

INGEBURG HELLWIG

**ANÁLISE COMPARATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO  
MARGINAL EM ÁPICES RETRO-OBTURADOS COM MTA E  
CIMENTO IONÔMERO DE VIDRO**

Porto Alegre  
2005

INGEBURG HELLWIG

**ANÁLISE COMPARATIVA DA  
MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL EM ÁPICES  
RETRO-OBTURADOS COM MTA E CIMENTO  
IONÔMERO DE VIDRO**

Tese apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Doutora em Odontologia, na área de concentração em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

**Linha de Pesquisa:** Técnica e Terapêutica Aplicadas

Orientadora: Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. João Batista Blessmann Weber

Porto Alegre RS  
2005

*Escutai... prestai ouvidos... abrirei os meus  
lábios em profunda e inesgotável gratidão e  
publicarei enigmas dos tempos antigos. O  
que ouvimos e aprendemos, o que nos  
ensinaram nossos mestres, não o encobrirei à  
futura geração: os louvores de Deus, o Seu  
poder e as maravilhas que fez, capacitando-  
me na pesquisa, estudo, quietamento e  
reflexão!"*

*(baseado no Salmo 78)*

## DEDICATÓRIA

Ao meu querido pai **Otto** (*in memoriam*), a lembrança de seus  
eternos ensinamentos sobre a vida.

Minha saudade.

*Permaneça nas coisas que aprendeu e das  
quais tem convicção, pois você sabe de quem  
o aprendeu.*

(2° Timóteo 3.14)

À minha mãe **Justa**, por sua infinita bondade, sua beleza, sua  
coragem, desprendimento e dedicação, pronta a incentivar e  
apoiar os meus percursos e acima de tudo,  
por me acompanhar nesta viagem com o amor de quem me deu  
a vida. Obrigada pela minha existência. Obrigada pela sua  
existência.

*Obrigada por ser a minha mãe...*

... à minha amada pequena grande família, meu querido irmão **Heinz Otto** e cunhada Tânia, e seus filhos grandes Karina e Klaus, distantes mas sempre presentes, minha irmã **Karin**, sempre valente na luta da vida, e cunhado Sérgio e seus pequenos grandes filhos, Mariana e Frederico...

*... dedico este trabalho.*

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Há pessoas que transformam o sol numa simples mancha amarela, mas há também aquelas que fazem de uma simples mancha amarela o próprio sol.*

(Pablo Picasso)

À Profa. Dra. **Marília Gerhardt de Oliveira**, pela dedicada orientação e ensinamentos, por acreditar em meus objetivos, pela sua disponibilidade e, acima de tudo, por sua postura respeitosa, séria e dedicada ao ensino e à pesquisa.

Considero-a uma artista!

Sou-lhe muito grata por ter sido sua orientanda e pela grande amizade que surgiu

“nestes tempos” de tese.

*Meu carinho.*

**Afinidade é um dos poucos sentimentos  
que resistem ao tempo e ao depois**

A afinidade não é o mais brilhante, mas o mais sutil,  
delicado e penetrante dos sentimentos.  
É o mais independente.

Não importa o tempo, a ausência, os adiamentos,  
as distâncias, as impossibilidades.  
Quando há afinidade, qualquer reencontro  
retoma a relação, o diálogo, a conversa, o afeto  
no exato ponto em que foi interrompido.

Ter afinidade é muito raro.  
Mas quando existe não precisa de códigos  
verbais para se manifestar.  
O que você tem dificuldade de expressar  
a um não afim, sai simples e claro diante  
de alguém com quem você tem afinidade.

Afinidade é sentir com. Nem sentir contra,  
nem sentir para, nem sentir por, nem sentir pelo.  
Sentir com é não ter necessidade de explicar  
o que está sentindo. É olhar e perceber.  
É mais calar do que falar, ou, quando é falar,  
jamais explicar: apenas afirmar.

Afinidade é ter perdas semelhantes e iguais esperanças.  
(Artur da Távola)

**João, obrigada por sentir com!**

**Marcela, minha *muy querida hijita* brasileira, agradeço de coração sua  
valiosa **colaboração!****

Sua dedicação e conhecimentos científicos sobremaneira  
aperfeiçoaram este trabalho.

Obrigada amiga por você estar sempre me ouvindo  
Obrigada amiga por você estar sempre comigo  
Obrigada amiga por me ajudar a correr o perigo  
Obrigada amiga por deixar que em seu ombro  
eu derrame meu pranto sentido  
Obrigada amiga por ser minha amiga

Obrigada amiga, querida irmã que escolhi pela vida.

Obrigada amiga por existir!

**Flávio Augusto**, é curioso considerar que nestes 37 anos de convívio e trabalho praticamente diários, é como se viajássemos num mesmo trem. Em alguns momentos nos acomodamos em vagões diferentes, mas felizmente sempre conseguimos atravessar os vagões.

As viagens são assim, cheias de atropelos, fantasias, esperas, embarques, desembarques. Obrigada por estarmos no mesmo trem nesta longa viagem e também por ter contribuído, com seu brilhante conhecimento e generosidade, por minha bagagem ter crescido e tornado-se valiosa.

Agradeço por você fazer parte desta viagem e, por mais que nossos assentos não sejam lado a lado, com certeza o trem é o mesmo.

**Diná, Maria Rejane, Rosane e Sandra**, que me  
acompanharam durante todo este período, ouvindo,  
aconselhando, estando disponíveis...

*“ Las personas podrán olvidar lo que los decís...  
olvidar lo que vos haces... pero nunca olvidaran  
lo que vos haces sentir...”*

*... aos meus muitos outros queridos amigos*

Amigos serão amigos  
Quando você está cheio da vida e toda a esperança  
está perdida  
Segure suas mãos ... porque amigos serão amigos até  
o fim  
É muito fácil agora ... pois você tem amigos em que  
pode  
confiar.

Friends Will Be Friends **(Queen)**

*... meu carinho especial.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Magnífico Reitor da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, **Prof. Dr. Joaquim Clotet**, nosso brilhante condutor pelos caminhos da Ética e da Bioética; seu exemplo nos inspira a crescermos como Pessoas, dia após dia e em cada ação.

À Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica, nas pessoas dos Profs. Drs. **Marcos Túlio Mazzini Carvalho** (Diretor) e **Angélica Maria Genehr Fritscher** (Vice-Diretora).

Ao Prof. Dr. **Raphael Carlos Onorino Loro** (*in memoriam*), por sua constante dedicação a esta Casa.

À Profa. Dra. **Andréa Vanzin**, professora de Endodontia, da Faculdade de Odontologia desta Universidade, pela inestimável orientação, conhecimento, auxílio e acima de tudo disponibilidade para realizar a metodologia referente à Endodontia deste trabalho.

À Profa. Dra. **Helena Wilhelm de Oliveira**, por disponibilizar gentilmente o setor de Radiologia, para a realização das radiografias necessárias.

À Prof. Dra. **Maria Emília Engers**, da disciplina de Metodologia do Ensino, por seu conhecimento científico, atenção e gentileza, que foram muito importantes para a execução deste trabalho.

Aos Professores do Curso de Doutorado em CTBMF da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pelos ensinamentos recebidos durante o curso.

Aos colegas do Curso de Doutorado em CTBMF: **Baraldi, Bruno, Kamei, Daniela, Marcel, Marcela, Paulo, Telmo**, pelos bons momentos que compartilhamos.

À Profa. Dra. **Cristina Braga Xavier** por oportunizar sobremaneira com sua tese, a execução deste trabalho.

Às mestrandas em CTBM **Letícia Post e Carla Moreira**, às alunas de iniciação científica **Fernanda Mesquita e Fernanda Meyer**; e à querida aluna **Tainá Negri Fritzen**, pela valiosa colaboração.

À Profa. **Maria Rita Motta Quintella**, pela revisão ortográfica deste trabalho e também por sua dedicação.

Ao estimado Pastor **Douglas Wemuth**, por sempre estar presente com suas boas palavras e seu otimismo.

“... as grandes idéias vêm ao mundo mansamente, como pombas. Talvez, então, se ouvirmos com atenção, escutaremos, em meio ao estrépito de impérios e nações, um discreto bater de asas, o suave acordar da vida e da esperança. Alguns dirão que tal esperança jaz numa nação; outros, num homem. Eu creio, ao contrário, que ela é despertada, revivificada, alimentada por milhões de indivíduos solitários, cujos atos e trabalho, diariamente, negam as fronteiras e as implicações mais cruas da história. Como resultado, brilha por um breve momento a verdade sempre ameaçada de que cada e todo homem, sobre a base dos seus próprios sofrimentos e alegrias, constrói para todos...”

(Albert Camus)

## RESUMO

---

As cirurgias paraendodônticas expõem e removem ápices dentais, promovem retrocavitações no longo eixo dos canais radiculares e as retro-obturam com materiais que promovem seu selamento. Esta pesquisa avaliou *in vitro*, por intermédio do teste de microinfiltração apical, por corante Rodamina B a 0,2 % e morfometria computadorizada, 30 dentes humanos permanentes unirradiculares, submetidos a tratamento endodôntico e divididos em três grupos: A – apicectomia por broca em 90 graus, retrocavidade com ultra-som e retro-obturação com MTA Angelus<sup>®</sup>; B – apicectomia por broca em 90 graus, retrocavidade com ultra-som e retro-obturação com Vitremer<sup>®</sup>; C - apicectomia por broca em 90 graus, retrocavidade com ultra-som e retro-obturação com MTA ProRoot<sup>®</sup>. A análise comparativa, por meio dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smimov, Coeficiente de Correla o de Pearson e Análise de Variância, complementada pelo teste de Tukey, demonstrou que, com o Vitremer<sup>®</sup>, se obtiveram os melhores resultados, enquanto os dois materiais MTA apresentaram resultados equivalentes. Pode-se considerar os três materiais testados satisfatórios como retro-obturadores apicais.

**Descritores\*\*:** Apicectomia. Ultrassom. Materiais dentários. Microinfiltra o apical.

---

\* BIREME – Centro Latino-Americano e do Caribe de Informa es em Ciências da Saúde. DeCS: Descritores em Ciências da Saúde. São Paulo. BIREME/OPAS, 2005. Disponível em: <http://decsv.bvs.br>. Acesso em: 06 out. 2005.

## ABSTRACT

---

The purpose of periapical surgery is to remove persistent periapical disease. This procedure consists of exposure and excision of the affected dental apex, root-end cavity preparation, and retrograde filling with a sealing material. This in vitro study used apical microleakage testing, 0.2% Rhodamine B dye penetration, and computer-assisted morphometry to evaluate 30 endodontically-treated, single-rooted permanent human teeth divided in three groups. Specimens in the three groups underwent apicoectomy with bur at a 90-degree cutting angle, ultrasonic root-end cavity preparation, and retrograde filling with one of three sealing materials: group A – MTA Angelus<sup>®</sup>; group B - Vitremer<sup>®</sup>; group C - ProRoot<sup>®</sup> MTA. Vitremer<sup>®</sup> had the best results in the comparative analysis. The two MTA materials had similar results. Results for the three materials under study were satisfactory for apical retrograde filling.

**Descriptors:** Apicoectomy. Ultrasound. Dental materials. Apical microleakage.

## LISTA DE FIGURAS

---

- Figura 1** - Imagem digitalizada no *software* Image Tool<sup>®</sup>, com MTA Angelus<sup>®</sup> ..... 62
- Figura 2** - Imagem digitalizada no *software* Image Tool<sup>®</sup>, com Vitremer<sup>®</sup> ..... 63
- Figura 3** - Imagem digitalizada no *software* Image Tool<sup>®</sup>, com MTA ProRoot<sup>®</sup> ..... 64

## LISTA DE GRÁFICOS

---

---

<b>Gráfico 1</b> – Intervalos de 95% para a média de microinfiltração, em cada material utilizado .....	67
---	----

## LISTA DE QUADROS

---

---

<b>Quadro 1</b> - Organização dos grupos do experimento .....	54
---	----

## LISTA DE TABELAS

---

---

<b>Tabela 1</b> - Percentuais da dentina corada que sofreu microinfiltração, distribuídos de acordo com os materiais retro-obturadores, obtidos pelos avaliadores 1, 2 e 3 .....	65
<b>Tabela 2</b> - Correlações, entre os avaliadores, sobre o grau de microinfiltração .....	66
<b>Tabela 3</b> - Comparação, entre os materiais, quanto ao grau de microinfiltração .....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

---

CIV	Cimento ionômero de vidro
EBA	Ácido orto-etóxi-benzóico
EDS	Energy Dispersive Spectroscopy
IC	Índice de Correlação
IRM	Intermediate Restorative Material
KVp	<i>Kilovolt-peak</i>
Kw	Kilovoltagem
Ltd	Limited
Ltda	Limitada
mA	Miliampères
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
ml	Mililitros
mm	Milímetros
MTA	Mineral Trioxide Aggregate
µm	Micrômetros
n <sup>o</sup>	Número
n <sup>os</sup>	Números
°	Graus
° C	Graus Celsius
° F	Graus Fahrenheit

pH	Potencial hidrogeniônico
Ref	Referência
S.A.	Sociedade Anônima
V	Volts
Val	Validade
www	World Wide Web
x	Vezes
%	Porcento
®	Marca Registrada
≈	Aproximadamente

## SUMÁRIO

---

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	22
<b>2</b>	<b>REVISTA DA LITERATURA</b> .....	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	45
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	45
3.1.1	<b>Variáveis independentes</b> .....	46
3.1.2	<b>Variáveis dependentes</b> .....	46
3.2	HIPÓTESE .....	46
3.3	SELEÇÃO DA AMOSTRA .....	47
3.3.1	<b>Crêterios de inclusãe e exclusãe</b> .....	47
3.4	AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA .....	48
3.5	TRATAMENTO ENDODÔNTICO .....	49
3.6	APICECTOMIA E CONFECÇÃO DA RETROCAVIDADE .....	52
3.7	ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS .....	53
3.7.1	<b>Materiais e retro-obturações</b> .....	54
3.8	PREPARO DAS AMOSTRAS PARA IMERSÃO NO CORANTE .....	57
3.8.1	<b>Avaliação da microinfiltração do corante</b> .....	58
3.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	60
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	61
4.1	AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL .....	61

4.1.1	<b>GRUPO A – MTA Angelus®</b> .....	62
4.1.2	<b>GRUPO B – Vitremer®</b> .....	63
4.1.3	<b>GRUPO C – MTA ProRoot®</b> .....	64
4.1.4	<b>Valores mensurados</b> .....	64
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	68
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	72
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	73
	<b>ANEXO A – Aprovação do projeto pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS</b> .....	80
	<b>ANEXO B – Autorização para utilização dos dentes humanos</b> .....	81

## 1 INTRODUÇÃO

---

A terapia endodôntica convencional tem por objetivo remover bactérias e/ou suas toxinas e obliterar o sistema de canais radiculares infectados. Algumas vezes, esses canais não podem ser adequadamente tratados devido à complexidade de sua anatomia ou às dificuldades com a técnica. Em tais casos, indica-se o retratamento como uma possibilidade terapêutica. Contudo, se a patologia periapical persistir e/ou o tratamento, por via ortógrada, for impraticável, indica-se a cirurgia paraendodôntica (TORABINEJAD et al., 1995a).

