diferença entre os grupos.

Reeh e Combe (2002) avaliaram a infiltração em cavidades retrógradas retroobturadas com MTA e um novo material experimental originado de um polímero adesivo modificado que foi injetado com o sistema para guta-percha termoplastificada do Sistema Obtura. Após o preparo e obturação dos canais, as cavidades retrógradas foram preparadas e retroobturadas com um dos materiais acima citados. Depois de impermeabilizados externamente, os espécimes foram imersos em corante azul de metileno a 2% por 72 h. Passado esse período, foram clivados longitudinalmente e as superfícies analisadas em microscópio com aumento de 25X, considerando as hemi-seções que apresentaram a maior infiltração. O grupo do material experimental proporcionou melhor vedação apical ($p < 0,01$). Alguns dos espécimes foram selecionados para serem analisados em MEV e

observar as interfaces cimento–dentina e cimento–cone. Foi observada íntima adaptação e penetração do cimento nos túbulos dentinários para o material experimental. Neste experimento o MTA não resistiu à infiltração, provavelmente por ter sido exposto a solução do corante imediatamente após a colocação do material na cavidade, o que os autores consideram ser mais próximo à situação clínica onde o material é logo exposto aos fluidos periapicais.

Tang, Torabinejad e Ketterng (2002) comparam a capacidade do amálgama, IRM, Super EBA e MTA de prevenir a infiltração de endotoxinas quando usados em obturações retrógradas. Cem dentes unirradulares foram usados neste experimento, e as leituras da absorbância foram feitas em 1, 2, 6 e 12 semanas. Na primeira semana, o MTA não foi diferente estatisticamente em relação ao Super EBA e ambos tiveram baixos índices de infiltração; em 2 semanas, o MTA foi melhor que os outros. Em seis semanas, o MTA infiltrou menos que o IRM e o amálgama; em 12 semanas o MTA foi melhor que os demais com diferença estatisticamente significativa ($p = 0.01$).

Mangin et al. (2003) compararam a capacidade do cimento de hidroxiapatita, MTA e Super EBA para prevenir a infiltração de bactérias no canal quando usados como materiais retroobturadores. Uma suspensão de bactéria (*Enterococcus fecalis*) radioativa (^3H -thymidine) foi disposta em um recipiente e em outro com solução salina foi colocado para receber os microorganismos que infiltraram de modo que o terço apical de cada espécime estava imerso. Amostras deste último foram colhidas em períodos variados para verificar a infiltração. Todos os materiais infiltraram significativamente quando comparados com o controle negativo e sem diferença significativa entre eles ($p < 0,05$).

Karoni et al. (2003) compararam a capacidade de vedação do MTA branco, MTA cinza e um tipo comum de cimento de Portland. Instrumentaram e obturaram 34 dentes unirradiculares. Após a apicectomia, as cavidades retrógradas foram preparadas com pontas de ultra-som lisas e os espécimes foram divididos em 3 grupos de acordo com o material retroobturador que recebiam. Os espécimes foram mantidos em água destilada por um mês e então, eram impermeabilizados e imersos em fucsina básica a 1 % por 48 h. A efetividade na capacidade de vedação dos materiais foi avaliada medindo a infiltração linear do corante na interface dentina-material, depois de seccionar longitudinalmente os espécimes. De acordo com os resultados, os autores concluíram que o MTA branco veda tão eficientemente bem quanto o MTA cinza e melhor que o cimento de Portland.

Assis et al. (2003) avaliaram o selamento de ápices radiculares preparados com ultra-som e brocas convencionais e retroobturados com amálgama e MTA mediante infiltração por corante. Foram utilizados 64 dentes unirradiculares humanos extraídos, divididos em 4 grupos de 16 elementos: A1- preparo convencional com brocas esféricas carbide FG nº 2 e retroobturaço com amlgama; A2- preparo convencional com brocas e retrobturao com MTA; B1- preparo com ultra-som usando pontas diamantadas ST12D (Mani) e retroobturao com amlgama; B4- preparo com ultra-som e retrobturao com MTA. Aps a impermeabilizao, os espécimes foram imersos em tinta Nankim sob vcuo por 60 min e depois eram mantidos no corante em estufa a 37 °C durante 48 h. Decorrido este perodo os espécimes foram clivados e as infiltraes foram avaliadas com o auxlio de estereomicroscpio. Os grupos retrobturados com MTA apresentaram os menores ndices de infiltrao marginal, independente do tipo de preparo, com diferenas estatisticamente significativas em relao aos outros grupos ($p < 0,05$).

Silva Neto et al. (2003) avaliaram a capacidade seladora do MTA-Pro Root[®], MTA-Angelus[®] e Super EBA, por meio da infiltração de corante Rodamina B a 0,2%. Trinta e quatro dentes tiveram as suas coroas removidas, os canais preparados, e obturados com a técnica do cone único, e permaneceram 48 h em soro fisiológico. A apicectomia foi realizada a 45° e os preparos retrógrados feitos com pontas de ultrassom. Os espécimes depois de impermeabilizados e retroobturados com os materiais em estudo, eram imersos em corante por 48 h. A infiltração foi mensurada com auxílio de um microscópio com ocular micrométrica após o desgaste longitudinal das raízes. Não se constatou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

Tanomaru Filho, Tanomaru e Ishikawa (2003) avaliaram o selamento apical proporcionado por quatro materiais retroobturadores: OZE, Sealer 26, MTA Pro-Root[®] e MTA-Ângelus[®], usando como marcador o corante azul de metileno a 2%. Depois de instrumentados e obturados, as cavidades retrógradas foram feitas com brocas de aço e os espécimes retroobturados com os materiais acima, sendo que o Sealer 26 foi manipulado na seguinte proporção: 0,24g de pó para 0,068g de resina. Após a imersão no corante por 48 h em ambiente a vácuo, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e a infiltração analisada em um perfilômetro com aumento de 20X. Os materiais Sealer 26, MTA Pro-Root[®] e MTA-Ângelus[®] apresentaram melhor selamento em relação ao OZE ($p < 0.05$), com resultados semelhantes entre si.

Pesquisando o selamento apical promovido pelos materiais retroobturadores Fuji I, Sealer 26 e MTA-Angelus[®], Valois e Costa Jr (2003) deixaram os dentes retroobturados em 100% de umidade por dois dias antes de serem imersos em corante Nankim por cinco dias, quando então passaram pelo processo de

diafanização. A penetração linear do corante foi quantificada por meio de um estereomicroscópio. Os autores concluíram que o Fuji I proporcionou vedação marginal significativamente menos eficaz que o Sealer 26 e o MTA ($p < 0,05$). Pela análise dos dados obtidos é possível observar que todos os materiais utilizados permitiram a infiltração apical do corante, tendo este fato sido observado em 26 dos 36 elementos estudados, ou seja, cerca de 70% das amostras.

Bruyne et al. (2004) compararam a capacidade de vedação apical do IRM, Fuji IX e MTA através dos métodos de condução de fluido e porosidade capilar. Trinta e três dentes extraídos foram preparados e obturados 2 semanas antes de serem submetidos a apicectomia e preparo retrógrado com pontas S12. Os dentes foram divididos em 3 grupos onde cada um deles recebia um dos materiais testados e em seguida foram mantidos em água por 5 min. Após ser removida a obturação dos canais, os espécimes permaneceram em umidade por mais 12 h antes de serem submetidos ao teste de condução de fluido. O movimento da bolha de ar foi anotado a cada 15 min durante as 6 primeiras horas, às 12 h e às 24 h. Os espécimes foram mantidos em água destilada para posteriormente serem repetidas as leituras depois de 1 e 6 meses. Depois de 6 meses foi também avaliada no sistema de porosidade capilar, para medir através dos poros e seus diâmetros. Em 24 h não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Depois de 1 mês, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos IRM e Fuji IX ($p = 0.03$), sendo que este último infiltrou menos. Em 6 meses a infiltração aumentou, havendo diferença estatisticamente significativa entre o IRM e o Fuji IX ($p = 0.012$) e entre o MTA e o Fuji IX ($p = 0.04$), tendo o Fuji IX apresentado os melhores resultados. Não houve diferença significativa entre o IRM e o MTA neste período. No teste de porosidade capilar não houve diferença entre os grupos e os poros foram de 0.07

µm ou maiores. Os autores concluíram que o cimento ionômero de vidro foi o que obteve os melhores resultados e que o método de porosidade capilar parece ser possível para avaliar infiltração em endodontia.