Este procedimento inclui exposição cirúrgica do ápice comprometido, amputação do mesmo, preparo cavitário e retro-obturação do canal radicular (CALZONETTI et al.; 1998; CARR; BENTKOVER, 2000; CUSTÓDIO; COSTA, 1994; MARZOLA, 2002; TORABINEJAD et al., 1995a).

Os materiais utilizados nas retro-obturações são, entre outros, fatores determinantes no sucesso da cirurgia paraendodôntica; assim, muitos têm sido propostos e utilizados, destacando-se amálgama de prata, cimento de policarboxilato, guta-percha, cimento de óxido de zinco eugenol, IRM (Intermediate Restoration Material), resina composta, cimento ionômero de vidro e MTA (Mineral Trioxide Aggregate) (TORABINEJAD; PITT FORD, 1996).

Entretanto, as pesquisas ainda estão sendo direcionadas na busca do material ideal, que sele hermeticamente o ápice seccionado e aprisione efetivamente

quaisquer irritantes no interior do sistema de canais, evitando-se sua entrada nos espaços periodontais e possibilitando a cura da lesão (CARR; BENTKOVER, 2000).

Enfatiza-se que o material retro-obturador ideal para ser utilizado em cirurgias paraendodônticas deve oferecer aderência, promover o selamento tridimensional do canal radicular, ser biologicamente tolerado pelos tecidos perirradiculares, não-reabsorvível, de fácil manipulação e radiopaco, além de possibilitar um ambiente propício para a regeneração tecidual. Tais características vêm sendo bastante pesquisadas, por meio de testes de penetração de corantes, infiltração bacteriana e filtração de fluidos; porém, os resultados apresentados até o momento têm se mostrado contraditórios (COHEN; BURNS, 2002; SHIPPER, TROPE, 2004; TORABINEJAD; PITT FORD, 1996).

Considera-se relevante definir as propriedades dos materiais para retro-obturação e, desta forma, garantir a escolha da substância mais adequada para tais casos. Neste sentido, destaca-se a importância dos trabalhos *in vitro*, uma vez que são requisitos indispensáveis para posteriores estudos, em animais e em humanos, definindo e avaliando as características dos materiais estudados.

**Assim, o objetivo desta pesquisa é realizar uma análise comparativa da microinfiltração marginal apical, por corante Rodamina B a 0,2%, entre três materiais retro-obturadores (dois MTA e um cimento ionômero de vidro), por meio de morfometria computadorizada.**

## 2 REVISTA DA LITERATURA

---

A cirurgia paraendodôntica consiste na exposição do ápice comprometido, na remoção do mesmo, na preparação de uma cavidade classe I e na retro-obturação desta cavidade com substâncias biocompatíveis que impeçam a proliferação de bactérias e a difusão de toxinas nos tecidos perirradiculares (TORABINEJAD et al., 1995a).

Segundo Chivian (1997), a técnica cirúrgica pode ser considerada um tipo de tratamento conservador ou uma extensão da terapia endodôntica por promover a preservação de dentes, os quais, de outra forma, seriam extraídos. Com o advento de técnicas como a utilização do ultra-som no preparo apical e o selamento com novos materiais para retro-obturação, o sucesso do tratamento endodôntico-cirúrgico pode solucionar patologias que foram, até recentemente, consideradas como de difícil solução.

O tratamento cirúrgico do periápice tem indicações específicas, destacando-se como a terapia de escolha quando todas as possibilidades de um tratamento endodôntico convencional estiverem esgotadas, visando à preservação do elemento dentário (ESTRELA; FIGUEIREDO, 1999).

Para Carr e Bentkover (2000), o objetivo de toda cirurgia paraendodôntica é remover a patologia, evitar a sua recorrência e facilitar o reparo. Para tanto, o cirurgião deve ter bom conhecimento de anatomia e um entendimento claro dos princípios biológicos que fundamentam o tratamento dos tecidos duros e moles,

incluindo a compreensão sobre o reparo das feridas cirúrgicas. Tais requisitos têm feito da cirurgia paraendodôntica uma habilidade altamente disciplinada.

Em 2002, Marzola propôs o uso do termo apicoplastia para designar todos os procedimentos realizados no periápice dental com o objetivo de restaurar a condição funcional do mesmo. Esta terminologia inclui todos os procedimentos de remoção de condições patológicas, amputação, preparo e obturação retrógrada ou retro-obturação do ápice radicular.

Conforme Verri e Aguiar (1991), a obturação insatisfatória do canal radicular não permite a regenera o do tecido ósseo, mesmo quando a lesão periapical foi integralmente removida. Portanto, o selamento deficiente do sistema de canais favorece a atua o constante de irritantes, perpetuando, assim, o estado patológico. Se a terapia conservadora não conduz   cura após um tempo razoável de proserva o, esse insucesso indica que a lesão periapical permaneceu inalterada, porque o canal não foi adequadamente tratado e obturado. Nesses casos, os autores indicam a cirurgia paraendodôntica como um valioso recurso terapêutico.

Gilheany, Figdor e Tyas (1994) descrevem dois tipos de microinfiltra o bacteriana apical. O primeiro, denominado microinfiltra o apical, ocorre ao longo da interface entre as paredes dentinárias e o material de preenchimento das cavidades retr gradadas. O segundo d -se através do fluxo de fluidos e substâncias, nos túbulos seccionados durante a apicectomia, tornando a dentina permeável. Essas duas vias de contamina o são responsáveis pela chamada microinfiltra o apical. Baseados nessa premissa, os autores compararam os tipos de ressec o apical (angula es do bisel) e as diferentes profundidades das retrocavidades, observando que, existindo crescimento na profundidade da cavidade, ocorre diminui o na microinfiltra o. Aumentando a angula o do corte, verificam-se maiores índices de

microinfiltração de corante, em decorrência da exposição de um número maior de túbulos dentinários, levando, por essa via, à contaminação da cavidade. Os pesquisadores ressaltaram a importância de aprofundar a cavidade apical quando for necessário aumentar o ângulo de ressecção radicular, a fim de garantir um selamento eficiente e evitar a infiltração bacteriana.

Torabinejad et al. (1994) avaliaram a adaptação marginal de retro-obturações com amálgama, em casos clínicos com sucesso e insucesso radiográfico, por microscopia eletrônica de varredura (MEV), usando a microinfiltração do azul de metileno a 2%, durante 48 horas. A avaliação radiográfica evidenciou êxito clínico, mas a microscópica mostrou que ocorreu penetração do corante, através do forame apical, em raízes não-tratadas cirurgicamente e presença de pequenas fendas entre o material obturador e a parede dentinária. As fendas entre a cavidade apical e o amálgama apresentaram variações de tamanho. Nas radiografias, exames similares mostraram insucesso, assim como também revelaram a presença de fendas entre o amálgama e as paredes dos preparos cavitários.

Wuchenich, Meadows e Torabinejad (1994) compararam, através da MEV, o preparo de retrocavidades confeccionadas com brocas de aço e com pontas ultrasônicas, observando uma superfície bem mais limpa e regular quando o preparo foi realizado com ultra-som e com uma profundidade de 2,5 mm, em média. Segundo os autores, o *design* dessas pontas proporciona um acesso direto à raiz dentária, com conseqüente menor desgaste do tecido ósseo adjacente. Além disso, verificaram que as cavidades confeccionadas com brocas tinham em média 1mm de profundidade e não tinham paredes paralelas ao canal radicular, podendo, inclusive, ocorrer perfurações na porção palatina dos canais. Ao comparar as amostras em

MEV, os pesquisadores verificaram menor quantidade de lama dentinária nas retrocavidades preparadas com ultra-som.

Gorman, Steiman e Gartner (1995) realizaram um estudo *in vitro* comparando as retrocavidades preparadas com instrumentos ultra-sônicos, com ultra-som e broca e somente com broca. Os critérios avaliados, com auxílio da MEV, foram: lisura e uniformidade do preparo, presença de detritos e de lama dentinária. As fotomicrografias com 600 vezes de aumento foram avaliadas por quatro observadores independentes, os quais atribuíram escores aos critérios supracitados. Os autores concluíram que as cavidades preparadas com ultra-som, acompanhado ou não por broca, apresentaram presença de menor quantidade de lama dentinária. Constataram, também, que a utilização de ultra-som e de broca associados produz menos quantidade de detritos do que quando as cavidades são realizadas somente com brocas. Não observaram diferença entre os métodos, no que diz respeito à lisura e à uniformidade, mas verificaram fraturas nas superfícies radiculares de vários espécimes, nos diferentes tipos de preparo cavitário, o que atribuíram aos procedimentos de desidratação das amostras para MEV, provavelmente. O tempo de retropreparo indicado pelos autores é de um a três minutos.

Homaoka e Moura (1996) observaram que, no decorrer dos últimos anos, muitos pesquisadores têm-se dedicado ao estudo da permeabilidade dentinária e, para avaliá-la quantitativamente, vários métodos têm sido empregados, sendo a metodologia com o uso de corantes a mais utilizada para este estudo. Os autores avaliaram *in vitro* as porcentagens da penetração dentinária radicular dos corantes azul de metileno, Rodamina B e tinta nanquim. Inicialmente, as raízes unirradiculares foram instrumentadas com limas K, sendo, então, seccionadas e submersas nos corantes mencionados. Com base nos resultados obtidos pelo sistema de análise de

imagens Diracom 3, verificaram que o melhor corante foi a Rodamina B, enquanto a tinta nanquim mostrou-se o pior. A penetração dos corantes foi maior na região cervical e menor na apical.

Gagliani, Taschieri e Molinari (1998) compararam a microinfiltração de corante em cavidades realizadas com ultra-som, quando a ressecção radicular foi realizada em 45 e em 90 graus com o longo eixo dentário. Recomendam também que a cavidade apical tenha três ou mais milímetros de profundidade para produzir um selamento seguro e efetivo. O material retro-obturador utilizado nesse estudo foi o Super-EBA. Constataram menor penetração de corante tanto na dentina como na interface dente/material retro-obturador, na apicectomia em ângulo de 90 graus com o longo eixo do dente. Anatomicamente, observaram que quanto maior a inclinação do corte, maior número de túbulos dentinários são seccionados e expostos. No entanto, se houve um bom selamento apical em toda a cavidade, não foi observada diferença significativa nos índices de microinfiltração, relacionados ao tipo de ressecção realizada.

Também Calzonetti et al., em 1998, observaram que o uso de pontas de ultra-som no preparo das cavidades retrógradas não é responsável por microfraturas na estrutura dentária. A análise foi feita com auxílio da MEV.

No mesmo ano, Kuga et al. compararam a microinfiltração apical em preparos cavitários feitos com diferentes tipos de ultra-som, associados ao preparo convencional das cavidades com brocas. Não houve diferença estatística entre os grupos. O fracasso nas retro-obturações, conforme os autores, pode estar associado à metodologia, destacando-se os materiais retro-obturadores, a inclinação da ressecção apical relacionada à profundidade da cavidade e o tipo de tratamento da superfície apicectomizada.

Conforme Leonardo e Leal (1998), as pontas ultra-sônicas, produzidas especificamente para a confecção do preparo apical, representam uma das maiores evoluções técnicas na cirurgia paraendodôntica nos últimos tempos. Essas pontas possuem angulação de 90 graus e têm tamanho bem reduzido, quando comparadas a um contra-ângulo normal ou a um contra-ângulo de cabeça pequena. São fáceis de serem levadas às lojas cirúrgicas, mesmo àquelas de menor tamanho. Além de serem pequenas e mais fáceis usar, têm proporcionado preparos mais profundos, que acompanham melhor o longo eixo do canal, paredes cavitárias mais paralelas, mais lisas e lama dentinária bastante reduzida, quando comparadas com as cavidades apicais preparadas com brocas. Frente a tantas vantagens, os pesquisadores consideram válido afirmar que o uso do ultra-som é tão difundido que está se tornando quase uma rotina nas preparações de cavidades para retro-obturações.

Lopes e Siqueira Jr. (1999) concluíram que, durante a ressecção apical, a inclinação do bisel deve ser a menor possível, pois diminui o número de túbulos dentinários expostos, contribuindo para minimizar a microinfiltração apical e facilitar o reparo. Destacaram, também, algumas vantagens do preparo das retrocavidades com pontas ultra-sônicas: cavidade preparada seguindo o longo eixo do canal radicular, limpeza e profundidade de até 3,5mm do canal, retenção adequada, preparo da parede vestibular; remoção de istmos, remanescentes dentinários sem microfraturas, rapidez no preparo, loja cirúrgica menor, corte apical sem bisel ou com pouca angulação, redução da lama dentinária e de detritos, além de menor microinfiltração marginal em decorrência da adequada adaptação do material retro-obturador às paredes cavitárias. Como desvantagem da técnica, citaram apenas o fato de ocorrer maior formação de ranhuras quando o ultra-som é utilizado.

Em 1999, Morgan e Marshall confeccionaram réplicas de retrocavidades preparadas com ultra-som em pacientes e observaram, na MEV, a presença de fraturas dentinárias em apenas uma das 25 raízes avaliadas. Concluíram que o ultra-som é compatível com a execução de retrocavidades.

Em sua pesquisa Von Arx e Walker III (2000), observaram que as pontas ultra-sônicas são bem menores que os contra-ângulos utilizados em tais procedimentos, permitindo acesso mais adequado ao extremo apical, facilitando a ressecção apical em 90 graus, na relação com o longo eixo dentário, preservando, assim, uma maior área de estrutura mineral e um menor número de canalículos dentinários seccionados.

Nesse mesmo ano, Rainwater, Jeansonne e Sarkar avaliaram a microinfiltração de corante, bem como a presença de fraturas, após a realização das retrocavidades com brocas e com pontas ultra-sônicas, de aço e diamantadas. Não houve diferença estatística entre as microfraturas observadas nas três metodologias de preparo cavitário nem diferença na microinfiltração de corante entre os preparos realizados com pontas ultra-sônicas de aço e diamantadas.