Bortoluzzi, Broon e Bramante (2004) avaliaram a influência do cloreto de cálcio a 10% na capacidade seladora do ProRoot-MTA[®], MTA-Angelus[®] e cimento de Portland branco (CPB) em obturações retrógradas. Setenta raízes de dentes extraídos tiveram os canais instrumentados e obturados. Depois de seccionados 2 mm a partir do extremo apical, as raízes foram impermeabilizadas. Foram confeccionadas cavidades retrógradas padronizadas e preenchidas com os materiais, formando 6 grupos. Imediatamente após a realização dos procedimentos operatórios, todos os espécimes foram imersos em solução de Rodamina B a 0,2%, por 72 h. As raízes foram lavadas e desgastadas longitudinalmente até exporem o material obturador e a extensão da penetração do corante analisada por meio de microscópio óptico munido de ocular micrométrica, utilizando-se escores numéricos para sua quantificação. O teste estatístico verificou diferença entre os grupos: ProRoot-MTA versus MTA-Angelus + cloreto, ProRoot-MTA versus CPB + cloreto, MTA-Angelus versus CPB + cloreto e CPB versus CPB + cloreto ($p < 0,05$). Pela mediana da infiltração podem-se agrupar os materiais em ordem crescente de infiltração: CPB + cloreto; MTA-Angelus+ cloreto; ProRoot-MTA + cloreto; MTA-Angelus; ProRoot-MTA; CPB.

Manicardi (2005) avaliou a influência do método de inserção do MTA sobre a infiltração por corante. Após a apicectomia e preparo apical com ultra-som em 45 espécimes a obturação retrógrada foi realizada: G I – condensando o MTA manualmente; G II – inserindo com ultra-som, com os espécimes posicionados para cima; G III – com ultra-som com os espécimes posicionados para baixo. O ultra-som

foi ajustado na menor vibração e pequena porção de MTA era inserida na cavidade. Em seguida o aparelho era desativado para acomodar o material antes que nova camada fosse colocada repetindo estes procedimentos até que a cavidade estivesse completamente preenchida. Após a obturação retrógrada, os espécimes foram avaliados por infiltração linear e por área, valendo-se do corante Rodamina B 1%. A utilização da vibração ultra-sônica no G II resultou em infiltração significativamente menor em relação ao grupo condensado manualmente e ao grupo que utilizou o ultra-som com os espécimes posicionados para baixo, o que demonstra ter influência gravitacional a aplicação do material ($p < 0,05$). Porém não houve diferença estatisticamente significante entre estes dois últimos grupos. O autor concluiu que o ultra-som pode ser uma alternativa para a inserção do MTA.

Apesar das propriedades positivas encontradas no MTA, há ainda as que são desfavoráveis como a dificuldade em quantificar a relação exata de pó e líquido sem prejudicar a qualidade do material, evitando o desperdício e facilitando a inserção do mesmo à cavidade. O tempo de presa que é superior a 2 h impede o acabamento da superfície apical após a inserção do material, podendo removê-lo parcialmente ou espalhando-o na loja óssea. Além disso, há a possível infiltração e contaminação que pode ocorrer neste período antes de completar a presa e assim não atingir sua capacidade máxima de selamento.

2.3.5 materiais obturadores

A tendência em fazer uso de materiais com sistema dual, ou seja, que tenham a sua cura inicial e superficial através da luz de aparelho fotopolimerizador e a seguir, continua quimicamente mais profundamente. Para as obturações retrógradas também seria interessante se houvesse um material com essas características, devido à sua colocação rápida e segura. Soma-se a isso o desejo dos profissionais, de poder usar materiais que tenham a mesma base química para diferentes situações, obturação e retroobturação, diminuindo a infiltração.

O lançamento de cimentos resinosos com sistema de cura dual, como o Epiphany[®] e o Real Seal[®] que são utilizados para obturação de canais radiculares, apresentam, segundo o fabricante, excelente capacidade seladora e têm sido alvo de muitos estudos.

Shipper et al. (2004a), compararam a infiltração bacteriana *in vitro* usando *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis* como agente marcador. Um total de 156 dentes foi dividido em oito grupos de 15 espécimes cada, e um grupo controle, com três. As raízes foram obturadas usando a técnica de condensação lateral ou vertical com o cimento AH26 e gutta-percha (G 1 e G 2); gutta-percha e Epiphany (G 3 e G 4). Os grupos 5 e 6 foram obturados com resilon e Epiphany, usando condensação lateral ou vertical, respectivamente. Os grupos 7 e 8 foram idênticos ao G 5 e G 6, porém foi usado o *E. faecalis* ao invés do *S. mutans* usado nos demais grupos. Os grupos com Resilon apresentaram infiltração mínima, com diferença para os grupos com gutta-percha ($p < 0,05$) que teve 80% de seus espécimes infiltrados. Os grupos obturados com gutta-percha/Epiphany ou gutta-percha/AH 26 se comportaram de maneira semelhante quanto à infiltração bacteriana. Não houve diferença entre os grupos com *S. mutans* e *E. faecalis*.

Shipper et al. (2005) fizeram este estudo em cães comparando a eficácia da guta-percha e o cimento AH 26 versus Resilon com o cimento e o primer do Epiphany (RMS-sistema de monobloco) para impedir lesões apicais após a inoculação de microrganismos. Cinquenta e seis dentes vitais foram instrumentados e obturados de acordo com o grupo ao qual pertenciam: G1 - condensação lateral com guta percha e cimento; G2 – condensação vertical com guta-percha e cimento; G3 – condensação lateral do RMS; G4 – condensação vertical do RMS. Os dentes foram acessados novamente para serem inoculados com placa dental e este procedimento foi repetido em mais duas ocasiões, com intervalos mensais. Depois de 14 semanas, os cães foram sacrificados e os blocos preparados para a análise histológica. Suave inflamação foi observada em 82% das raízes obturadas com guta-percha e AH 26, mais do que as raízes obturadas com RMS, com 19% estatisticamente significativa ($p < 0.05$). O sistema de Resilon foi associado a menor lesão apical, provavelmente pela sua adesividade às paredes dentinárias e cone.

Tay et al. (2005) compararam a qualidade estrutural da vedação apical de canais obturados com Resilon/Epiphany e guta-percha/AH Plus. Depois de instrumentarem e obturarem os espécimes com os materiais acima citados, esses permaneceram em umidade a 37 °C por 24 h. Dois espécimes de cada grupo foram escolhidos para a avaliação em MEV, após seccioná-los longitudinalmente e prepara-los para a leitura. Os outros 10 espécimes de cada grupo foram usados para avaliar a infiltração apical usando o nitrato de prata como agente marcador. Foram observados espaços vazios nos canais pertencentes aos dois grupos. Embora, tenha sido observado que o cimento AH Plus não adere à guta-percha, a capacidade seladora do Resilon/Epiphany não foi superior ao grupo com guta-percha/AH Plus.

Os autores concluíram que o selamento hermético apical não pode ser alcançado com os materiais testados.

Entre os materiais estudados para avaliar a capacidade de vedação da cavidade retrógrada, o MTA tem ocupado lugar de destaque apresentando bons resultados, embora ainda com características desfavoráveis relacionadas ao seu longo tempo de presa e dificuldade de inserção. Diante do exposto, torna-se bastante oportuno compará-lo com dois novos materiais, um deles o Real Seal, um cimento endodôntico com sistema de presa dual, e o outro que tem sua composição química, segundo ao fabricante, igual ao MTA branco e está sendo desenvolvido pelo IPEN-USP.

PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo tem o objetivo de avaliar a infiltração marginal apical do corante Rodamina B a 0,2%, na interface dentina-material retroobturador, testando os seguintes materiais: o MTA Ângelus[®], cimento Real Seal[®] e o material experimental desenvolvido pelo IPEN-USP; em dois tempos experimentais 72 horas e 60 dias.

MATERIAL

E

MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

- Água destilada (Asfer. São Caetano do Sul-Brasil);
- Agulhas descartáveis BD 0,70x30 (Becton Dickinson Indústria Cirúrgica LTDA-Curitiba-Brasil);
- Agulhas descartáveis 22 G 1 ¼ (Becton Dickinson Indústria Cirúrgica LTDA-Curitiba-Brasil);
- Algodão (Nature's Plus Farmacêutica Ltda – Hortolândia – Brasil)
- Aparelho de Raio X (Dabi Atlanti- Ribeirão Preto-Brasil);
- Bomba a vácuo (Dabi Atlanti-Ribeirão Preto-Brasil);
- Brocas diamantadas para alta rotação nº 6837(Komet-Brasseler-Alemanha);
- Brocas multilaminadas (Komet-Brasseler-Alemanha);
- Brocas de Gates Glidden nº1, nº2, nº3 (Maillefer Instruments SA-Suíça)
- Caixa de revelação;
- Caixa plástica, tamanho pequeno, com tampa (tipo Tupperware);
- Calcadores tipo Paiva (Metalúrgica Mocar – São Paulo - Brasil);
- Caneta de alta rotação (Dabi Atlanti – Ribeirão Preto- Brasil);
- Cânulas para aspiração 40-20 (Konnen-São Paulo-Brasil);
- Cânulas para irrigação 27x11/4(Ultradent Products-EUA);
- Cianoacrilato de etila (Super Bonder-Loctite do Brasil LTDA, São Paulo-Brasil);
- Cimento obturador N-Rickert (Fórmula & Ação – São Paulo-Brasil);
- Cones de guta-percha nº 50 (Dentsplay® - Petrópolis -Rio de Janeiro-Brasil);
- Cones de guta-percha acessórios RS (Dentsplay® - Petrópolis-Rio de Janeiro-Brasil);

- Cones de papel absorvente (Dentsplay® - Petrópolis -Rio de Janeiro- Brasil);
- Corante Rodamina a 0,2% (Fórmula & Ação – São Paulo-Brasil);
- 66 dentes unirradiculares doados pelo Banco de Dentes Humanos da FOU SP;
- Discos de aço;
- EDTA a 17% (Fórmula & Ação. São Paulo-Brasil);
- EDTA-T a 17% (Fórmula & Ação. São Paulo-Brasil);
- Endo-PTC (Fórmula & Ação – São Paulo-Brasil);
- Espátula nº 24 (SS White. Rio de Janeiro – Brasil);
- Grafite 0,5 mm (Faber- Castell -São Carlos-Brasil);
- Grampos para revelação (Konnen-São Paulo-Brasil)
- Hipoclorito de sódio a 0,5% (Fórmula & Ação. São Paulo-Brasil);
- Intermediário metálico para aspiração (Metalúrgica FAVA. São Paulo – Brasil);
- Kit de cimento Real Seal (Sybron Endo - Orange-USA)
- Lamparina (Konnen-São Paulo-Brasil)
- Limas tipo K 1ª e 2ª série de 21 mm (Maillefer Instruments SA. Ballaigues - Suíça);
- Limitadores de silicone (Maillefer Instruments SA. Ballaigues - Suíça);
- Lupa estereoscópica “Olimpus/SZPT/Japan);
- Luvas para procedimentos (Embramac – Malaysia);
- Máquina fotográfica (Olympus);
- Material experimental desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - USP (composição: SiO₂; K₂O; Al₂O₃; Fe₂O₃; SO₃; CaO; BiO₃; MgO)
- Micromotor e contra-ângulo (Dabi Atlanti – Ribeirão Preto- Brasil);
- Microscópio óptico (M 900, DF Vasconcellos - São Paulo - Brasil);
- MTA-Angelus® (Ângelus - Londrina-Brasil);
- Negatoscópio (Fabinject-São Paulo-SP);
- Película radiográfica periapical (Eastman Kodak Company-New York-EUA));

- Pinça clínica (SS White. Rio de Janeiro – Brasil);
- Pincel nº 00 (Tigre)
- Pontas para ultra-som lisas nº 6.1107-5 (CVD Vale - São José dos Campos-Brasil);
- Programa para análise estatística GMC 2002 (Geraldo Maia Campos - Ribeirão Preto - Brasil);
- Régua milimetrada (Maillefer Instruments SA. Ballaigues - Suíça);
- Restaurador provisório Cimpat branco (Septodont-França);
- Seringas descartáveis 10 ml (Bectron Dickinson Ind Cirúrgica Ltda-Curitiba-Brasil);
- Seringas descartáveis 1 ml (Bectron Dickinson Ind Cirúrgica Ltda-Curitiba-Brasil);
- Solução Isotônica de Cloreto de Sódio 0,9% (Áster Produtos Médicos LTDA-Sorocaba-Brasil);
- Solução Reveladora (Kodak Brasileira Ind e Com Ltda – São José dos Campos – Brasil);
- Solução Fixadora (Kodak Brasileira Ind e Com Ltda – São José dos Campos – Brasil);
- Toalhas de papel absorvente (Melhoramentos - São Paulo-Brasil);
- Ultra-som mini Piezon (EMS).

4.2 Métodos

Foram utilizados sessenta e seis dentes unirradiculares humanos com raízes retas, cedidos pelo banco de dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, após a aprovação do Comitê de Ética da mesma faculdade (Anexo A). Os dentes foram radiografados nos dois sentidos, méso-distal e vestibulo-lingual

certificando-se que estavam de acordo com os critérios de inclusão adotados que foram: apenas um canal e achatamento discreto. Os dentes foram limpos externamente e as coroas removidas na junção corono-radicular com pontas diamantadas para alta rotação, irrigando constantemente com água.

O comprimento de trabalho foi determinado com uma lima tipo K nº15 que, ao ser vista ultrapassando o forame radicular recuava-se 1 mm e anotava-se a medida. Os canais foram preparados com a técnica cérvico-apical, usando as brocas de Gates Glidden nº2 e nº1, para o terço cervical e médio. Limas manuais tipo K foram usadas para a instrumentação até o nº50 e cada kit de limas foi usado em cinco espécimes. Durante a instrumentação, a substância química auxiliar utilizada foi a solução de hipoclorito de sódio a 0,5 % associado ao Endo PTC. Ao final, fez-se a irrigação com 10 ml de EDTA-T e mais 10 mL de hipoclorito de sódio a 0,5%. A seguir, eram selecionados os cones principais, procurando o que melhor se adaptava em cada canal e cones de papel absorventes foram usados para secar os canais.

A obturação foi realizada com cones de guta-percha (principais e acessórios) e cimento N-Rickert usando a técnica da condensação vertical. Ao final, 2 mm de material obturador foram removidos da porção cervical, com o calcador aquecido, criando o espaço para o selamento com o cimento restaurador provisório. Os espécimes foram novamente radiografados para verificar a qualidade da obturação e permaneceram em umidade relativa de 100%, com algodão embebido em solução fisiológica, em recipiente fechado até o momento do experimento.

As raízes foram marcadas a 2 mm aquém do vértice apical com auxílio de uma régua milimetrada e grafite 0,5 para padronização do limite das apicectomias, sendo demarcada a área em toda a circunferência dos dentes a serem seccionados com pontas diamantadas cilíndricas, perpendicular ao longo eixo do dente e depois foi feito acabamento com brocas multilaminadas em cada um deles.

As cavidades retrógradas foram preparadas com pontas de ultra-som lisas, a princípio sem irrigação, para facilitar a plastificação da guta-percha e

conseqüentemente a penetração da ponta ativa do instrumento. Após esse acesso inicial, manteve-se irrigação constante finalizando o preparo que foi padronizado em 3 mm de profundidade (equivalente à ponta ativa do instrumento). Durante o preparo, os espécimes eram observados sob microscópio óptico em aumento de 12,5 vezes para certificar-se da qualidade do preparo e da limpeza das paredes.

Após o retropreparo, as cavidades foram irrigadas com 2 mL de EDTA a 17%, para a remoção de *debris*, irrigadas com água destilada e secas com cones de papel absorvente. Dividiu-se em três grupos experimentais, de acordo com o material retroobturador usado.

Grupo I (n=20) - MTA, que foi misturado com água destilada em uma placa de vidro na proporção de 1:1, conforme indicação do fabricante. Foi levado à cavidade com a ponta de ultra-som em potência mínima, a fim de que o material escoasse para a cavidade e finalizando a condensação manualmente, sem vibração;

Grupo II (n=20) – as paredes de dentina das cavidades foram condicionadas com o Primer do kit Real Seal[®], usando pincel e removendo os excessos com cones de papel absorventes, para depois serem preenchidas com o cimento. Esse foi misturado de acordo com o fabricante na proporção de 1:1 e levado à cavidade com auxílio de uma seringa de insulina, acoplada à agulha hipodérmica, que a ponta foi cortada deixando apenas 10 mm de comprimento. A seguir era fotopolimerizado por 40s;

Grupo III (n=20) – preenchido com o material experimental que consiste em agregado de trióxido mineral, porém de cor branca e granulação fina que foi misturado com água destilada e levado à cavidade da mesma maneira que o grupo I;

Grupo Controle Negativo (n=3) – as cavidades foram preenchidas cada uma com um dos materiais acima citados e depois foram totalmente impermeabilizados com duas camadas de cianoacrilato.