Sutimuntanakul, Worayoskowitz e Mangkornkarn (2000), baseados em um estudo *in vitro*, concluíram que as vantagens observadas no preparo das cavidades com ultra-som melhoram a distribuição do material dentro da cavidade, proporcionando vedamento apical mais eficiente.

Peters, Peters e Barbakow (2001) avaliaram o aspecto de cavidades retrógradas preparadas com pontas ultra-sônicas de aço e diamantadas, além do tempo dispendido com a sua confecção. As cavidades foram feitas no extremo apical dos quatro canais de molares inferiores, montados em modelos de cera, para simular uma situação clínica. As réplicas em resina epóxi foram submetidas à

avaliação na MEV. Os especialistas observaram que a presença de microfraturas foi similar entre os dois grupos, os quais também demonstraram arranhões e marcas na superfície seccionada, demonstrando, assim, que as pontas de aço permitem maior preservação de estrutura dentinária. Concluíram que o tempo dispendido no preparo das cavidades é menor quando são utilizadas pontas diamantadas.

Conforme Navarre e Steiman (2002), o ultra-som possibilita que a retrocavidade mantenha-se centrada ao longo eixo do canal radicular, diminuindo o risco de perfuração. Recomendam que a retrocavidade seja ampla o suficiente para incorporar o maior número de canais radiculares acessórios possíveis (delta apical). Zuolo et al., por sua vez, em 1999, ainda acrescentaram que as paredes da retrocavidade devem ser paralelas e coincidir com o canal radicular.

Gomes, Kubo e Caetano (2003) encontraram diferença estatisticamente significativa em seus resultados, sendo que a menor infiltração de corante ocorre nas retrocavidades preparadas com ultra-som quando comparadas com aquelas feitas por broca esférica de aço de nº 2.

Dentre as inúmeras vantagens com a utilização do ultra-som nas cirurgias paraendodônticas, Estrela (2004) registra que, mesmo diante de dificuldades anatômicas, é possível, na maior parte dos casos, posicionar as pontas ultra-sônicas paralelamente em relação ao longo eixo do canal radicular, tornando os preparos mais paralelos e permitindo menor desgaste das paredes dentinárias, o que resulta em preparos mais conservadores, com paredes mais volumosas e espessas, além de retrocavidades mais profundas. Tal procedimento também favorece o acesso ao canal radicular com biselamento reduzido ou mesmo ausente, além de gerar menor quantidade de detritos.

O mesmo autor sugere, ainda, às indústrias responsáveis pela confecção das pontas retro-obturadoras que produzam insertos mais compridos ou longos, algo em torno de quatro a cinco milímetros, pois quanto maior a profundidade alcançada pelo preparo apical e inserção do material utilizado para retro-obturar, mais segurança haverá em relação ao selamento marginal.

Em 1990, Dorn e Gartner avaliaram, durante uma década, o sucesso e o fracasso de 488 retro-obturações realizadas com três materiais diferentes. Os resultados mostraram médias de sucesso estatisticamente superiores com o Super-EBA e o IRM quando comparados com o amálgama. Os autores destacam as seguintes desvantagens do amálgama como material para retro-obturações: resíduos de mercúrio e outros íons, corrosão e eletrólise, possibilidade de produzirem tatuagens, expansão tardia, microinfiltração marginal, dificuldade na inserção da cavidade, não-reabsorção dos excessos de material, expulsão espontânea da obturação. Para os pesquisadores, parece evidente existir uma forte tendência em se utilizarem materiais alternativos ao amálgama.

Wu e Wesselink (1993) realizaram estudo comparativo das pesquisas publicadas nos últimos 20 anos, constatando o grande aumento encontrado a respeito de microinfiltração apical, a partir de 1990. Os autores observaram que a maioria desses trabalhos tem variabilidade muito grande em todos os passos da metodologia, desde a escolha do método até a quantificação da microinfiltração, o que torna questionável a validade dos resultados encontrados na literatura analisada.

Al-Ajam e McGregor (1993), por meio de testes de penetração de corante, compararam um ionômero com adição de metal às partículas de vidro, denominado Cermet<sup>®</sup>, ao amálgama com altíssimo conteúdo de cobre. As raízes foram

seccionadas em bisel de 45 graus e as cavidades, classe I, preparadas com brocas. O corante utilizado no estudo foi o azul de metileno a 1%. Os dentes foram divididos em outros dois grupos: no primeiro, o período de imersão no corante foi de 24 horas, enquanto no segundo foi de 48 horas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais, em relação ao poder de vedamento apical e aos períodos de imersão no corante. Os autores salientaram a importância de avaliar-se a metodologia, pois algumas variáveis podem provocar alterações nos resultados, tais como a idade dos dentes e o próprio método de mensuração da microinfiltração.

Com metodologia semelhante, Özata, Erdilek e Tezel, também em 1993, compararam ionômero de vidro convencional, ionômero de vidro reforçado com prata Cermet<sup>®</sup> e amálgama com alto conteúdo de cobre. Avaliaram se a utilização de verniz aprimorava a capacidade de vedamento dos materiais. Entretanto, a aplicação desse produto não melhorou as qualidades de vedamento do amálgama. Verificaram a menor microinfiltração no grupo em que a dentina foi pré-condicionada, o ionômero de vidro aplicado na cavidade e protegido com verniz. O grupo no qual observaram maior microinfiltração de corante foi o do Cermet<sup>®</sup>, que não recebeu condicionamento dentinário nem verniz. Os investigadores sugeriram a realização de mais pesquisas *in vivo* para indicar o melhor ionômero de vidro.

Chong, Pitt Ford e Hudson (2003) compararam a capacidade de selamento de um cimento de ionômero de vidro fotoativado Vitrebond<sup>®</sup>, aplicado diretamente no ápice radicular seccionado e em retrocavidades no extremo apical, com ionômero de vidro convencional aplicado também diretamente sobre a raiz, sem a presença de retrocavidade. Os dentes foram imersos em corante fluorescente (Rodamina B) e os graus de microinfiltração mensurados com o auxílio de um microscópio óptico. Os pesquisadores observaram que uma camada fina de ionômero de vidro fotoativado

( $\approx$  1mm) aplicada sobre a raiz apresenta melhores resultados. Consideraram o ionômero de vidro bastante promissor como material retro-obturador, porém indicaram a realização de mais pesquisas, incluindo testes biológicos, para utilização clínica deste material.

Em 1993, Torabinejad, Watson e Pitt Ford avaliaram *in vitro* o poder de vedamento apical de um novo material, que começava a ser desenvolvido para produzir o selamento entre o sistema de canais radiculares e a superfície externa do dente. Tratava-se do MTA, composto por tricálcio silicato, óxido tricálcio, óxido de silicato e outros óxidos minerais, responsáveis pelas propriedades físicas e químicas do material. A hidratação do pó resulta em um gel coloidal, que solidifica em menos de quatro horas, com resistência à compressão semelhante à do amálgama, comparando o MTA, o amálgama e o Super-EBA e observaram microinfiltração de corante fluorescente (Rodamina B) significativamente menor no grupo em que aplicaram o MTA. Não observaram falhas entre o material e a parede cavitária, ao contrário dos outros grupos. As análises foram realizadas com auxílio de microscópio com focal objetiva de imersão em óleo e filtros verdes. Descreveram algumas vantagens do MTA: não ser essencial sua utilização em campo seco, ter fácil manipulação, aplicação e remoção de excessos. Como desvantagem citaram apenas o longo tempo necessário para a solidificação do material. Sugeriram também maiores investigações para poder indicar a utilização clínica.

Ainda em relação aos materiais utilizados para retro-obturações, Torabinejad et al. (1994) comparam o uso de amálgama, IRM, Super-EBA e MTA, quanto à microinfiltração de corante (azul de metileno), em um estudo *in vitro*. Como clinicamente é quase inevitável que ocorra contaminação com sangue quando da inserção do material para retro-obturar, os autores simularam essa condição na

metade das amostras. Concluíram, por meio de análise estatística, que a presença de sangue não interferiu no poder de vedamento apical dos materiais testados, mas observaram um comportamento significativamente melhor com o grupo do MTA, em ambas as situações.

Estudos realizados por Pitt Ford et al. (1994) em dentes de cães, empregando o amálgama de prata e o MTA, após períodos de 10 e 18 semanas, demonstraram que sobre o MTA havia formação de tecido duro, assim como maior deposição de tecido ósseo adjacente a ele.

Em uma ampla revisão de literatura realizada por Torabinejad e Pitt Ford (1996), a respeito de diversos materiais utilizados em retro-obturações e metodologias de avaliação, houve referências às vantagens e às desvantagens inerentes a cada método utilizado. Segundo os autores, testes de microinfiltração apical, adaptação marginal, avaliação da citotoxicidade *in vitro*, bem como avaliações de biocompatibilidade utilizando modelos animais são pré-requisitos e não substitutos de estudos clínicos em humanos.

Torabinejad et al. (1995b) também estudaram a resposta biológica dos tecidos periapicais de dentes de cães após apicectomia e obturação retrógrada com MTA. Observaram que o cimento neoformado era depositado não só pela dentina exposta pelo seccionamento apical, mas também sobre o MTA, caracterizando um resultado satisfatório.

No ano de 1994, Torabinejad, Lee e Hong apresentaram um estudo no qual avaliaram dois pacientes portadores de terapia endodôntica convencional e de retro-obturações em alguns dentes, com indicação de exodontia. O objetivo era observar se as condições clínicas e radiográficas tinham correlação com estudos *in vitro* de penetração de corante e com a presença de falhas na interface dente/material retro-

obturador. Após a exodontia, os dentes foram imersos em solução de azul de metileno, seccionados com disco de *carborundum* e avaliados em microscópio óptico, quanto à microinfiltração do corante. Logo após, os espécimes foram desidratados, recobertos com uma camada de ouro e analisados na MEV. Os autores constataram que, exceto por um dente com cobertura de cimento no ápice, no qual não ocorreu microinfiltração de corante, os demais demonstraram índices variáveis de microinfiltração. Um dente caracterizado clinicamente com insucesso apresentou os maiores valores de microinfiltração. Concluíram os pesquisadores que é muito importante o selamento apical, sobretudo quando não há certeza de uma boa instrumentação e desinfecção do canal radicular.

Com o objetivo de avaliar se a armazenagem dos dentes, antes da imersão no corante, influenciaria os resultados desses testes, Higa et al. (1994) realizaram uma avaliação *in vitro*, utilizando a tinta-da-Índia. Constataram que o IRM e o Super-EBA tiveram menor microinfiltração que o amálgama, além de a diferença entre os dois primeiros não ter sido significativa. Parece haver uma tendência de aumento da microinfiltração quando os dentes são armazenados antes de serem colocados no corante, apesar da diferença entre os grupos não haver demonstrado significância estatística. Segundo os autores, a armazenagem dos dentes é, na verdade, um fato irreal quando se quer simular uma situação clínica, pois durante o procedimento cirúrgico o material é inserido na cavidade, com reposicionamento do retalho logo em seguida, havendo contato imediato com sangue, fluidos e tecidos periapicais.

Chong et al. (1995) compararam *in vitro* a capacidade de vedamento apical do Vitrebond<sup>®</sup> (ionômero de vidro), do Kalzinol<sup>®</sup> (óxido de zinco eugenol) e do amálgama, determinando, inicialmente, a microinfiltração bacteriana; após, a adaptação marginal, utilizando um microscópio óptico de luz e, finalmente, a

microinfiltração do corante tinta-da-Índia. Os autores observaram que a microinfiltração bacteriana e de corante foi maior no grupo do amálgama. Na avaliação da adaptação marginal, a média de falhas, na interface dente/material, também foi superior no grupo do amálgama; este foi o único teste que revelou diferença estatisticamente significativa entre o Vitrebond<sup>®</sup> e o Kalzinol<sup>®</sup>. Os pesquisadores concluíram que as diferentes metodologias de avaliação demonstraram resultados similares e que o Vitrebond<sup>®</sup> e o Kalzinol<sup>®</sup> podem ser considerados materiais com potencial para serem utilizados em retro-obturações, sendo necessárias, ainda, avaliações *in vivo* para determinar suas outras características.

No mesmo ano, Pretorius e Van Heerden publicaram um trabalho comparando o selamento apical do Vitremer<sup>®</sup> (ionômero de vidro foto e quimicamente ativado) e do amálgama com verniz cavitário, a partir de testes de microinfiltração de corante (cristal azul brilhante de Procion). A apicectomia foi realizada em bisel de 45 graus e as retrocavidades preparadas com broca. Os autores destacaram que a polimerização química do Vitremer<sup>®</sup>, mesmo com ausência de luz, é responsável pela menor microinfiltração do material, comparada a outros ionômeros fotoativados. Ademais, o material não exibe sensibilidade à presença de água, após 20 segundos de fotopolimerização, demonstrando grande força de união à dentina. Concluíram que o amálgama não apresentou um selamento apical efetivo, enquanto o Vitremer<sup>®</sup>, colocado em uma única porção e polimerizado por 10 segundos, permitiu uma microinfiltração bem menor de corante via ápice radicular. Os especialistas igualmente observaram uma boa adaptação do material às paredes da retrocavidade. Sugeriram maiores investigações clínicas para indicação do ionômero de vidro como rotina.

Hosoya, Lautenschlager e Greener (1995) pesquisaram *in vitro*, a partir de testes de microinfiltração de corante (Rodamina B) em retro-obturações, realizando experimentação em uma liga contendo gálio em vez de mercúrio, comparando-a com outra liga com mercúrio, com um cimento de ionômero de vidro Glassionomer F<sup>®</sup> e com a guta-percha brunida em altas temperaturas. Observaram que o ionômero de vidro teve uma penetração de corante significativamente menor que os demais grupos. Nas ligas com mercúrio e com gálio, a penetração do corante foi similar. Já a guta-percha apresentou os maiores valores de microinfiltração de corante.

Grepel, Antoniazzi e Paim (1988) compararam a microinfiltração *in vitro*, empregando dois corantes em incisivos e caninos humanos. Os dentes foram submersos em Rodamina B a 1% e azul de metileno a 0,5%. Nos dentes corados com Rodamina B a 1%, ocorreu maior microinfiltração e homogeneidade, enquanto naqueles corados com azul de metileno houve menor microinfiltração e maiores irregularidades. Os autores concluíram que a Rodamina B a 1% é mais efetiva para verificar a permeabilidade dentinária.

Gerhards e Wagner (1996) testaram a capacidade de selamento apical de cinco materiais retro-obturadores (amálgama, cimento Harvard, Diaket<sup>®</sup>, lâminas de ouro e Ketac-endo<sup>®</sup>) por meio de microinfiltração de azul de metileno. Constataram que o Ketac-endo<sup>®</sup> (ionômero de vidro) e o Diaket<sup>®</sup> ofereceram melhor desempenho que os demais materiais testados, sendo, assim, considerados alternativas viáveis na substituição ao amálgama.