Grupo controle positivo (n=3) - permaneceram com a cavidade retrógrada vazia;

Todos os espécimes foram radiografados para confirmar a qualidade de

preenchimento da cavidade pelo material retroobturador (Figura 4.1).

Figura 4.1 - Radiografia dos espécimes após a retroobturação. A – MTA; B – Real Seal; C – Material experimental

Os grupos experimentais foram subdivididos, de modo que metade dos espécimes de cada grupo, após a retroobturação, permaneceu em umidade relativa de 100% a 37 °C por 72 h (subgrupo A). Os outros dez dentes de cada grupo foram mantidos em umidade por 60 dias (subgrupo B). Cumprido os respectivos períodos, os espécimes foram secos e impermeabilizados em toda a superfície externa com duas camadas de cianoacrilato, exceto ao redor do material retroobturador, e então imersos em corante por 24 h.

Em seguida, foram lavados em água corrente para a remoção do excesso do corante. Os espécimes foram secos com toalhas de papel absorvente. Sulcos longitudinais foram feitos com discos de aço, no sentido mésio-distal, para orientar a clivagem. Apoiou-se o dente em uma mesa e segurando-o firmemente, encaixou-se a espátula no sulco, pressionando-a para que o espécime fosse dividido em dois. Todo o material de dentro dos canais foi removido para observar a infiltração do corante.

A análise foi feita com lupa estereoscópica, em aumento de 20X. As medidas foram realizadas pela leitura direta dos espécimes através da ocular reticulada de uma lupa estereoscópica. Os valores foram então convertidos em milímetros por

regra de três após ter-se calibrado as distâncias medidas na ocular, com a distância de 1 mm, numa régua observada no mesmo instante da leitura do espécime. As duas metades foram avaliadas e somente a que obteve a maior infiltração foi considerada. Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística utilizando o programa GMC.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

No apêndice A estão expressos os valores originais das infiltrações lineares de cada grupo. Nos três espécimes do grupo controle negativo não houve infiltração de corante (Apêndice C1). As médias de infiltração dos grupos nos dois tempos experimentais estudados estão expressas na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Média de infiltração linear (mm) nos diferentes grupos experimentais

GRUPO	MÉDIA (mm)
MTA 72h	2,23
RS 72h	2,10
Experimental 72h	5,35
MTA 60 dias	1,59
RS 60 dias	1,91
Experimental 60 dias	5,08
Controle positivo	7,64
Controle negativo	0

Os resultados foram submetidos ao teste de aderência à curva normal e constatou-se que os valores não seguem a distribuição normal em todos os grupos (Apêndice B). Aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis, sendo fixado o nível de significância em 5% ($p < 0,05$), para comparar os três grupos cujos espécimes ficaram em umidade durante 72 horas (tabela 5.2). Houve diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($\alpha = 0,01$) entre os grupos.

Tabela 5.2 - Teste de Kruskal-Wallis para os grupos de 72 h

Resultados do teste de Kruskal-Wallis
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado: 13.8421
Valor do X para 2 graus de liberdade: 13.84
Probabilidade de Ho para esse valor: 0.10 %
Significante ao nível de 1 % ($\alpha = 0,01$)

Pela comparação 2 a 2 (tabela 5.3), observou-se que a maior infiltração do corante ocorreu na interface dentina-material experimental e foi estatisticamente significativa quando comparado com os outros dois materiais analisados. Entre o MTA e o Real Seal não houve diferença estatisticamente significativa quanto à infiltração do corante.

Tabela 5.3 – Comparação entre as médias dos postos das amostras quando os materiais retroobturadores foram mantidos em umidade por 72 h

Comparação entre médias dos postos das amostras							
Amostras comparadas (comparações duas a duas)			Diferenças entre médias dos postos	Valores críticos (Ó)			Signifi- cância
				0,05	0,01	0.001	
MTA 72h	X RS 72h	:	0.7000	6.0834	8.2149	10.9394	ns
MTA 72h	X Exp 72h	:	12.2000	6.0834	8.2149	10.9394	0,1 % *
RS 72h	X Exp 72h	:	12.9000	6.0834	8.2149	10.9394	0,1 % *

ns = não significativa; * = significativa $p < 0,01$

Os resultados entre grupos que permaneceram em umidade durante 60 dias (Apêndice A), foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis (tabela 5.4) e verificou-se diferença estatisticamente significativa entre eles com nível de significância de 1% ($\alpha=0,01$).

Tabela 5.4 - Teste de Kruskal-Wallis para os grupos de 60 dias

Resultados do teste de Kruskal-Wallis	
Valor (H) de Kruskal-Wallis calculado:	13.1597
Valor do X para 2 graus de liberdade:	13.16
Probabilidade de Ho para esse valor:	0.14 %
Significante ao nível de 1 % ($\alpha = 0,01$)	
O valor de H aparece repetido como X porque a sua significância , avaliada pela tabela do qui-quadrado.	

Na comparação 2 a 2 (tabela 5.5), observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre o MTA e o Real Seal, quanto à infiltração de corante, após permanecerem em umidade por 60 dias. A maior infiltração do corante ocorreu na interface dentina-material experimental e foi estatisticamente significativa quando comparado com os outros dois materiais estudados.

Tabela 5.5 – Comparação entre as médias dos postos das amostras quando os materiais retroobturadores foram mantidos em umidade por 60 dias

Comparação entre médias dos postos das amostras								
Amostras comparadas (comparações duas a duas)				Diferenças entre médias dos postos	Valores críticos (Ó)			Signifi- cância
					0,05	0,01	0.001	
MTA 60d	X	RS 60d	:	0.1000	6.3576	8.5853	11.4326	ns
MTA 60d	X	Exp 60d	:	11.9000	6.3576	8.5853	11.4326	0,1 %*
RS 60d	X	Exp 60d	:	12.0000	6.3576	8.5853	11.4326	0,1 %*
ns=não significativa; * = significativa p< 0.01								

ns=não significativa; * = significativa $p < 0,01$

O gráfico 5.1 expressa as médias de infiltração linear do corante (mm) dos grupos nos dois tempos experimentais (72hx60 dias).

Gráfico 5.1 – Médias de infiltração linear (mm) dos grupos nos dois tempos experimentais

Os grupos que continham o mesmo material, mas que permaneceram em umidade por tempos diferentes foram comparados entre si, submetendo-os ao teste de Mann-Whitney e verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa quanto à infiltração e o tempo de permanência em umidade para nenhum dos materiais avaliados (Tabelas 5.6; 5.7; 5.8).

Tabela 5.6 - Teste de Mann-Whitney para os grupos retroobturados com MTA (72h x 60 dias)

Valores de U:

U(1) = 61.5

U(2) = 38.5

Valor calculado de z: 0.8693

Probabilidade de igualdade (Ho): 19.23 %

Não-significante, amostras iguais ($\alpha > 0.05$)

Tabela 5.7 - Teste de Mann-Whitney para os grupos retroobturados com Real Seal
(72h x 60 dias)

Valores de U:
U(1) = 64.5
U(2) = 35.5
Valor calculado de z: 1.0961
Probabilidade de igualdade (Ho): 13.65 %
Não-significante, amostras iguais ($\alpha > 0.05$)

Tabela 5.8 - Teste de Mann-Whitney para os grupos retroobturados com o material
experimental (72h x 60 dias)

Valores de U:
U(1) = 45
U(2) = 55
Valor calculado de z: -0.3780
Probabilidade de igualdade (Ho): 35.27 %
Não-significante, amostras iguais ($\alpha > 0.05$)

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Diante de insucessos do tratamento endodôntico e quando os riscos do retratamento superam os benefícios, a cirurgia parendodôntica é o procedimento mais indicado para se buscar o reparo tecidual. O fator mais freqüente que leva à indicação do tratamento cirúrgico é a persistência de sinais e sintomas combinado com a presença de obstruções que impedem o retratamento do canal (EL-SWIAH; WALKER,1996).

Observar elementos que limitam o bom desempenho do ato cirúrgico tais como fraturas, doença periodontal avançada e perfurações, é a base para alcançar o objetivo desejado. Chong, Pitt Ford e Hudson (2003) e Zuolo, Ferreira e Gutmann, (2000) destacaram que, uma vez decidido pelo tratamento cirúrgico, é importante seguir um protocolo rigoroso que inclui desde a curetagem total da lesão à obturação retrógrada com material adequado, preocupando-se em ser fiel aos princípios biológicos, que são fundamentais para proporcionar o reparo periapical.

Diante da afirmação de Tronstad et al. (1990), de que microrganismos podem estar aderidos na superfície apical e na porção externa do forame principal, a apicectomia se torna uma etapa importante ao processo reparacional.

No presente estudo, os cortes para apicectomia foram feitos com brocas diamantadas a 90° em relação ao longo eixo do dente. Revendo a literatura parece claro que quanto maior o ângulo do corte apical em relação ao plano horizontal maior será quantidade de túbulos expostos, aumentando os riscos de comunicação entre o canal e o meio externo (GILHEANY; FIGDOR; TYAS,1994; GAGLIANI; TASCHIERI; MOLINARI,1998).

O acabamento das superfícies apicais foi feito com brocas multilaminadas e está de acordo com Morgan e Marshall (1998) e Weston, Moule e Bartold (1999), que obtiveram superfícies mais lisas após o uso de brocas multilaminadas e diamantadas ultrafinas, respectivamente. Entretanto, não se sabe ao certo o quanto a presença de superfície rugosa ou lisa influenciará na reabsorção apical e na deposição de cimento, que ocorre durante o processo de reparo. Morgan e Marshall (1998) acreditam que a velocidade da deposição de cimento vai depender muito mais da quantidade da camada de magma dentinário produzida pelo corte da broca.

Diante da utilidade que o ultra-som apresenta para o retropreparo, a ocorrência de trincas, na superfície apical, durante o seu uso, observada por Abedi et al. (1995), Beling et al. (1997), Gondim Jr et al. (2002), Min et al. (1997) pode ser uma desvantagem. Entretanto, essas trincas parecem não influenciar na capacidade seladora dos materiais retroobturadores (ASSIS et al., 2003; ISHIKAWA et al., 2003; LESKI; PAWLIKA, 2003; RAINWATER; JEANSONNE; SARKAR, 2000; SAUNDERS; SAUNDERS; GUTMANN, 1994; SOUSA; BRAMANTE; BERNARDINELI, 1995) e no sucesso da cirurgia parendodôntica (TESTORI et al., 1999). Além disso, ao usar o ultra-som *in vivo*, acredita-se que o periodonto tenha efeito amortecedor, pois Gray et al. (2000), Morgan e Marshal (1999), investigando os procedimentos com ultra-som em cadáveres e *in vivo*, respectivamente, verificaram que as injúrias causadas pelo ultra-som são menores que as observadas *in vitro*.

A potência do ultra-som é diretamente proporcional à capacidade de corte dos instrumentos (WAPLINGTON et al., 1995) e ao aumento do número de trincas (FRANK; ANTRIM; BACKLAND, 1996; LAYTON; MARSHAL; MORGAN, 1996), embora o mesmo não fosse observado por Waplington, Lumley e Wamsley (1997). A

potência média utilizada no presente estudo, está de acordo com o indicado por Frank, Antrim e Backland (1996).

Apesar de não remover completamente a camada de magma dentinário, os preparos feitos com ultra-som apresentam cavidades mais limpas que os preparos confeccionados com brocas (GORMAN; STEIMAN; GARTNER, 1995; GUTMANN et al., 1994; WUCHENICH; MEADOWS; TORABINEJAD, 1994). A maior limpeza proporcionada pelo uso do ultra-som é atribuída ao fenômeno de cavitação e micro correnteza acústica. A rápida formação de bolhas do irrigante em comum acordo com a circulação local, e o campo gerado pela vibração livre da ponta produz um *stress* de cisalhamento, o suficiente para remover os *debris* e o magma dentinário das paredes dos preparos.

Neste estudo usaram-se pontas lisas (não diamantadas, porém despolidas) que permitiram retropreparos eficientes levando em média 1 min 45s, até que fosse observada em microscópio óptico a ausência de material obturador e a regularidade do preparo. Segundo Bramante, Bramante e Bernardineli (1998), Gondim Jr et al. (2002), Peters, Peters e Barbakow (2001), Zuolo et al. (1999) pontas para ultra-som lisas proporcionam melhor acabamento na margem do preparo. Além disso, não foi encontrada relação entre o uso de pontas lisas ou diamantadas e a ocorrência de microfraturas (ISHIKAWA et al., 2003; NAVARRE; STEIMAN, 2002).

O ultra-som tornou-se peça fundamental para a realização de retropreparos de modo eficiente, rápido e seguro. É capaz de padronizar o preparo quanto à profundidade e a quantidade de desgaste. As diferentes angulações de suas pontas permitem atingir áreas de difícil acesso, impedindo o aumento excessivo da cavidade óssea, preservando estruturas anatômicas adjacentes. (ENGEL;

STEIMAN, 1995; LIN et al., 1998; MEHLHAFF; MARSHALL; BAUMGARTNER, 1997; VALE ; BRAMANTE, 1999).

Os instrumentos utilizados nesta pesquisa, têm pontas ativas com comprimento padrão de 3 mm o que facilitou a padronização da profundidade do preparo uma vez que a espessura do material retroobturador poderá influenciar na capacidade de vedação do mesmo.

A presença de magma dentinário, em cavidades que receberão materiais com propriedades adesivas, é indesejável, pois impede que o material penetre nos túbulos dentinários, aumentando a capacidade de infiltrar (MORGAN; MARSHALL, 1998). Na tentativa de obter paredes dentinárias livres do magma dentinário, Gutman et al. (1994), Saunders, Saunders e Gutmann (1994), Morgan e Marshall (1999) usaram ácido cítrico em diferentes concentrações. Na presente pesquisa, após o retopreparo irrigou-se com EDTA a 17% com objetivo de promover melhor limpeza e também por ser o protocolo recomendado para o uso do Real Seal.

Entre os materiais usados para retroobturação, o MTA tem sido escolhido por diversos autores, devido, entre outras propriedades, a sua biocompatibilidade e por permitir a deposição de camada de cimento, o que favorece o selamento da interface dentina-MTA (CAMILLERI et al., 2004; ECONOMIDES et al., 2003; KOULAOUZIDOU et al., 2005; SARKAR et al., 2005; SOUSA et al., 2004; TORABINEJAD et al., 1995d; TORABINEJAD et al., 1995f; TORABINEJAD et al., 1997). Além disso, o MTA apresenta efeito antibacteriano e antifúngico (AL-NAZHAM; AL-JUDAI, 2003; ESTRELA et al., 2000; TORABINEJAD et al., 1995a).

Duarte et al. (2003) relataram que os cimentos ProRoot MTA[®], o MTA-Angelus[®] e o cimento de Portland possuem características semelhantes quanto a liberação cálcio e pH elevado. Silva Neto et al. (2003) e Tanomaru Filho, Tanomaru

e Ishikawa (2003) afirmaram não haver diferença entre o MTA Pro-Root® e MTA-Ângelus®, quanto à capacidade de evitar infiltração, o que nos deixa confiantes em substituir um pelo outro, considerando as características semelhantes entre eles.

Gondim Jr et al. (2003), Peters e Peters (2002) e Shipper et al. (2004b) verificaram a boa adaptação marginal do MTA, principalmente depois de decorrido o tempo de presa.

Em geral, é desejável que o material retroobturador tome presa tão logo seja inserido na cavidade sem que haja contração significativa. Esta condição permite estabilidade dimensional e menor tempo de contato do material com os fluidos apicais em seu estado mais vulnerável. Por outro lado, o MTA é um pó que ao se misturar com a água torna-se um gel coloidal e se cristaliza na presença de umidade, sofrendo ligeira expansão e o seu tempo de presa, de acordo com Totabinejad et al. (1995e) é de 2 h 45 min.

A manutenção dos dentes em soro fisiológico durante o período de 72 h, previamente a imersão no corante, usado neste trabalho, teve por objetivo impedir que o material incorpore o corante durante a presa e desse resultado falso positivo. O mesmo procedimento foi feito em outros trabalhos, embora por tempos diferentes: Torabinejad, Watson e Pitt Ford (1993) – por 24h; Valois e Costa Jr. (2003) – por 48h. Inclusive em trabalhos cuja avaliação era feita através de passagem de fluido: Bates, Carnes e Del Rio (1996) - 24h, Yatsushiro et al. (1998) e Fogel e Peikoff (2001) – 72h.