Em 1996, Pires avaliou o grau de microinfiltração marginal em dentes retro-obturados com três tipos de ionômero de vidro fotopolimerizáveis e concluiu que o Vivaglass<sup>®</sup> foi o material que apresentou menores índices de microinfiltração, seguido pelo Vitremer<sup>®</sup> e, logo após, pelo Variglass<sup>®</sup>. O amálgama foi empregado

como controle e mostrou índices de microinfiltração semelhantes ao do Vivaglass<sup>®</sup> e ao do Vitremer<sup>®</sup>. Baseado nos resultados encontrados, o autor, considerando o tempo de trabalho e a capacidade de união do ionômero de vidro com a dentina, recomendou-o como material de eleição para utilização em retro-obturações.

Fidel, Berlinck e Galindo (1997) avaliaram a capacidade de selamento apical do N-butil-2-cianoacrilato, do amálgama de prata sem zinco, do ionômero de vidro e da guta-percha. Os dentes foram imersos em Rodamina B por 72 horas. A avaliação da microinfiltração do corante foi realizada no sentido longitudinal, com auxílio de macrofotografias, atribuindo escores às diferentes profundidades encontradas. Concluíram que todos os materiais testados permitiram a percolação de corantes. O cianoacrilato demonstrou os menores índices de microinfiltração, enquanto o grupo do ionômero de vidro obteve os piores resultados.

Resende et al. (2004) utilizaram o programa Imagelab<sup>®</sup> para avaliação do percentual de microinfiltração de corante.

No mesmo ano, Gouw-Soares et al. realizaram um estudo com dentes humanos, apicetomizados por broca, Laser Er:YAG ou Laser CO<sub>2</sub> e, para a avaliação da microinfiltração de corante, utilizaram o programa Imagelab<sup>®</sup>, obtendo o percentual corado da dentina.

Araújo et al. (2004) usaram Rodamina B a 1% na avaliação da microinfiltração marginal de dentes retro-obturados por MTA Angelus<sup>®</sup> e Sealer 26<sup>®</sup>, associadas ou não ao cianoacrilato de etila. Para a avaliação linear da microinfiltração do corante, empregaram o programa Imagelab<sup>®</sup>.

Souza, Amorin, Lage-Marques (2004) realizaram um estudo comparando a microinfiltração de corantes em canais obturados com diferentes cimentos

endodônticos. Para avaliação da microinfiltração utilizaram o programa Image Tool<sup>®</sup> para Windows<sup>®</sup>, versão 3.0.

Siqueira et al. (2001) avaliaram *in vitro* a capacidade de três materiais retro-obturadores prevenirem a microinfiltração bacteriana: IRM<sup>®</sup> (cimento de óxido de zinco eugenol), Fuji IX<sup>®</sup> (cimento de ionômero de vidro) e Sealer 26<sup>®</sup> (selador resinoso de canais radiculares). Os pesquisadores constataram que o Sealer 26<sup>®</sup> demonstrou ser mais eficiente na prevenção da microinfiltração. Não houve diferenças significativas entre os outros dois materiais testados, os quais demonstraram altos índices de microinfiltração. Os pesquisadores discutiram a metodologia utilizada, comparando-a aos testes *in vitro* de microinfiltração de corante. Também comentaram que a maioria dos estudos avalia a penetração de corante em um único plano e que outros fatores poderiam influenciar os resultados, como pH, reação química e tempo de exposição das amostras ao corante.

Analisando o número atômico dos elementos presentes nos cimento Portland e MTA, através de espectroscopia por dispersão de energia (EDS), Gerhardt de Oliveira et al. (2004) constataram que óxidos (23,44%) e cálcio (24,56%) estão presentes na composição do ProRoot<sup>®</sup> (MTA).

Wu, Kontakiotis e Wesselink (1998) avaliaram a estabilidade da coloração do azul de metileno em contato com alguns materiais odontológicos. Tubos de silicone e dentes humanos foram preenchidos com amálgama, hidróxido de cálcio, Cavit<sup>®</sup>, Fuji II<sup>®</sup>, MTA e óxido de zinco eugenol. Os corpos de prova foram imersos em azul de metileno a 1%. A densidade óptica do azul de metileno foi medida em um espectrofotômetro, antes da imersão dos materiais, e após 24, 48 e 72 horas. Observaram que não houve diminuição na densidade óptica do corante, apenas no

grupo do Fuji II<sup>®</sup>. O grupo do MTA e o do hidróxido de cálcio demonstraram maior redução na densidade óptica da solução, em níveis de 73 e 84%, respectivamente. A explicação para este fato é que o azul de metileno é instável frente a bases cáusticas, sendo hidrolisado em um tional transparente. O hidróxido de cálcio e o MTA, que contêm óxido de cálcio em sua composição, quando misturados com água forma hidróxido de cálcio, provocam a descoloração do corante. Os investigadores concluíram que, devido à descoloração que o azul de metileno sofre frente a determinados materiais, muitos resultados de estudos de microinfiltração de corante, nos quais este composto foi utilizado, podem ser falsos. Os autores sugerem que este tipo de avaliação também seja feito com outros corantes aplicados na rotina de tais testes.

Em relação à microinfiltração bacteriana (*Serratia marcescens*) em retro-obturações *in vitro*, Fischer, Arens e Miller (1998) realizaram um estudo no qual inocularam bactérias no canal radicular e deixaram o extremo apical em contato com o meio de cultura, que mudava a coloração quando ocorria penetração bacteriana. Os pesquisadores observaram que o MTA apresentou menor ocorrência de microinfiltração bacteriana apical quando comparado ao amálgama, IRM<sup>®</sup> e Super-EBA<sup>®</sup>. O grupo do MTA foi o único que exibiu ausência de microinfiltração bacteriana em algumas amostras. Concluíram que o MTA é o material mais efetivo contra a penetração de *S. marcescens*, além de ter demonstrado algum efeito antimicrobiano contra bactérias bucais, o que poderia melhorar suas propriedades. Os pesquisadores salientaram que a ação efetiva do MTA em prevenir a microinfiltração bacteriana apical deve-se à sua habilidade seladora decorrente e à ligeira expansão sofrida na presença de umidade,

representando, assim, uma grande vantagem sobre os demais materiais comumente utilizados como retro-obturadores.

Para comparar a reação dos tecidos periapicais em dentes de cães, o MTA e o Ketac Endo<sup>®</sup> foram utilizados como cimentos endodônticos por Holland et al. (1999). Trinta dentes de cães tiveram seus canais instrumentados e obturados, sendo metade com MTA e metade com Ketac Endo<sup>®</sup>. Depois de seis meses, os animais foram mortos e as amostras examinadas histologicamente. Os resultados demonstraram que ocorreu fechamento apical com cimento em todas as amostras obturadas com MTA, não sendo observada resposta inflamatória nos tecidos periapicais. Já no caso do Ketac Endo<sup>®</sup>, verificaram fechamento apical parcial em apenas duas amostras, além de diferentes graus de reação inflamatória crônica. Os autores utilizaram o MTA como cimento endodôntico obturador e concluíram que o mesmo possui boas propriedades biológicas, recomendando o seu uso. Entretanto, o MTA deveria ter algumas de suas propriedades físicas modificadas para facilitar a aplicação.

Bernabé et al. (2003) desenvolveram um estudo comparativo entre o MTA e o cimento Portland (cimento Itaú), empregando-os em retrocavidades preparadas com ultra-som em dentes de cães. Observaram resultados semelhantes entre os dois tipos de materiais, pois ocorreu deposição de tecido cementário sobre os mesmos, além de apresentarem, na maioria dos espécimes analisados, reparo dentoalveolar completo.

Com o intuito de determinar a eficácia dos materiais retro-obturadores utilizados em pacientes, Niederman e Theodosopoulou (2003) revisaram os estudos clínicos publicados desde 1996 em duas bases de dados eletrônicas. Nessa investigação, encontraram somente dois estudos clínicos randomizados e

concluíram que as pesquisas demonstraram resultados contraditórios entre os materiais avaliados. Também observaram que o amálgama tem sido o material usado como controle, na maioria das análises, e que não existem estudos clínicos controlados em humanos, avaliando o MTA, material que vem demonstrando excelentes propriedades *in vitro*. Os autores sugeriram a realização de estudos clínicos controlados para validar os resultados dos inúmeros trabalhos *in vitro* publicados.

Determinar as reações do tecido conjuntivo ao MTA ProRoot<sup>®</sup> e ao amálgama foi o objetivo da pesquisa realizada por Yaltirik et al. (2004). Os materiais foram colocados em tubos de polietileno e implantados no dorso de ratos albinos Wistar. Após sete, 15, 30, 60 e 90 dias do procedimento cirúrgico, os animais foram submetidos a biópsias, e as peças analisadas histologicamente, determinando a presença de inflamação, calcificação e fibras de tecido conjuntivo. Todos os materiais estudados foram bem tolerados pelos tecidos. Ademais, os autores observaram a presença de uma calcificação distrófica nas áreas adjacentes ao MTA implantado, enfatizando que esse achado pode confirmar a hipótese de que o MTA induz a formação de tecido duro.

Xavier et al. (2005) avaliaram, *in vitro*, a capacidade de vedamento apical e adaptação marginal do MTA Angelus<sup>®</sup>, Vitremer<sup>®</sup> e Super-EBA<sup>®</sup> em 30 dentes unirradiculares. As amostras foram imersas em nitrato de prata a 50%. A microinfiltração apical foi avaliada nos sentidos transversal e longitudinal e os espécimes, submetidos à análise de adaptação marginal, por MEV. Os resultados demonstraram que o Super-EBA<sup>®</sup> apresentou a maior capacidade de vedamento apical, seguido pelo MTA Angelus<sup>®</sup> e depois pelo Vitremer<sup>®</sup>. Em relação a adaptação marginal, o MTA Angelus<sup>®</sup> apresentou os melhores resultados, e não houve

diferença estatisticamente significativa entre os outros dois materiais. Os autores concluíram que, devido a ausência de correlação entre as duas metodologias, a presença de falhas não é a única responsável pela microinfiltração apical.

Antes desse trabalho, Bernardineli (1999) já pesquisara a microinfiltração apical do cimento ionômero de vidro (Ketac-cem<sup>®</sup>) em função do uso de substâncias complementares de limpeza das cavidades (EDTA, ácido poliacrílico e solução fisiológica), por meio da penetração do corante azul de metileno, em um estudo *in vitro*, constatando que esse cimento apresentou pequeno grau de microinfiltração marginal de corante na interface parede dentinária/material retro-obturador.

### 3 METODOLOGIA

---

O projeto desta pesquisa foi submetido à avaliação, sendo aprovado pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, sob o número de protocolo 0092/04 (ANEXO A).

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa, centralizada no paradigma quantitativo, consistiu de um estudo transversal comparativo, utilizando um modelo quase-experimental de materiais equivalentes. Foi realizada em laboratório, com amostra selecionada, de forma randomizada e distribuída em três grupos experimentais, fornecendo recursos para a comparação de dados estatísticos, seguindo o seguinte delineamento (CAMPBELL; STANLEY, 1979):

$M_0X_0O$ ,  $M_1X_1O$ ,  $M_2X_2O$ , etc.

sendo: M = material;

X= experiência;

O= observação.

### 3.1.1 Variáveis independentes

- Os materiais retro-obturadores avaliados (agregado trióxido mineral – MTA Angelus<sup>®</sup> e MTA ProRoot<sup>®</sup>; cimento ionômero de vidro - Vitremer<sup>®</sup>).
- A seqüência técnica de procedimentos para obtenção da amostra, avaliada quanto à microinfiltração marginal.

### 3.1.2 Variáveis dependentes

- O grau de microinfiltração apical, obtido pela avaliação morfométrica computadorizada.

## 3.2 HIPÓTESE

Nas retro-obturações realizadas com MTA, o grau de microinfiltração apical do corante Rodamina B a 0,2% é maior, se comparado com o grau de infiltração apical das retro-obturações realizadas com cimento ionômero de vidro.

### 3.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A amostra está constituída por 30 dentes humanos permanentes unirradiculares (incisivos centrais superiores; caninos superiores e inferiores e pré-molares inferiores), obtidos por acadêmicos supervisionados por professores no Projeto Ação Comunitária de Extensão da PUCRS, no município de Rosário do Sul RS, (ANEXO B).

#### 3.3.1 Critérios de inclusão e exclusão

Nesta pesquisa, foram incluídos dentes com indicações exodônticas clássicas, com base em fundamentos da Bioética. Assim mesmo, excluíram-se aqueles que apresentavam fraturas radiculares, reabsorções dentinárias, grandes dilacerações apicais, bem como os que foram submetidos previamente à terapia endodôntica.

Uma vez extraídos, os dentes foram lavados com água corrente, armazenados em um frasco contendo solução de cloreto de sódio a 0,9% e mantidos em temperatura ambiente por um período aproximado de quatro meses.

A seguir, procedeu-se à limpeza e à desinfecção dos espécimes como segue:

- raspagem dos remanescentes do ligamento periodontal, utilizando-se curetas periodontais<sup>1</sup>;

---

<sup>1</sup> Curetas periodontais 13-14 - Duflex®.

- imersão em hipoclorito de sódio a 0,5%<sup>2</sup>, por 48 horas;
- lavagem em água corrente;
- remoção das coroas, utilizando disco de *carborundum*<sup>3</sup>, montado em peça de mão reta e realizando um corte, na junção amelocementária, padronizando-se, assim, o tamanho das amostras em, aproximadamente, 16 mm, aferidas por paquímetro digital<sup>4</sup>;
- armazenamento em solução fisiológica<sup>5</sup>, a qual foi substituída semanalmente

### 3.4 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA

Todos os espécimes foram radiografados, em norma vestibulo-palatina, usando-se, para tanto, um aparelho GNATUS<sup>®</sup> de raios X<sup>6</sup> e filme Kodak<sup>®7</sup> *ultra speed* nº. 2. Padronizou-se a distância foco-filme em 30cm e o tempo de exposição em 0,64 segundos. As raízes dos dentes foram posicionadas horizontalmente, no centro do filme radiográfico, com o ápice voltado para a saliência identificadora e a porção palatina/lingual em contato com o filme. Cada radiografia foi identificada com um número de chumbo colocado no lado inferior esquerdo do filme, correspondendo ao número sequencial do dente na amostra ao ser radiografado. A incidência do raio X foi perpendicular ao longo eixo das raízes dentárias. O processamento dos filmes

---

<sup>2</sup> Líquido de Dakin. Indústria Farmacêutica Rioquímica LTDA.