Com a permanência dos espécimes em umidade por 60 dias, período também utilizado por Bates, Carnes e Del Rio (1996) e por Yatsushiro, Baumgartner e Tinkle (1998), tentou-se verificar o aumento da infiltração em decorrência da possível solubilidade dos materiais. Observou-se, porém, a tendência em diminuir a infiltração

após esse período, em todos os grupos experimentais, mas sem diferença estatisticamente significativa quando comparado aos grupos que permaneceram em umidade por 72 h (Gráfico 5.1).

O MTA é hidrofílico e, portanto ao absorver avidamente a água torna-se rapidamente sem consistência, em contrapartida, se resseca facilmente, esfarelando e dificultando a inserção do material à cavidade. No entanto, é desaconselhável alterar a proporção pó/água recomendada pelo fabricante, pois implicará no aumento de solubilidade e de porosidade (FRIDLAND; ROSADO, 2003).

A inserção do MTA com carregadores de amálgama cirúrgico, muitas vezes, se torna inviável pela posição dental ou ainda pelo pequeno tamanho da cavidade, podendo cair na loja óssea. Para minimizar este problema, Lee (2000) propôs uma técnica que consiste em fazer previamente pequenas porções de MTA, porém esta também é pouco prática. Aminoshariae, Hartwell e Moon (2003) verificaram maior uniformidade na condensação manual do MTA em relação à condensação com ultra-som, que permitia que a vibração empurrasse o material contra as paredes deixando falhas internas.

Ainda assim, optamos por usar a ponta do ultra-som para levar o material à cavidade devido às suas características de angulação e formato que facilita a manipulação do material. Ao vibrarmos sutilmente a ponta, em potência mínima e por pouco tempo, facilita-se o escoamento do MTA para a cavidade que em seguida foi condensado manualmente, sem vibração, com a mesma ponta, a fim de evitarem-se falhas internas e obter menor infiltração de acordo com o observado por Manicardi (2005).

O Real Seal é um cimento composto por BisGMA, ethoxil BisGMA, UDMA e metacrilato hidrofílico. Contém hidróxido de cálcio, sulfato de bário, *barium glass* e

sílica, que correspondem a 70% do peso do cimento. Quarenta segundos exposto a luz polimeriza 2 mm iniciais, e o tempo aproximado para a polimerização total é de 15 a 30 minutos. Possui o *Primer* que, além de preparar a dentina para receber o material, também é um ativador.

A colocação do Real Seal na cavidade com seringa de insulina foi rápida e em 40 s de exposição à luz polimerizadora, a cura inicial estava assegurada. Foi observado neste trabalho que o Real Seal apresenta radiopacidade parecida ao MTA, e que o material experimental tem radiopacidade semelhante à dentina (Figura 4.2.1).

O material experimental, segundo o fabricante, tem composição igual ao MTA branco. No entanto, observou-se que a consistência do material experimental após a espatulação, era mais “pastosa”, escoando mais facilmente e facilitando a inserção desse, na cavidade.

O selamento apical deve evitar a infiltração do fluido intersticial para o canal, pois o fluido pode ser substrato para microrganismos que, muitas vezes, permanecem nos canais. Além disso, os procedimentos de apicectomia e preparo retrógrado aumentam a capacidade de infiltração do remanescente radicular, o que reforça a necessidade da retroobturação (KONTAKIOTIS; LAGOUDAKOS; GEORGOPOULOU, 2004).

Os métodos mais comumente empregados para avaliar a capacidade de vedação dos materiais são: infiltração por corante, passagem de fluido ou infiltração microbiana. Quanto ao uso de vácuo, quando usamos infiltração por corante, Peter e Harrison (1992) afirmaram ser desnecessário para avaliar a capacidade seladora de materiais retroobturadores, pois pode interferir na adaptação do material à parede

dentinária, aumentando a infiltração. Além disso, não encontramos situação semelhante *in vivo*.

O corante rodamina B a 0,2% utilizado neste estudo, foi também utilizado por Bortoluzzi, Broon e Bramante (2004), Silva Neto et al. (2003), pois Wu et al. (1998a) afirmaram que o corante azul de metileno descolore na presença do MTA devido à sua instabilidade diante de produtos alcalinos formando o thional, que é transparente. Este fato pode deixar dúvidas quanto aos resultados obtidos nos trabalhos que usaram o azul de metileno para verificar a capacidade de veda do MTA (AQRABAWI, 2000; DALÇÓQUIO et al., 2001; TANOMARU FILHO TANOMARU; ISHIKAWA, 2003; TORABINEJAD et al., 1994). O tempo de permanência dos espécimes no corante foi de 24 h, que coincide com o tempo usado por Torabinejad, Watson e Pitt Ford (1993). Ainda a respeito do corante, foi feito um piloto onde o nankim foi utilizado como marcador, porém não foi possível detectar infiltração nos espécimes, o que está de acordo com o relatado por Andelin et al. (2002).

Embora Bates, Carnes e Del Rio (1996), Fogel e Peikoff (2001) utilizando o método de passagem de fluido, não observassem diferenças entre o MTA e o Super EBA quanto à infiltração, a maioria dos autores relata a boa capacidade de vedação que o MTA apresenta frente aos materiais retroobturadores mais freqüentemente utilizados, como o amálgama, Super EBA e IRM, verificado através de diferentes métodos de avaliação (AQRABAWI, 2000; ASSIS et al., 2003; DALÇÓQUIO et al., 2001; FISCHER; ARENS; MILLER, 1998; TANG; TORABINEJAD; KETTERING, 2002; TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993; TORABINEJAD et al., 1994; TORABINEJAD et al., 1995c; WU et al., 1998b; VALOIS e COSTA JR., 2003; YATSUSHIRO; BAUMGARTNER; TINKLE 1998). Bortoluzzi, Broon e Bramante

(2004) ressaltaram que essa propriedade pode se tornar ainda melhor ao adicionar ao MTA o sal cloreto de cálcio.

Em contrapartida, Adamo et al. (1999), Mangin et al. (2003) não verificaram diferença na resistência à infiltração bacteriana entre o Super EBA e MTA, sendo que os dois grupos apresentaram infiltração. Talvez esses resultados possam ter sido comprometidos devido ao tempo de exposição dos espécimes à umidade, antes de serem submetidos ao teste, que não foram especificados pelos autores, uma vez que o tempo de presa do MTA é elevado. Além disso, Mangin et al. (2003) não mencionaram o uso de material na parte interna dos canais, para que servissem de anteparo para os materiais retroobturadores, prejudicando a condensação dos mesmos dentro da cavidade apical.

Reeh e Comb (2002) e Bruyne et al. (2004) observaram maiores índices de infiltração em cavidades retroobturadas com MTA quando comparadas com as retroobturadas com cimento resinoso e o Fuji IX, respectivamente. Esses resultados se devem provavelmente, às características de adesividade às paredes dentinárias que esses materiais apresentam permitindo menor infiltração, e ao fato de Reeh e Comb (2002) terem exposto os espécimes, imediatamente após a retroobturação, em contato com o corante, sendo esse provavelmente absorvido pelo MTA durante a presa. Enquanto que Bruyne et al. (2004) deixaram 12 horas os espécimes em umidade e depois removeram o todo o material obturador do canal, o que pode ter provocado o deslocamento do MTA na cavidade retrógrada, prejudicando sua vedação.

A média de infiltração obtida neste estudo para o MTA foi de 2,23 mm (72 horas) e 1,59 mm (60 dias) (tabela 5.1), resultados esses semelhantes ao encontrado por Silva Neto et al. (2003) que obtiveram média de 1,62 mm. As

diferenças entre as médias de infiltração observadas entre o presente estudo e em outros trabalhos (ASSIS et al., 2003; REEH; COMBE, 2002; ROY; JEANSONNE; GERRETS, 2001; TANOMARU FILHO; TANOMARU; ISHIKAWA, 2003; VALOIS; COSTA JR, 2003) podem ser explicadas pelos diferentes corantes utilizados (azul de metileno ou Nankim), que parecem infiltrar menos que a rodamina B, provavelmente pelo tamanho molecular do agente marcador e à instabilidade do azul de metileno frente aos materiais alcalinos, anteriormente citada.

De acordo com os resultados deste trabalho, o material experimental permitiu maior infiltração com diferença estatisticamente significativa para os outros grupos. O material experimental não se comportou de maneira semelhante ao MTA branco, como o esperado, uma vez que Karoni et al. (2003) observaram que o MTA branco tem capacidade seladora igual ao MTA cinza.

O MTA-Ângelus e o Real Seal foram semelhantes entre si. Estes resultados podem ser explicados com o trabalho de Shipper et al. (2004a), Tay et al. (2005) que verificaram a capacidade que os cimentos resinosos têm de aderir-se às paredes dentinárias, diminuindo os espaços e melhorando a capacidade de vedação, embora não seja possível obter o selamento absoluto com esses materiais.

Entre os materiais estudados, embora o MTA apresente boa capacidade de vedação e biocompatibilidade é importante que se busquem alternativas na esperança de encontrarmos um material com características que preencham todos os requisitos atribuídos a um material retroobturador ideal, aumentando as chances de sucesso da cirurgia parodontológica. O Real Seal apresenta características adesivas, polimerização imediata que diminui os riscos de solubilidade do material em seu momento mais crítico, e facilidade de inserção à cavidade facilitando essa etapa da cirurgia, podendo se tornar mais uma alternativa como material

retroobturador. Faz-se necessário avaliar o seu comportamento como material retroobturador em estudos *in vivo*.

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, nas condições deste experimento pode-se concluir que:

1. O material experimental apresentou a menor capacidade de vedação apical quando comparado ao MTA e ao Real Seal;
2. O MTA e o Real Seal apresentaram resultados semelhantes, quanto à capacidade de vedação, sem diferença estatisticamente significativa;
3. O tempo de permanência em umidade, 72 horas x 60 dias, não influenciou na capacidade de vedação dos materiais testados neste estudo;

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS¹

Abedi HR, Bradley LVM, Wilder-Smith P, Torabinejad M. Effectes of ultrasonic root-end preparation on the root apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:207-13.

Adamo HL, Buruiana R, Schetzer I, Boylan TJ. A comparison of MTA, super EBA, composite and amalgam as root end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J* 1999;32(3):197-203.

Al-Nazhan S, Al-Judai A. Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2003;29(12):826-7.

Aminoshariae A, Hartwell GR, Moon PC. Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *J Endod* 2003;29(10):679-82.

Andelin WE, Browning DF, Hsu G-HR, Roland DD, Torabinejad M. Microleakage of resected MTA. *J Endod* 2002;28(8):573-4.

Aqrabawi J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J* 2000;188(5):266-8.

Assis NMSP, Gomes APM, Visconti Filho RF, Valera MC, Ildefonso PRE. Avaliação do selamento de ápices radiculares preparados com ultra-som e brocas e retrobturados com diferentes materiais mediante infiltração marginal por corante. *Rev Odontol UNESP* 2003;32(1):1-8.

Bates CF, Carnes DL, Del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1996;22(11):575-8.

Beling KL, Marshal JG, Morgan LA, Baumgartner JC. Evaluation for cracks asocated with ultrasonic root-end preparation of guta-percha filled canals. *J Endod* 1997;23(5):323-6.

¹ De acorde com o Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM. Avaliação da capacidade seladora do MTA e cimento Portland com ou sem cloreto de cálcio em obturações retrógradas. *Bras Oral Res* 2004;18:213. (Pc 082).

Bramante CM, Bramante A, Bernardineli N. Característica do preparo apical para obturação retrógrada realizada com ultra-som. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1998; 52:221-3.

Bruyne MAA, De Bruyne RJE, Rosiers L, De Moor RJG. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flow porometry. *Int Endod J* 2004;38:129-36.

Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, McDonald F, Pitt Ford TR. Biocompatibility of two forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2004;37(10):699-704.

Chong BS, Pitt Ford TR, Hudson MB. A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *Int Endod J* 2003;36:520-6.

Dalçóquio C, Schoenau F, Lucena MG, Fedeli Junior A. Selamento apical após retrobturações com MTA, ionômero de vidro e Cianoacrilato. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2001;55(3):194-8.

Duarte MAH, Demarchi ACCO, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga SC. pH and calcium release of 2 root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2003;95(3):345-7.

Economides N, Pantelidou O, Kokkas A, Tziafas D. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J* 2003;36(1):44-8.

El-Swiah JM, Walker RT. Reasons for apicectomies. A retrospective study. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:185-91.

Engel TK, Steiman HR. Preliminary investigation of ultrasonic root end preparation. *J Endod* 1995;21(9):443-5.

Estrela C, Bammann LL, Estrela CRA, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J* 2000;11(1):3-9.

Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compares with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998;24(3):176-9.

Fogel HM, Peikoff MD. Microlakage of root-end filling materials. *J Endod* 2001;27(7):456-8.

Frank RJ, Antrim DD, Bakland, LK. The effect of cavity preparations on root apexes. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:100-3.

Fridland M e Rosado R. Mineral Trioxide Aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod*, 2003;29(12):814-7.

Gagliani M, Taschieri S, Molinari R. Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *J Endod* 1998;24(11):726-30.

Gilheany PA, Figdor D, Tyas MJ. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J Endod* 1994;20(1):22-5.

Gondim Jr E, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. 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* 2002;28(9):646-50.

Gondim Jr E, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Investigation of the marginal adaptation of root-end filling materials in root-end cavities prepared with ultrasonic tips. *Int Endod J* 2003;36:491-9.

Gorman MC, Steiman HR, Gartner AH. Scanning electron microscopic evaluation of root-end preparation. *J Endod* 1995;21(3):13-7.

Gray GJ, Hatton JF, Holtzman DJ, Jenkins DB, Christen J. Quality of root-end preparations using Ultrasonic and rotary instrumentation in cadavers. *J Endod* 2000;26(5):281-3.

Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, Guo IY, Saunders EM. Ultrasonic root-end preparation Part1. SEM analysis. *Int Endod J* 1994;27:318-24.

Ishikawa H, Sawada N, Kobayashi C, Suda H. Evaluation of root-end cavity preparation using ultrasonic retrotips. *Int Endod J* 2003;36:586-90.

Jou Y, Pertl C. Is there a best retrograde filling material? *Dent Clin North Am* 1997;41(3):555-61.

Karoni C, Meliou H, Kerezoudis NP, Chakmakchi M. Sealing effectiveness of white ProRoot MTA as a root-end filling material. *Int Endod J* 2003;36(12):929-30.

Koulaouzidou EA, Papazisis KT, Economides NA, Panagiotis B, Kortsaris AH. Antiproliferative effect of Mineral Trioxide Aggregate, Zinc Oxide-Eugenol Cement, and Glass-Ionomer cement against three fibroblastic cell Lines. *J Endod* 2005;31(1):44-6.

Kontakiotis EG, Lagoudakos TA, Georgopoulou MK. The influence of root-end resection and root-end cavity preparation on microleakage of root filled teeth *in vitro*. *Int Endod J* 2004;37:403-7.

Layton CA, Marshal JG, Morgan LA, Baumgartner JC. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation. *J Endod* 1996;22(4):157-60.

Lee ES. A new mineral trioxide aggregate root-end filling technique. *J Endod* 2000;26(12):764-5.

Leski M, Pawlicka H. The effect of ultrasonic and bur root-end preparation on MTA root-end fillings. *Int Endod J* 2003;36(12):942.

Lin CP, Chou HG, Kuo JC, Lan WH. The quality of ultrasonic root-end preparation: a quantitative study. *J Endod* 1998;24(10):666-70.

Mangin C, Yesiloy C, Nissan R, Stevens R. The comparative sealing ability of cement, mineral trioxide aggregate, and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials. *J Endod* 2003;29(4):261-4.

Manicardi CA. Avaliação *in vitro* do selamento apical produzido a partir de duas técnicas de plicação de trióxido mineral agregado (MTA), em retro-preparos de raízes apicetomizadas [Dissertação de Mestrado]. São Paulo:Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

Mehlhoff DS, Marshall JG, Baumgartner JC. Comparison of ultrasonic and high-speed-bur root-end preparations using bilaterally matched teeth. *J Endod* 1997;23(7):448-52.

Min MM, Brown CE, Legan JJ, Kafrawy AH. In vitro evaluation of effects of ultrasonic root-end preparation on resected root surfaces. *J Endod* 1997;23(10):624-8.

Morgan LA, Marshall JG. The topography of root ends resected with fissure burs and refined with two types of finishing burs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1998;85(5):585-91.

Morgan LA, Marshall JG. A scanning electron microscopic study of in vivo ultrasonic root-end preparations. *J Endod* 1999;25(8):567-70.

Navarre SW, Steiman HR. Root-end fracture during retropreparation: a comparison between zirconium nitride-coated and stainless steel microsurgical ultrasonic instruments. *J Endod* 2002;28(4):330-2.