<sup>3</sup> Discos de *carborundum* 7/8 – ADON produtos Odontológicos.

<sup>4</sup> Paquímetro Digital Digimatic<sup>®</sup> *caliper* – Mitutoyo.

<sup>5</sup> Solução injetável estéril de cloreto de sódio a 0,9%. Texon<sup>®</sup> Indústria Farmacêutica LTDA.

<sup>6</sup> Aparelho de RX – Modelo: TIMEX 70DRS, GNATUS<sup>®</sup>, tensão de saída: 70kVp e 8mA.

<sup>7</sup> Kodak<sup>®</sup> *ultra speed*, película dental. Eastman Kodak Company.

radiográficos realizou-se com uma processadora automática A/T 2000 XR<sup>8</sup>, durante 4min30seg, a uma temperatura de 82°F (XAVIER et al., 2005).

Seguindo os critérios descritos, realizaram-se três tomadas radiográficas dos mesmos dentes, em diferentes momentos do preparo das amostras. A primeira denominou-se tomada de reconhecimento e foi efetivada antes do tratamento endodôntico, a fim de avaliar a anatomia do canal radicular, a morfologia apical e realizar a odontometria.

A segunda chamou-se de tomada endodôntica e foi realizada após o tratamento endodôntico, visando avaliar a qualidade da obturação dos canais, pela evidência do preenchimento total e da condensação do material no interior do conduto radicular.

Após a retro-obturação com os materiais estudados, realizou-se a terceira tomada, denominada final, a qual possibilitou a verificação da qualidade das técnicas utilizadas, no caso dos cimentos radiopacos. Os dentes que não evidenciaram o tratamento endodôntico ou a retro-obturação adequada foram excluídos.

### 3.5 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Os 30 dentes selecionados foram tratados endodonticamente por dois profissionais previamente treinados utilizando a técnica seriada manual (PAIVA et al., 1988). O acesso ao canal radicular foi feito através da abertura, no nível da junção amelocementária, pois as coroas já haviam sido removidas. A exploração do

---

<sup>8</sup> Processadora Automática AT 2000 – XR – Air Techniques®.

canal realizou-se com limas endodônticas<sup>9</sup> calibre 10, gradualmente, milímetro a milímetro, até que a ponta da lima estivesse justaposta à saída foraminal, utilizando-se uma lupa<sup>10</sup>. O cursor foi deslizado para que tangenciasse a borda cervical radicular, determinando-se, assim, o comprimento do canal radicular, cuja medida foi utilizada como comprimento de trabalho. As limas foram introduzidas com o conduto repleto de hipoclorito de sódio a 1%<sup>11</sup>, ultrapassando o forame apical. Após, as limas foram introduzidas com o conduto repleto de hipoclorito de sódio a 1%, diluído em água destilada<sup>12</sup>, acoplado em uma seringa descartável de 10ml<sup>13</sup> com agulha hipodérmica<sup>14</sup>, usando 2ml da solução entre um instrumento e outro, em associação com a aspiração. Para a aspiração, foi usada uma cânula aspiradora com ponta 40X10<sup>15</sup>, posicionada na entrada do canal radicular. Assim, determinou-se o diâmetro do canal, identificaram-se as curvaturas do mesmo e criou-se uma via de passagem para os instrumentos utilizados.

A instrumentação do conduto foi feita com limas de aço inoxidável Flex -R<sup>16</sup>, sob irrigação, iniciando-se com lima de nº 15 e utilizando progressivamente instrumentos de maior calibre, conforme os princípios da técnica seriada manual descrita por Paiva et al., em 1988. Os canais foram alargados e limados até o diâmetro correspondente ao calibre 35, com movimentos de pressão negativa, na penetração da lima, e de pressão positiva contra as paredes, durante a tração (BERGER, 2002).

---

<sup>9</sup> Limas endodônticas Flex -R – Roane Tip File – 21mm – Moyco® Union Broach.

<sup>10</sup> Lupa Tinffany.

<sup>11</sup> Virex Plus 2%. Johnson Diversey. Multitonic Ind. Com. Prod. Químicos Ltda.

<sup>12</sup> Água destilada Miyano®. Odontomédica Indústria Farmacêutica Ltda.

<sup>13</sup> Seringa descartável Plastipak estéril 10ml. Becton Dickinson Ind. Cirúrg. Ltda.

<sup>14</sup> Agulha hipodérmica BD Precision Glide® Calibre 16 – 40X16mm São Paulo.

<sup>15</sup> Kit sucção endodôntica – Cânulas 40X60; 40X10; 40X20 Indusbelo®.

<sup>16</sup> Limas endodônticas Flex – R - Roane Tip File – Size: 15-40 – 21mm – Moyco® Union Broach.

A substância química utilizada durante todo o preparo químico-mecânico (PQM) do canal radicular foi hipoclorito de sódio a 1%, em associação com a aspiração. A agulha hipodérmica foi calibrada com um cursor de silicone, penetrando 3mm aquém do comprimento de trabalho, aspirando com cânula suctora<sup>17</sup>. Em seguida, os condutos foram secos com cones de papel absorvente nº 40<sup>18</sup>.

A obturação dos canais foi realizada com a técnica de condensação lateral, utilizando cones de guta-percha (cone principal nº 40<sup>19</sup> e cones acessórios de tamanho B7<sup>20</sup>) e cimento endodôntico de óxido de zinco eugenol<sup>21</sup>, manipulado de acordo com as orientações do fabricante (BERGER, 2002).

O cimento foi colocado no cone principal e inserido no canal radicular, com movimentos de pincelamento contra as paredes, até o comprimento de trabalho. Após a remoção do cone, este foi novamente preenchido com cimento obturador e inserido no canal radicular, até a saída foraminal. Em seguida da colocação do cone principal e com o auxílio de um espaçador bidigital, tamanho B<sup>22</sup>, inseriram-se os cones acessórios. Este espaçador foi inserido no canal radicular exercendo pressão apical moderada, entre o cone principal e a parede, até encontrar resistência. Nesse momento, removeu-se o espaçador digital e se colocou um cone acessório. Tal procedimento foi realizado até que o canal radicular estivesse completamente preenchido. Com um calcador<sup>23</sup> aquecido, o excesso de guta-percha no nível da entrada do canal radicular foi removido, bem como o excedente do mesmo material que, porventura, tivesse extravasado o forame radicular. A porção cervical da guta-

---

<sup>17</sup> Kit sucção endodôntica – Cânulas:40-60; 40-10; 40-20. Indusbelo®.

<sup>18</sup> Pontas de papel absorvente – 28 mm – tamanho 40 - Endopoints® Indústria e Comércio Ltda.

<sup>19</sup> Guta-percha pontas nº 40 - Endopoints® Indústria e Comércio Ltda.

<sup>20</sup> Cones acessórios RS – 21 mm - Endopoints® Indústria e Comércio Ltda.

<sup>21</sup> Endofill® - Cimento endodôntico – Dentsply e Comércio Ltda.

<sup>22</sup> Espaçador STEINER 30 - Moyco® Union Broach, 24415.

<sup>23</sup> Calcador nº. 3 - Golgram®.

percha foi, então, condensada firmemente em sentido vertical, com um calcador nº 1<sup>24</sup>.

Quarenta e oito horas após a endodontia, os dentes foram armazenados em solução fisiológica durante 30 dias e submetidos à segunda tomada radiográfica para verificar a qualidade da obturação. Quando a terapia endodôntica foi considerada insatisfatória pelos examinadores (visualização de linhas, faixas ou áreas de radiolucidez), novas amostras foram submetidas ao processo descrito para manter o número total constante (BRAMANTE; BERBERT; BERNARDINELI, 1980).

### 3.6 APICECTOMIA E CONFECÇÃO DA RETROCAVIDADE

Para determinar o local da apicectomia, demarcou-se uma linha reta no contorno radicular, distante 3mm do ápice, com uma caneta para retroprojeter<sup>25</sup> e uma régua milimetrada<sup>26</sup>.

A ressecção radicular realizou-se seguindo essa demarcação e formando um ângulo reto com o longo eixo do dente. A apicectomia foi realizada com o auxílio de uma peça de mão reta<sup>27</sup> e um disco de diamante, sob irrigação constante com solução fisiológica.

---

<sup>24</sup> Calcador tipo Paiva nº. 1 - Jon®.

<sup>25</sup> Marcador para retroprojeter – Pilot 2.0 VM.

<sup>26</sup> Régua milimetrada 40 mm - Jon®.

<sup>27</sup> Micromotor INTRAmatic 181 D. Kavo do Brasil.

As retrocavidades foram preparadas com o auxílio de um aparelho de ultra-som<sup>28</sup> e de uma ponta ultra-sônica<sup>29</sup> diamantada. O ultra-som foi ajustado conforme as orientações do fabricante para a posição S (*scalling*) e irrigação contínua.

A largura da cavidade foi igual ao diâmetro da retropona, atingindo uma profundidade de 3mm e seguindo a orientação anatômica do canal radicular. A execução deste processo levou entre um e dois minutos.

### 3.7 ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS

Para facilitar a identificação das unidades amostrais, em todas as etapas do experimento os dentes receberam numeração ordinal (01 a 30). Esses números foram digitalizados no computador, utilizando-se o *software* Word<sup>30</sup>, em letra tipo Arial, corpo 10, na cor preta e em negrito. A impressão<sup>31</sup> dos números foi realizada sobre folhas de papel branco formato A4<sup>32</sup>, todos fixados em uma folha plástica e recortados individualmente. A seguir, as etiquetas plásticas numeradas foram coladas na região cervical de cada dente com adesivo gel à base de cianoacrilato de etila da marca Super Bonder<sup>®33</sup>.

Os 30 dentes, previamente identificados, foram divididos em três grupos de 10 espécimes cada um. Em cada grupo, a retro-obturação foi realizada com um dos

---

<sup>28</sup> Aparelho de ultra-som – Jet Sonic Four Plus - Gnatus<sup>®</sup>.

<sup>29</sup> Ponta ultra-sônica para microrretrocirurgia S 12/90D - Gnatus<sup>®</sup>.

<sup>30</sup> Microsoft<sup>®</sup>.

<sup>31</sup> Impressora Epson<sup>®</sup>. CX 5400.

<sup>32</sup> Copimax<sup>®</sup> 75. Votorantim Celulose e Papel S.A.

<sup>33</sup> Super Bonder<sup>®</sup> - Loctite do Brasil – Itapevi, São Paulo.

materiais estudados e, em seguida, seccionados longitudinalmente em duas porções (Quadro 1).

Grupos	Material utilizado	Organização
A	Agregado Trióxido Mineral MTA Angelus®	10 dentes (1-10) retro-obturados com MTA Angelus® e seccionados longitudinalmente
B	Ionômero de vidro Vitremer®	10 dentes (11-20) retro-obturados com ionômero de vidro e seccionados longitudinalmente
C	Agregado Trióxido Mineral MTA ProRoot®	10 dentes (21-30) retro-obturados com MTA ProRoot® e seccionados longitudinalmente

**Quadro 1** - Organização dos grupos do experimento

**Fonte:** dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

### 3.7.1 Materiais e retro-obturações

Nesta pesquisa, todos os materiais utilizados foram manipulados segundo as orientações do fabricante.

#### MTA Angelus®

O MTA contém, na sua composição,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  e  $\text{MgO}$  e resíduos insolúveis (sílica cristalina, óxido de cálcio e sulfato de potássio e sódio). MTA Angelus® é um composto alcalino (pH 12), com 80% de cimento Portland e 20% de óxido de bismuto. Após sua manipulação, o tempo de endurecimento inicial é de aproximadamente 2 horas e 29 minutos, enquanto o tempo de endurecimento final ocorre em aproximadamente 3 horas e 37 minutos.

Quanto à manipulação do MTA, o fabricante recomenda:

- dispensar uma medida de pó e uma gota de água destilada sobre uma placa de vidro esterilizada;
- espatular o conjunto durante 30 segundos, até a perfeita homogeneização dos componentes, obtendo um cimento de consistência arenosa;
- inserir o cimento espatulado no local, utilizando um porta-amálgama estéril ou outro instrumento da preferência do profissional;
- condensar o material na cavidade preparada.

Para a inserção do material, utilizou-se um porta-amálgama micro<sup>34</sup>, enquanto para sua condensação, condensadores manuais<sup>35</sup> e uma sonda<sup>36</sup> modificada, ambos com diâmetros compatíveis com as cavidades.

### **MTA ProRoot®**

O MTA ProRoot® é um pó cinza, composto principalmente de silicato tricálcico ( $\text{CaOSiO}_2$ ), silicato dicálcico ( $\text{CaO-SiO}_2$ ), aluminato tricálcico ( $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ ), ferro aluminato tetracálcico ( $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), óxido de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) e sulfato de cálcio di-hidratado ( $\text{CaSO}_4\text{-}2\text{H}_2\text{O}$ ). Pode ainda conter até 0,6% de resíduos insolúveis livres como a sílica cristalina e outros elementos livres, como óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO), além de álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ ) sob a forma de sulfatos (ESTRELA, 2004).

Trata-se de um material de fácil manipulação e radiopaco. Incorporado à água destilada ou ao soro fisiológico apresenta pH inicial de 10,2, aumentando para 12,5 três horas após a manipulação; o tempo de presa é de 2 horas e 45 minutos, aproximadamente. Assim, suas propriedades não são afetadas pelos procedimentos

<sup>34</sup> Porta-amálgama micro – Könen®.

<sup>35</sup> Condensador nº. 1 - Jon®.

<sup>36</sup> Sonda 47 - Jon® - Modificada pela autora desta pesquisa (ressecção de 1mm da ponta com auxílio de disco de diamante e polimento com lixas de água de diferentes espessuras – 600, 1200 e 1500).

cirúrgicos, e, na presença de umidade, converte-se em um gel coloidal que se cristaliza e sofre ligeira expansão, o que contribui para o selamento marginal de cavidades e perfurações.

A manipulação, a inserção e a condensação deste material realizaram-se conforme descrito anteriormente e segundo as recomendações do fabricante.

### **Vitremer<sup>®</sup>**

É um ionômero de vidro modificado por resina, com liberação contínua de íons de flúor e adesão química à estrutura dental. É fornecido em quatro frascos, um deles contendo o *primer* para condicionamento da dentina e o outro com o *gloss* para o acabamento superficial. O pó contém cristais radiopacos de silicato de flúor-alumínio. O líquido é composto por uma solução aquosa de ácido polialcenóico modificado, sensível à luz. Possui dois tipos de ativação: foto-ativação e ativação química. A fotopolimerização ocorre no monômero solúvel em água (HEMA) e afeta positivamente o resultado de resistência final do ionômero. Quando quimicamente ativado, proporciona uma reação ácido-base do ionômero convencional e a polimerização química dos componentes resinosos. Tem iniciadores químicos para polimerizar os componentes metacrilatos que existem no material, na ausência de luz (NAVARRO; PASCOTTO, 1998). Inicialmente, aplicou-se o *primer*, no interior da retrocavidade, com um pincel Microbrush<sup>®37</sup>, removendo-se o excesso com um jato de ar indireto; a seguir, procedeu-se à polimerização<sup>38</sup>, por 20 segundos.

Foram dispensadas duas medidas de pó e duas gotas de líquido sobre uma placa de vidro estéril, iniciando-se a aglutinação do material, até a incorporação total

---

<sup>37</sup> Microbrush<sup>®</sup>.

<sup>38</sup> Fotopolimerizador Ultralux, Dabi Atlante S. A.

do pó ao líquido. O material foi inserido no interior de uma seringa Centrix<sup>39</sup> e aplicado na retrocavidade, injetando-se em direção apical. Com o auxílio de uma cureta, removeram-se os excessos do material e realizou-se a fotopolimerização, durante 40 segundos. Finalmente, os remanescentes foram removidos com uma lâmina de bisturi n° 15<sup>40</sup>.

### 3.8 PREPARO DAS AMOSTRAS PARA IMERSÃO NO CORANTE

Para isolar a região externa da raiz, duas camadas de esmalte cosmético<sup>41</sup>, uma azul e outra branca, foram aplicadas em todos os dentes com o pincel aplicador fornecido pelo fabricante. Toda a superfície radicular, inclusive a junção com a resina acrílica incolor, foi impermeabilizada com o esmalte, exceto a região do extremo apical, que foi seccionada, teve a confecção da retrocavidade e recebeu a restauração.

Na metade de uma folha de acetato de 2mm de espessura, formato A4, foram confeccionados 30 orifícios, compatíveis com o diâmetro das unidades amostrais. Para a suspensão e a imersão dos dentes no corante, utilizaram-se retentores das etiquetas plásticas e uma caixa retangular de plástico, confeccionada especificamente para este experimento (1,6cm altura x 15cm comprimento x 7cm comprimento).

Todos os ápices mantiveram-se em contato com o fundo do recipiente, para que todas as raízes tivessem iguais condições de submersão. O corante foi inserido,

---

<sup>39</sup> Seringa tipo Centrix – Degussa®.

<sup>40</sup> Lâmina Feather – carbon steel, Feather Safety Razor Co. Ltda.. Medical Division.

<sup>41</sup> Esmalte Impala®.

lentamente, no pote de imersão, com uma seringa Luer descartável de 20ml, até que a porção dental mais cervical, das unidades amostrais, teve apenas 1mm não-submerso. O pote foi hermeticamente fechado para evitar evaporação da solução. O corante foi removido, lentamente, após 24 horas, e os dentes colocados, cuidadosamente, sobre uma compressa cirúrgica para absorção do excesso de corante.

Os dentes foram, então, friccionados com uma gaze, para uma segunda remoção do corante, e, subseqüentemente, com uma nova compressa cirúrgica, removendo-se todos os excessos, ficando livres da camada de corante superficial (pulverizada), com uma superfície lisa e brilhante. Para que o corante pudesse secar, os dentes foram armazenados durante 24 horas, em temperatura ambiente.

### **3.8.1 Avaliação da microinfiltração do corante**

A divisão das raízes, no sentido mesodistal, realizou-se com um disco flexível diamantado de face dupla<sup>42</sup>, com 0,1mm de espessura, deixando-se, para análise, uma porção vestibular e outra palatina, ambas visualizadas na análise radiográfica, fotografando a hemiface mais preservada.

As imagens foram adquiridas com o auxílio de uma máquina fotográfica digital<sup>43</sup> no modo P (programado), com exposição de +0,3EV, distância focal de 0,02m, foco manual, sem *flash*, resolução 2560x1920 *pixels*, em qualidade fina, com

---

<sup>42</sup> KG® Sorensen – 7020.

<sup>43</sup> Sony® DSC - F717.

posterior aumento de 2,2 vezes na própria máquina. Uma lâmpada fluorescente circular<sup>44</sup> foi usada para evitar a presença de sombras. Os dentes foram fixados com cera utilidade<sup>45</sup> sobre papel milimetrado<sup>46</sup> e assim fotografados. As imagens, identificadas por códigos, foram transferidas para o computador, ficando com um aumento final de 10 vezes em relação ao tamanho original do dente.

Para a aquisição dos resultados, utilizou-se a morfometria computadorizada do *software* Image Tool<sup>®47</sup>, disponível para *download* gratuito no endereço eletrônico <http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>. Na opção *Open Image*, as imagens dos dentes foram visualizadas e analisadas individualmente. Para tanto, três examinadores avaliaram, no programa, as imagens na magnificação 1:4, utilizando da função Área. Realizaram-se as seguintes mensurações: área total de dentina e área total de dentina impregnada por corante. A área total de dentina compreendeu uma região partindo do ápice até 8mm distantes do mesmo, à exceção do canal radicular, retrocavidade e seus materiais de preenchimento. A área total de dentina corada compreendeu a mesma região anterior, porém apenas aquela em que foi possível visualizar algum grau de impregnação do corante. As áreas parciais adquiridas foram somadas para a obtenção de apenas dois valores (área total e área corada), para cada unidade amostral. O valor da área corada foi dividido pelo valor da área total da dentina avaliada, obtendo-se, assim, um número fracionado que corresponde ao percentual da dentina que sofreu infiltração.

---

<sup>44</sup> OSRAM<sup>®</sup>, L22W/10C.

<sup>45</sup> Cera utilidade - Clássico. Artigos Odontológicos Clássico Ltda. Ind. Brasileira.

<sup>46</sup> Papel milimetrado Canson. A3 297x420mm.

<sup>47</sup> UTHSCSA, Image Tool for Windows, 3.0, San Antonio, USA.

### 3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para descrever a variável microinfiltração, foram utilizadas a média e o desvio-padrão. Verificou-se a normalidade dos dados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo a variável normalmente distribuída.

A associação entre as observações dos três avaliadores em relação ao grau de microinfiltração foi analisada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson. A mediana do grau de microinfiltração foi calculada em cada dente para posterior comparação entre os materiais.

Para comparar os materiais, em relação ao grau de microinfiltração, foi aplicada a Análise de Variância, complementada pelo teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5%, sendo as análises realizadas no programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 10.0.

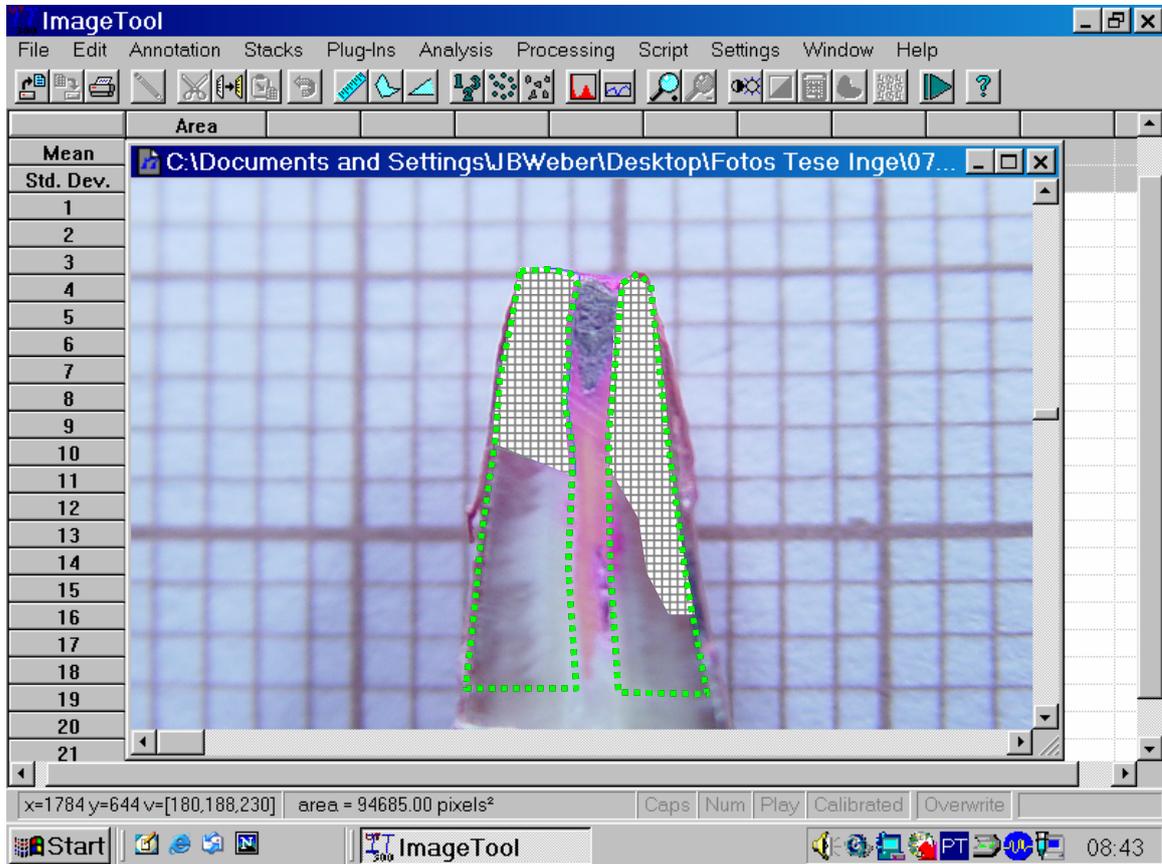
## 4 RESULTADOS

---

### 4.1 AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

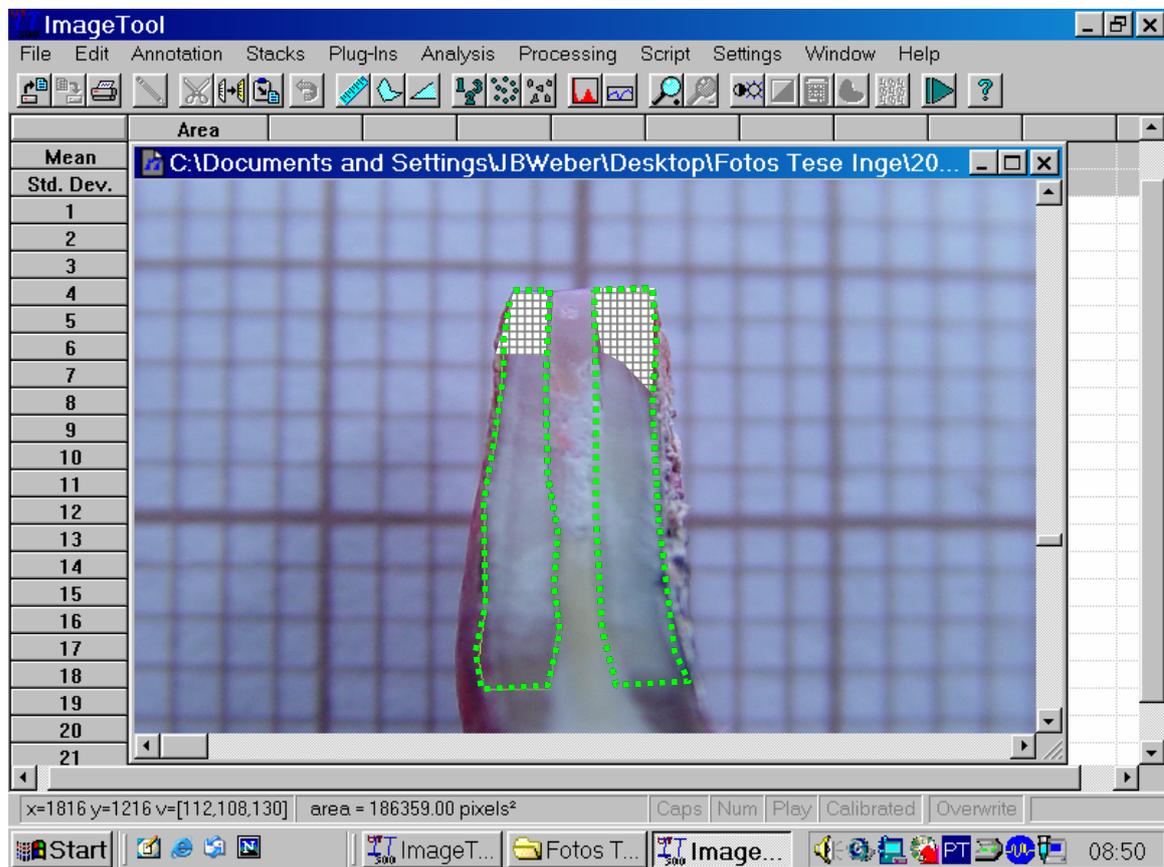
A partir das imagens adquiridas e digitalizadas, de acordo com a metodologia descrita, cada um dos três examinadores realizou a morfometria, com auxílio do *software* Image Toll<sup>®</sup>, em uma porção de cada dente seccionado longitudinalmente, para cada um dos grupos, conforme demonstrado a seguir.