Peters CI, Peters OA, Barbakov F. An in vitro study comparing root-end cavities prepared by diamond-coated and stainless steel ultrasonic retrotips. *Int Endod J* 2001;34(2):142-8.

Peters CI, Peters OA. Occlusal loading of EBA e MTA root-end fillings in a computer-controlled masticator: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 2002;32(1):22-9.

Peters LB, Harrison JW. A comparison of leakage of filling materials in demineralized and non-demineralized resected root ends under vacuum and non-vacuum conditions. *Int Endod J* 1992;25:273-8.

Rainwater A, Jeanesonne BG, Sarkar N. Effects of ultrasonic root-end preparation on microcrack formation and leakage. *J Endod* 2000;26(2):72-5.

Reeh ES, Combe EC. New core and sealer materials for root canal obturation and retrofilling. *J Endod* 2002;28(7):520-3.

Roy CO, Jeanesonne BG, Gerrets TF. Effect of an acid environment on leakage of root end filling materials. *J Endod* 2001;27:7-8.

Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2005;31(2):97-100.

Saunders WP, Saunders EM, Gutmann JL. Ultrasonic root-end preparation Part 2. Microleakage of EBA root-end fillings. *Int Endod J* 1994;27:325-9.

Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (resilon). *J Endod* 2004a;30(5):342-7.

Shipper G, Grossman ES, Botha AJ, Cleaton-Jones. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compares with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J* 2004b;37(5):325-36.

Shipper G, Teixeira FB, Roland RA, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *J Endod* 2005;31(2):91-5.

Silva Neto UX, Brochado VHD, Gonçalves Jr JF, Westphalen VPD, Moraes IG. Infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com ProRoot- MTA, MTA-Ângelus e Super EBA. *J Bras Endo* 2003;4(13):149-52.

Sousa SMG, Bramante CM, Bernardineli N. Preparo cavitário apical- comparação entre técnicas. *Rev Odontol USP* 1995;9(4):259-64.

Sousa CJA, Loyola AM, Versiane MA, Biffi JCG, Oliveira RP, Pascon EA. A comparative histological evaluation of the biocompatibility of materials used in apical surgery. *Int Endod J* 2004;37:738-48.

Tang HM, Torabinejad M, Ketterng JD. Leakege evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod* 2002;28(1):5-7.

Tanomaru Filho M, Tanomaru JMG, Ishikawa TM. Capacidade de selamento apical de materiais retroobturadores a base de agregado de trióxido mineral. *J Bras Endod* 2003;4(12):20-3.

Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak Y et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod* 2005;31(7):514-9.

Testori T, Capelli M, Milani S, Weinstein RL. Success and failure in periradicular surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1999;87(4):493-8.

Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root filling material. *J Endod* 1993;19(12):591-5.

Torabinejad M, Higa RK, Mckendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 1994;20(4):159-63.

Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some end filling materials. *J Endod* 1995a;21(8):403-6.

Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial Leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995b;21(3):109-12.

Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995c;21(6):295-9.

Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root filling in dogs. *J Endod* 1995d;21(12):603-8.

Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995e;21(7):349-53.

Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Karyiwasam SP. Tissue reaction to Super EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J Endod* 1995f;21(11):569-71.

Torabinejad M, Pitt Ford TR, Mckendry DJ, Abedi HR, Miler DA, Karyiwasam SP. Histology assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. *J Endod* 1997;23(4):224-8.

Tronstad L, Barnett F, Cervone F. Periapical bacterial plaque in teeth refractory to endodontic treatment. *Endod Dent Traumatol* 1990;6:73-7.

Vale IS, Bramante CM. Cavidades para obturações retrógradas (Análise Crítica). *RGO* 1999;47(3):137-41.

Valois CRA, Costa Jr ED. Efetividade do selamento apical promovido por três materiais retrobturadores. J Bras Endod 2003;4(14):219-22.

Waplington M, Lumley PJ, Wamsley AD. Incidence of root face alteration after ultrasonic retrograde cavity preparation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1997;83(3):387-92.

Waplington M, Lumley PJ, Wamsley AD, Blunt L. Cutting ability of ultrasonic retrograde cavity preparation instrument. Endod Dent Traumatol 1995;11:177-80.

Weston GD, Moule AJ, Bartold PM. A scanning microscopic evaluation of root surfaces and the gutta-percha interface following root-end resection in vitro. Int Endod J 1999;32:450-8.

Wu M-K, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Decoloration of 1% of methylene blue solution in contact with dental filling materials. J Dent 1998a;26:585-9.

Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long-term seal provided by some root-end filling materials. J Endod 1998b;24(8):557-60.

Wu M-K, Schwartz FBC de, van der Sluis LWM, Wesselink PR. The quality of root-end fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. Int Endod J 2001;34:613-9.

Wuchenich G, Meadows D e Torabinejad M. A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers. J Endod 1994;20(6):279-82.

Yatsushiro JD, Baumgartner JC, Tinkle JS. Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. J Endod 1998;24:716 - 9.

Zuolo ML, Perin FR, Ferreira MOF, Faria FP. Ultrasonic root-end preparation with smooth and diamond-coated tips. Endod Dent Traumatol 1999;15:265-8.

Zuolo ML, Ferreira MOF, Gutmann JL. Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study. Int Endod J 2000;33(2):91-8.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Valores originais obtidos de cada grupo para as leituras com lupa estereoscópica

Apêndice A1 - grupo MTA 72 horas

I A	$\mu\text{m}/\text{mm}$	μm	mm
1	10	44	4,4
2	10	24	2,4
3	10	52	5,2
4	11	16	1,45
5	11	6	0,54
6	11	22	2
7	11	0	0
8	11	0	0
9	10	38	3,8
10	12	40	3,33
média			2,23

Apêndice A2 - grupo Real Seal 72 horas

II A	$\mu\text{m}/\text{mm}$	μm	mm
1	11	11	1
2	12	17	1,42
3	11	9	0,81
4	11	59	5,36
5	12	15	1,25
6	11	3	0,27
7	11	22	2
8	10	18	1,8
9	12	56	4,67
10	11	27	2,45
média			2,1

Apêndice A3 - grupo material experimental 72 horas

III A	$\mu\text{m}/\text{mm}$	μm	mm
1	10	63	6,3
2	12	72	6
3	11	54	4,9
4	11	40	3,63
5	12	68	5,66
6	11	69	6,27
7	11	49	4,45
8	11	28	2,54
9	12	76	6,33
10	12	89	7,42
média			5,35

Apêndice A4 - grupo MTA 60 dias

I B	$\mu\text{m}/\text{mm}$	μm	mm
1	10	30	3
2	10	23	2,3
3	11	22	2
4	11	8	0,72
5	11	0	0
6	12	52	4,33
7	11	11	1
8	12	6	0,5
9	12	25	2,08
10	11	0	0
média			1,59

ApêndiceA5 - grupo Real Seal 60 dias

II B	$\mu\text{m}/\text{mm}$	μm	mm
1	10	10	1
2	10	55	5,5
3	10	9	0,9
4	11	65	5,9
5	11	0	0
6	10	3	0,3
7	12	53	4,42
8	11	8	0,72
9	10	0	0
10	11	4	0,36
média			1,91

Apêndice A6 - material experimental 60 dias

III B	$\mu\text{m}/\text{mm}$	μm	mm
1	10	69	6,9
2	11	79	6,36
3	11	44	4
4	11	26	2,36
5	10	40	4
6	10	63	6,3
7	10	64	6,4
8	10	12	1,2
9	10	63	6,3
10	10	70	7
média			5,08

APÊNDICE C - Fotos da infiltração nos espécimes

Apêndice C1 - Controle Negativo

Apêndice C2 - Controle Positivo

Apêndice C3 - Grupo MTA 72 h

Apêndice C4 - Grupo Real Seal 72 h

Apêndice C5 - Grupo Material Experimental 72 h

Apêndice C6 - Grupo MTA 60 dias

Apêndice C7 - Grupo Real Seal 60 dias

Apêndice C8 - Grupo Material Experimental 60 dias

ANEXOS

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PARECER DE APROVAÇÃO
Protocolo 36/04

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa ***"Avaliação da infiltração marginal de três materiais retroobturadores"***, de responsabilidade da Pesquisadora Claudia Panzani, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo dos Santos.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 31 de março de 2004

Profª Drª **ROSA HELENA MIRANDA GRANDE**
Coordenadora do CEP-FOUSP