#### 4.1.1 GRUPO A – MTA Angelus®



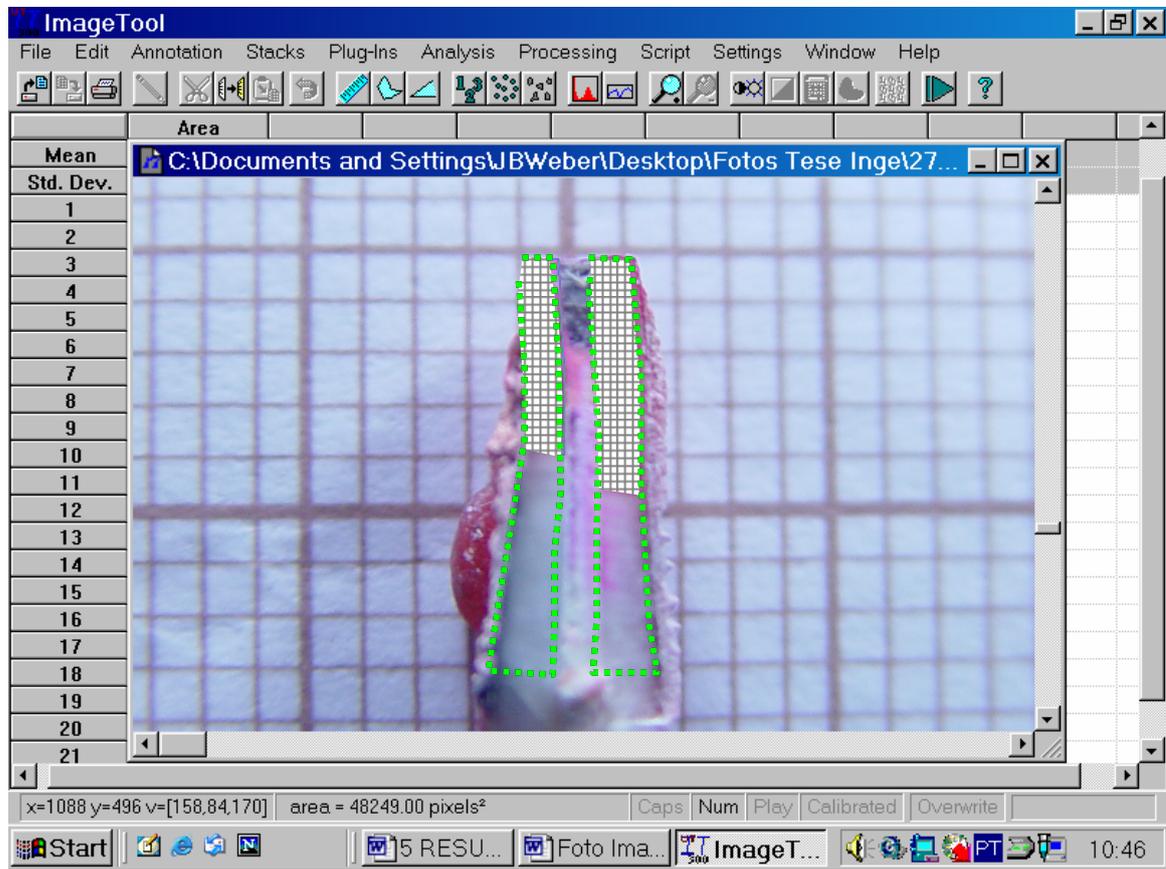
**Figura 1** - Imagem digitalizada no software Image Tool®, com MTA Angelus®  
**Fonte:** dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

#### 4.1.2 GRUPO B – Vitremer®



**Figura 2** - Imagem digitalizada no *software* Image Tool®, com Vitremer®  
**Fonte:** dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

### 4.1.3 GRUPO C – MTA ProRoot®



**Figura 3** - Imagem digitalizada no *software* Image Tool®, com MTA ProRoot®  
**Fonte:** dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

### 4.1.4 Valores mensurados

Após a avaliação das amostras, chegou-se a resultados, para cada uma delas, expressos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Percentuais da dentina corada que sofreu microinfiltração, distribuídos de acordo com os materiais retro-obturadores, obtidos pelos avaliadores 1, 2 e 3**

Dentes	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Material
1	0,456358	0,671757	0,596570	MTA Angelus®
2	0,262798	0,308432	0,261544	MTA Angelus®
3	0,290030	0,293977	0,297400	MTA Angelus®
4	0,709740	0,724246	0,761440	MTA Angelus®
5	0,704019	0,339223	0,802025	MTA Angelus®
6	0,357926	0,675004	0,563980	MTA Angelus®
7	0,549688	0,435723	0,394824	MTA Angelus®
8	0,334432	0,343334	0,360822	MTA Angelus®
9	0,263102	0,399495	0,344631	MTA Angelus®
10	0,377435	0,437521	0,362267	MTA Angelus®
11	0,328715	0,346277	0,299467	Vitremer®
12	0,269020	0,307598	0,307591	Vitremer®
13	0,061499	0,175460	0,061886	Vitremer®
14	0,422945	0,484665	0,119093	Vitremer®
15	0,030064	0,254612	0,043729	Vitremer®
16	0,023014	0,039679	0,024207	Vitremer®
17	0,085646	0,080984	0,117463	Vitremer®
18	0,304293	0,395239	0,278207	Vitremer®
19	0,154450	0,146437	0,167842	Vitremer®
20	0,124178	0,151631	0,161748	Vitremer®
21	0,231144	0,285781	0,248757	MTA Pro Root®
22	0,374444	0,481252	0,284616	MTA Pro Root®
23	0,483753	0,685040	0,528037	MTA Pro Root®
24	0,533786	0,471112	0,453648	MTA Pro Root®
25	0,621859	0,590636	0,707195	MTA Pro Root®
26	0,711937	0,790223	0,733271	MTA Pro Root®
27	0,466692	0,449722	0,451732	MTA Pro Root®
28	0,601099	0,797608	0,551720	MTA Pro Root®
29	0,225502	0,821346	0,359296	MTA Pro Root®
30	0,278027	0,296785	0,326934	MTA Pro Root®

**Fonte:** dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

A associação entre as observações dos três avaliadores, em relação ao grau de microinfiltração, foi analisada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson, (Tabela 2). Percebe-se uma associação positiva significativa entre as observações dos três avaliadores ( $P < 0,001$ ). Desta forma, as observações foram reunidas em uma única variável, sendo calculada a mediana do grau de microinfiltração em cada dente, para posterior comparação. Para descrever esta variável foram utilizados a média e o desvio-padrão.

**Tabela 2 - Correlações, entre os avaliadores, sobre o grau de microinfiltração**

<b>Avaliadores</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	r = 0,706*	r = 0,593*
<b>2</b>	-	r = 0,527*

\* P<0,001 (Teste da Correlação de Pearson)

Fonte: dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

Para comparar os materiais, em relação ao grau de microinfiltração, foi aplicada a Análise de Variância. Para complementar esta análise, o teste de Tukey foi utilizado. Os resultados são apresentados na Tabela 3. Houve diferença estatisticamente significativa entre o Vitremer<sup>®</sup> e os demais materiais estudados, sendo que o ionômero de vidro apresentou um grau de microinfiltração menor. Entre os materiais MTA Angelus<sup>®</sup> e MTA ProRoot<sup>®</sup>, não houve diferença estatisticamente significativa, ou seja, estes materiais apresentaram graus de microinfiltração semelhantes. Conforme Tabela 3, o grau de microinfiltração médio, no dente, ao utilizar o ionômero de vidro, está contido no intervalo de (0,088-0,290), apresentando valores menores que qualquer um dos contidos, nos intervalos dos demais materiais.

**Tabela 3 - Comparação, entre os materiais, quanto ao grau de microinfiltração**

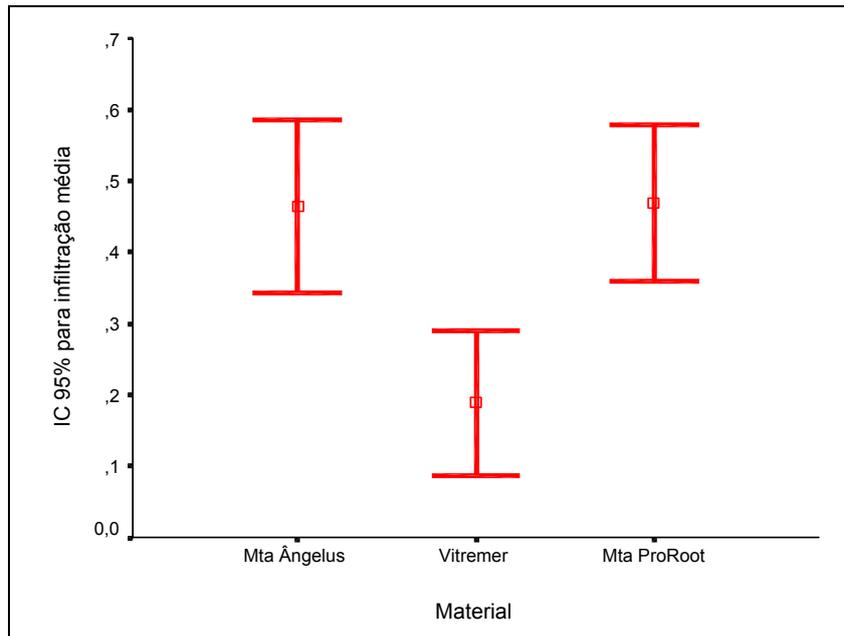
<b>Materiais</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>IC 95%</b>
<b>MTA Angelus<sup>a**</sup></b>	0,465	0,170	(0,343 – 0,586)
<b>Vitremer<sup>b**</sup></b>	0,189	0,141	(0,088 – 0,290)
<b>MTA ProRoot<sup>a**</sup></b>	0,469	0,154	(0,358 – 0,579)

\* P<0,001 (Análise de Variância)

\*\* Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey

Fonte: dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

Para melhor visualização dos resultados apresentados na Tabela 3, os dados foram inseridos no Gráfico 1, representando os intervalos de 95% para a média de microinfiltração de corante, com os materiais utilizados.



**Gráfico 1 - Intervalos de 95% para a média de microinfiltração, em cada material utilizado**

**Fonte:** dados da pesquisa (PUCRS; 2005)

## 5 DISCUSSÃO

---

É muito importante que, após se concluir uma pesquisa realizada criteriosamente, se avalie, também, a própria metodologia proposta, pois é possível a existência de fatores intervenientes, em cada etapa do experimento, que venham a modificar os resultados obtidos, bem como permitir que se aponte para novas propostas de estudos ou variações técnicas passíveis de elucidar questões para além do objetivo proposto (AL-AJAM; MCGREGOR, 1993; CHONG et al., 1995; DORN; GARTNER, 1990; HIGA et al., 1994; HOLLAND et al., 1999; KUGA et al., 1998; TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993; WU, KONTAKIOTIS; WESSELINK, 1998; WU; WESSELINK, 1993).

Quando se elege um grupo para ser o controle de uma pesquisa, é necessário que o mesmo represente um padrão de referência positivo quanto à técnica proposta, no momento histórico do experimento em questão. Neste sentido, a literatura especializada confirma os cimentos de ionômero de vidro como materiais retro-obturadores de pequeno grau de microinfiltração marginal apical (BERNARDINELI, 1999; CHONG et al., 1995; CHONG; PITT FORD; HUDSON, 2003; GERHARDS; WAGNER, 1996; HOSOYA; LAUTENSCHLAGER; GREENER, 1995; PIRES, 1996; ÖZATA; ERDILEK; TEZEL, 1993; PRETORIUS; VAN HEERDEN, 1995).

A opção técnica por retrocavitar o longo eixo do canal radicular com ultrassom, e não o longo eixo da raiz dentária com broca, é vantajoso porque reduz o risco de perfurações radiculares e possibilita um acesso mais direto às raízes dentárias

(BERNABÉ et al., 2003; CALZONETTI et al., 1998; ENGEL; STEIMAN, 1995; ESTRELA, 2004; GAGLIANI; TASCHIERI; MOLINARI, 1998; GOMES; KUBO; CAETANO, 2003; LEONARDO; LEAL, 1998; LOPES; SIQUEIRA Jr., 1999; NAVARRE; STEIMAN, 2002; WUCHENICH; MEADOWS; TORABINEJAD, 1994; VON ARX; WALKER III, 2000; ZUOLO et al., 1999).

Nesta pesquisa, a apicectomia foi realizada em 90 graus com o longo eixo do dente (GAGLIANI; TASCHIERI; MOLINARI, 1998; GILHEANY; FIGDOR, TYAS, 1994; LEONARDO; LEAL, 1998; LOPES; SIQUEIRA Jr., 1999; VON ARX; WALKER III, 2000) e a retrocavitação, com 3mm de profundidade (ESTRELA, 2004; GAGLIANI; TASCHIERI; MOLINARI, 1998; GILHEANY; FIGDOR; TYAS, 1994; KUGA et al., 1998; LEONARDO; LEAL, 1998; LOPES; SIQUEIRA Jr. 1999; NAVARRE; STEIMAN, 2002), objetivando diminuir o grau de microinfiltração apical, em decorrência da menor exposição de túbulos dentinários com esta angulação de corte e profundização cavitária.

A leitura atenta dos vários trabalhos de Torabinejad justifica as pesquisas que avaliam vantagens e desvantagens da utilização do MTA como um material indicado para retro-obturações em cirurgias paraendodônticas.

Simplesmente citar o tempo necessário para a solidificação deste material, esquecendo como o processo se conclui, mesmo sem a presença de meio seco, além de que o MTA é um material de fácil manipulação, com boa resistência à compressão e capacidade seladora apical, até mesmo pela ligeira expansão que sofre na presença de umidade, é desconsiderar que toda pesquisa *in vitro*, como a desta tese, deve vislumbrar o ambiente clínico onde se opera uma seqüência técnica terapêutica, verdadeiramente qualificadora do atendimento em saúde nesta área de especialidade (ARAÚJO et al., 2004; FISCHER; ARENS; MILLER, 1998; HOLLAND

et al., 1999; TORABINEJAD et al.,1994; TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993).

Os resultados deste experimento também demonstram que não há diferença estatisticamente significativa entre o MTA importado e o nacional, o que é relevante para o planejamento e o financiamento público de ações de saúde não-mutiladoras em Odontologia.

Quando se realiza uma investigação que avalia materiais utilizados em retro-obturações, a partir do critério da microinfiltração apical, é necessário, também, que se justifique a opção pelo corante. Como o MTA tem óxido e cálcio em sua constituição (AL-AJAM; MCGREGOR, 1993; GERHARDT DE OLIVEIRA, 2004) gera, portanto, a descoloração do azul de metileno, o que inviabiliza o seu uso (AL-AJAM; MCGREGOR, 1993; GREMPEL; ANTONIAZZI; PAIM, 1988; HOMAOKA; MOURA, 1996; WU; KONTAKIOTIS; WESSELINK, 1998) e justifica o emprego da Rodamina B a 0,2%, que não sofre restrições, segundo a literatura científica disponível consultada, quanto à interação com MTA e/ou cimento ionômero de vidro (ARAÚJO et al., 2004; CHONG; PITT FORD; HUDSON, 2003; FIDEL; BERLINCK; GALINDO,1997; HOMAOKA; MOURA, 1996; HOSOYA; LAUTENSCHLAGER; GREENER, 1995; SOUZA; AMORIN; LAGE-MARQUES, 2004; TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993).

Varios autores (ARAÚJO et al., 2004; GOUW-SOARES et al. 2004; RESENDE et al., 2004; SOUZA; AMORIN; LAGE-MARQUES, 2004) tem citado o *software* livre Imagelab<sup>®</sup> para avaliação morfométrica da microinfiltração de corante na interface das paredes dentinárias de uma retrocavidade apical/material utilizado em retro-obturações.

Ao se concluir um experimento, enquanto parte integrante de um Grupo de Pesquisa que inclua estudos sobre terapêutica periapical, a partir de novos materiais e tecnologias, deve-se vislumbrar projetos (*in vitro* e *in vivo*) futuros que possam ser viabilizados em laboratórios nacionais e internacionais, nas áreas de solubilidade, citotoxicidade, microinfiltração bacteriana e biocompatibilidade dos materiais utilizados em retro-obturações (CHONG et al., 1995; DORN; GARTNER, 1990; FISCHER; ARENS; MILLER, 1998; GILHEANY; FIGDOR; TYAS, 1994; HOLLAND et al., 1999; MATT, 2004; NIEDERMAN; THEODOSOPOULOU, 2003; PRETORIUS; VAN HEERDEN, 1995; SIQUEIRA et al., 2001; TORABINEJAD et al., 1995a; TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993), na melhor indicação do uso do ultrassom na profundidade das retrocavitações (ENGEL; STEIMAN, 1995; ESTRELA, 2004; GAGLIANI; TASCHIERI; MOLINARI, 1998; GORMAN; STEIMAN; GARTNER, 1995; LEONARDO; LEAL, 1998; LOPES; SIQUEIRA Jr., 1999; MORGAN; MARSHALL, 1999; WUCHENICH; MEADOWS; TORABINEJAD, 1994) e na aplicação da tecnologia dos Laseres em apicoplastias (GOUW-SOARES et al., 2004).

## 6 CONCLUSÕES

---

A análise comparativa da microinfiltração marginal, em ápices retro-obturados com cimento ionômero de vidro Vitremer<sup>®</sup>, MTA Angelus<sup>®</sup> e MTA ProRoot<sup>®</sup>, demonstrou nesta pesquisa *in vitro* que:

- com o Vitremer<sup>®</sup> obtiveram-se os melhores resultados
- os dois materiais MTA avaliados apresentaram resultados equivalentes e
- os três materiais testados podem ser considerados satisfatórios como materiais em retro-obturações apicais.

---

## REFERÊNCIAS\*

---

- AL-AJAM, A. D. K.; MCGREGOR, A. J. Comparison of the sealing capabilities of Ketac-Silver and extra high copper Alloy amalgam when used as retrograde root canal filling. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 7, p. 353 -356, July 1993.
- ARAÚJO, S. V. et al. Avaliação do selamento em retrobturações com cimentos associados ou não a cianocrilato de etila. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 122, jan./mar. 2004.
- BERGER, C. R. **Endodontia clínica**. São Paulo: Pancast, 2002.
- BERNABÉ, P. F. E. et al. Avaliação da capacidade seladora de alguns materiais retrobturadores. **Revista de Odontologia do Brasil Central on-line**, Goiânia, v. 10, n. 32, artigo n. 14, jan. 2003. Disponível em: <[www.abo-go.com.br/robrac/index.htm](http://www.abo-go.com.br/robrac/index.htm)>. Acesso em: 10 maio 2005.
- BERNARDINELI, N. Efeito da limpeza e dos cimentos retrobturadores na infiltração marginal de obturações retrógradas. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 141-147, abr./jun. 1999.
- BRAMANTE, C. M.; BERBERT, Alceu; BERNARDINELI, Norberti. Recursos radiográficos aplicados à endodontia. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p. 8-24, 1980.
- CALZONETTI, K. J. et al. Ultrasonic root end cavity preparation assessed by an in situ impression technique. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology**, St. Louis, v. 85, n. 3, p. 210-215, Mar. 1998.
- CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1979.

---

\* Este trabalho seguiu as normas de formatação da ABNT (NBR 6023, NBR 14724, NBR 10520).

CARR, G. B.; BENTKOVER, S. K. Cirurgia em endodontia. In: COHENS, S.; CHIVIAN, N. Endodontia cirúrgica: um enfoque conservador. In: WALTON, R. E.; TORABINEJAD, M. **Princípios e práticas em endodontia**. 2. ed. São Paulo: Santos. 2000. p. 403.

CHIVIAN, N. Endodontia cirúrgica: um enfoque conservador. In: WALTON, R. E.; TORABINEJAD, M. **Princípios e práticas em endodontia**. 2. ed. São Paulo: Santos, 1997. p. 403.

CHONG, B. S. et al. Sealing ability of potential retrograde root filling materials. **Endodontics & Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 11, n. 6, p. 264-269, Dec. 1995.

CHONG, B. S.; PITT FORD, T. R.; HUDSON, M. B. A prospective clinical study of MTA and IRM when used as root-end filling material in endodontic surgery. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 36, n. 9, p. 520-526, Sept. 2003.

COHEN, Stephen; BURNS Richard C. **Pathways of pulp**. 8. ed. St. Louis: Mosby Year Book, 2002.

CUSTÓDIO, A. L. N.; COSTA, N. P. Avaliação do vedamento apical de quatro materiais odontológicos utilizados em obturações retrogradadas: estudo realizado *in vitro*. **Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 9, n. 18, p. 35-48, 1994.

DORN, S.O.; GARTNER, A. H. Retrograde filling materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA, and IRM. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 16, n. 8, p. 391-393, Aug. 1990.

ENGEL, T. K.; STEIMAN, H. R. Preliminary investigation of ultrasonic root-end preparation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 9, p. 443-446, Sept. 1995.

ESTRELA, C. **Ciência endodôntica**. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J. A. **Endodontia**: princípios biológicos e mecânicos. São Paulo: Artes Médicas, 1999.

FIDEL, R. A. S.; BERLINCK, T. C. A.; GALINDO, R. G. S. Estudo "in vitro" da microinfiltração marginal do n-butil-2-cianoacrilato frente a três materiais usados nas retrobturações. **Revista Brasileira de Odontologia on-line**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 6, nov./dez. 1997. Disponível em: <[http://www.aborj.org.br/rbo/estudos\\_invitro.htm](http://www.aborj.org.br/rbo/estudos_invitro.htm)>. Acesso em: 16 jul. 2003.

FISCHER, E. J.; ARENS, D. E.; MILLER, C. H. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material and Super-EBA as a root-end material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 3, p. 176-179, Mar. 1998.

GAGLIANI, M.; TASCHIERI, S.; MOLINARI, R. Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 24, n. 11, p. 726-730, Nov. 1998.

GERHARDS, F.; WAGNER, W. Sealing ability of five different retrograde filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 22, n. 9, p. 463-466, Sept. 1996.

GERHARDT DE OLIVEIRA, M. et al. Análise atômica comparativa por EDS dos cimentos MTA e Portland. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 157, jan./mar. 2004.

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

GOMES, A. P. M.; KUBO, C. H.; CAETANO, M. A. L. Avaliação do selamento de retrobturações realizadas com super-EBA e MTA após preparo cavitario com ultrassom ou brocas. **Ciência Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 20-28, abr./jun. 2003.

GORMAN, M. C.; STEIMAN, R.; GARTNER, A. H. Scanning electron microscopic evaluation of root-end preparation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 3, p.113-117, Mar. 1995.

GOUW-SOARES, S. C. et al. Comparative study of dentine permeability after apicectomy and surface treatment with 9.6 µm TEA CO2 and Er:YAG laser irradiation. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, New York, v. 22, n. 2, p. 129-139, Apr. 2004.

GREMPEL, M.; ANTONIAZZI, J. H.; PAIM, J. G. Determinação da permeabilidade dentinária radicular natural de dentes humanos anteriores, segundo a faixa etária e o tipo de corante utilizado. **Revista Paulista de Odontologia**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 6-16, jan. 1988.

HOMAOKA, L.; MOURA, A. A. M. avaliação in vitro da permeabilidade dentinária radicular, tendo como fonte de variação três diferentes tipos de corantes. **Revista Odontológica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 39-42, jan./mar. 1996.

HIGA, R. K. et al. The effect of storage time on the degree of dye leakage of root end filling materials. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 27, n. 5, p. 252-256, May 1994.

HOLLAND, R. et al. Reaction of dog's teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 25, n. 11, p. 728-730, Nov. 1999.

HOSOYA, N.; LAUTENSCHLAGER, E. P.; GREENER, E. H. A study of the apical microleakage of a Gallium Alloy as a retrograde filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 9, p. 456-458, Sept. 1995

KUGA, M. C. et al. Infiltração marginal em obturações retrógradas em função dos métodos de preparo da cavidade. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 6, p. 322-326, 1998.

LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M. **Endodontia, tratamento de canais radiculares**. 3. ed. São Paulo: Panamericana, 1998.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR., J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. Rio de Janeiro: Medsi, 1999.

MARZOLA, C. **Cirurgia pré-protética**. 3. ed. São Paulo: Pancast, 2002.

MORGAN, L. A.; MARSHALL, J. G. A scanning electron microscopic study of in vivo ultrasonic root-end preparation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 25, n. 8, p. 567-570, Aug. 1999.

MATT, G. D. et al. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one-or two step apical barrier technique. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 12, p. 876-879, Dec. 2004

NAVARRE, S. W.; STEIMAN, H. R. Root-end fracture during retropreparation: a comparison between zirconium nitride-coated and stainless steel microsurgical ultrasonic instruments. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 28, n. 4, p. 330-332, Apr. 2002.

NAVARRO, F. L. N.; PASCOTTO, R. C. Cimentos de ionômero de vidro. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. v. 1.

NIEDERMAN, R.; THEODOSOPOULOU, J. N. A systematic review of in vivo retrograde obturation materials. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 36, n. 9, p. 557-585, Sept. 2003.

ÖZATA, F.; ERDILEK, N.; TEZEL, H. A comparative sealability study of different retrofillings materials. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 241-245, July 1993.

PAIVA, P. G. et al. Fase de preparo do canal radicular. In: PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H. **Endodontia**: bases para a prática clínica. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1988. cap. 25, p. 531-629.

PETERS, C. I.; PETERS, O., A.; BARBAKOW, F. An in vitro study comparing root-end cavities prepared by diamond-coated and stainless steel ultrasonic retrotips. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 34, n. 2, p. 142-148, Mar. 2001.

PIRES, M. S. M. **Estudo comparativo, da avaliação in vitro, do poder de selamento marginal de três tipos de ionômero de vidro fotopolimerizáveis, usados em obturações retrógradas**. 1996. Dissertação (Mestrado em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial)—Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1996.

PITT FORD, T. R. et. al. Mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 20, n. 4, p. 188, Apr. 1994.

PRETORIUS, S.; Van HEERDEN, W. F. P. The use of tricure glass ionomer cement as an apical sealant after apicoectomy. **Journal of the Dental Association of South Africa**, Cape Town, v. 50, n. 8, p. 367-370, Aug. 1995.

RAINWATER, A.; JEANSONNE, B. G.; SARKAR, N. Effects of ultrasonic root-end preparation on micro crack formation and leakage. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 26, n. 2, p. 72-75, Feb. 2000.

RESENDE, L. M. et al. Avaliação, *in vitro*, da permeabilidade dentinária com o uso do laser de Nd:YAG em diferentes parâmetros. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 213, 2004.

SHIPPER, G.; TROPE, M. In vitro microbial leakage of endodontically treated teeth using new and standard obturation techniques. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 3, p. 154-158, Mar. 2004.

SIQUEIRA, J. F. et al. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 27, n. 11, p. 673-675, Nov. 2001.

SOUZA, E.B.; AMORIN, C.V.G; LAGE-MARQUES, J.L. Avaliação do selamento apical provocado pelo laser de diodo em cavidades retrogradas obturadas com MTA. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 41, n.1, p. 208, 2004.

SUTIMUNTANAKUL, S.; WORAYOSKOWIT, W.; MANGKORNKARN, C. Retrograde seal in ultrasonically prepared canals. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 26, n. 8, p. 444-446, Aug. 2000.

TORABINEJAD, M. et al. Citotoxicity of four root end filling materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 10, p. 489-492; Oct. 1995a.

\_\_\_\_\_. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 20, n. 4, p. 159-163, Apr. 1994.

\_\_\_\_\_. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 21, n. 12, p. 603-608, Dec. 1995b.

TORABINEJAD, M.; PITT FORD, T. R. Root end filling materials: a review. **Endodontics & Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 12, n. 4, p. 161-178, Aug. 1996.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; PITT FORD, T. R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 12, p. 591-595, Dec. 1993.

VERRI, A.R.; AGUIAR, S. A. Cirurgia parendodôntica. In: LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M. Tratamento de canais radiculares. 2. ed. São Paulo: Panamericana, 1991. cap. 31, p. 525-540.

VON ARX, T.; WALKER III, W. A. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. **Endodontics & Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 16, n. 1, p. 47-62, Jan. 2000.

WU, M.-K.; KONTAKIOTIS, E. G.; WESSELINK, P. R. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. **Journal of Dentistry**, Birmingham, v. 26, n. 7, p. 585-589, Sept. 1998.

WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 37-43, Jan. 1993.

WUCHENICH, G.; MEADOWS, D, TORABINEJAD, M. A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 20, n. 6, p. 279-282, June 1994.

XAVIER C. B. et al., Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 7, p. 539-542, July 2005

YALTIRIK, M. et al. Reactions of connective tissue to mineral trioxide aggregate and amalgam. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 3, p. 154-158, Mar. 2004.

ZUOLO, M. et al. Ultrasonic root-end preparation with smooth and damond-coated tips. **Endodontics & dental traumatology**, Copenhagen, v. 15, n. 6, p. 265-268, Dec. 1999.

**ANEXO A – Aprovação do projeto pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS**



*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

---

*Porto Alegre 23 de fevereiro de 2005.*

**O Projeto de: Tese**

**Protocolado sob nº:** 0092/04

**Intitulado:** *Estudo Comparativo In Vitro do Vedamento Apical e da Adaptação Marginal de MTA e Cimento Portland Como Materiais Retrobturadores*

**do(a) aluno(a):** *Ingeburg Hellwig, João Weber, Helena Oliveira, Ana Habekost, Fernanda Mesquita, Fernanda Mayer*

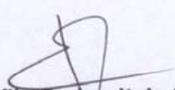
**Programa de:** *Odontologia*

**do curso de:** *Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial*

**Nível:** *Doutorado*

**Orientado pelo(a):** *Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira*

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 21 de janeiro de 2005.

  
**Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira**  
Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
Faculdade de Odontologia da PUCRS

**ANEXO B – Autorização para utilização dos dentes humanos**

Porto Alegre, novembro de 2004.

Senhor Coordenador,

Solicitamos sua autorização para resgatarmos dentes que eventualmente sejam extraídos quando da atuação do Projeto Ação Comunitária da Extensão que se realizará em Rosário do Sul no período de 13 a 25 de fevereiro de 2005.

Atenciosamente,



---

Profª Drª Marília Gerhardt de Oliveira

Orientadora



---

Ingeburg Hellwig

Doutoranda

Ao Coordenador

Edgar Eduardo Erdmann

Coordenador dos Programas de Ações Comunitárias da PUCRS



3/12/04