



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Faculdade de Odontologia

Patricia de Oliveira Penina Moreira César

**Análise microscópica de capeamento pulpar direto com diferentes
materiais em dentes humanos**

Rio de Janeiro
2007

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

Patricia de Oliveira Penina Moreira César

Análise microscópica de Capeamento pulpar direto com diferentes materiais em dentes humanos

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Endodontia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sandra Rivera Fidel

Rio de Janeiro
2007

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

C421 César, Patrícia de Oliveira Penina Moreira.
Análise microscópica de capeamento pulpar direto com diferentes materiais em dentes humanos / Patrícia de Oliveira Penina Moreira César. – 2007.
80 f.

Orientadora: Sandra Rivera Fidel.
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Capeamento da polpa dentária. 2. Canal radicular. 3. Materiais dentários. 4. Cimentos dentários. I. Fidel, Sandra Rivera. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU
616.314

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

Assinatura

Data

Patricia de Oliveira Penina Moreira César

Análise microscópica de capeamento pulpar direto com diferentes materiais em dentes humanos

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Endodontia.

Aprovado em: 06/11/2007

Orientadora: _____

Prof^a. Dr^a. Sandra Rivera Fidel
Faculdade de Odontologia da UERJ

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rivail Antonio Sergio Fidel
Faculdade de Odontologia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Luciana Moura Sassone
Faculdade de Odontologia da UERJ

Prof. Dr. Fabio Ramoa Pires
Faculdade de Odontologia da UERJ

Prof. Dr. Armelindo Roldi
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Antonio José Ribeiro de Castro
Universidade Estácio de Sá

Rio de Janeiro
2007

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rômulo e Maria, pela força que sempre me deram, não me deixando desistir dos meus ideais, e pelo exemplo de perseverança, luta, amor e humildade.

Ao meu irmão Tadeu, um exemplo de luta, garra e perseverança.

A minha filha Fernanda, meu grande amor e razão da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me deixado chegar até aqui permitindo que eu realizasse mais um sonho.

À Prof. Dr. Sandra Fidel, orientadora deste trabalho, mais que uma professora, uma grande amiga, pela dedicação e paciência, e pelo grande prazer de poder usufruir da sua convivência durante todo o doutorado.

Ao Prof. Rivail Fidel, meu mestre, minha eterna gratidão e respeito pela preciosa amizade, pela seriedade, pelo apoio e pela orientação.

Ao Prof. Dr. Armelindo Roldi, meu orientador, meu mestre e, acima de tudo, meu amigo, sem cuja força talvez eu não tivesse realizado mais este sonho, nem esta tese se concretizasse.

Aos Professores Dr. Alberto Consolaro e Tiago, pela ajuda na confecção das lâminas e cortes histológicos necessários no decorrer deste estudo.

Ao Prof. João Batista Gagno Intra, pela estimável contribuição a esta tese.

Aos funcionários da UERJ, em especial aos senhores Ângelus e Antônio, a Denise e a D. Ritinha entre outros, pela amizade, pelo carinho e pelo respeito ao longo destes anos.

À bibliotecária Morgana, pela ajuda indispensável na realização deste trabalho.

Aos meus colegas mestrandos e doutorandos, pela alegre convivência.

Aos meus amigos de turma do doutorado, Cinthya, Marco Aurélio e Gustavo, pelo companheirismo, pela união, pela amizade e pelo ótimo convívio, com a certeza de que seremos amigos para sempre.

Aos pacientes e seus responsáveis, pela imprescindível colaboração, sem a qual não conseguiria realizar esta tese.

A todas as pessoas que me auxiliaram de alguma forma na elaboração desta tese, o meu sincero obrigada.

Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o triunfo pertence a quem se atreve... E a vida é muito para ser insignificante.

Charles Chaplin

RESUMO

CÉSAR, Patrícia de Oliveira Penina Moreira. *Análise microscópica de capeamento pulpar direto com diferentes materiais em dentes humanos*. 2007. 80 f. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

O capeamento pulpar direto busca preservar a vitalidade pulpar. Este trabalho apresenta a resposta tecidual de polpas humanas ao capeamento pulpar direto com o Agregado de Trióxido Mineral (MTA) comparado com o hidróxido de cálcio. Foram utilizados 20 pré-molares de dez pacientes com extração indicada para tratamento ortodôntico. Todos os dentes apresentavam vitalidade pulpar e neles foram feitos capeamentos pulpares diretos com MTA ou com o hidróxido de cálcio. Os dentes foram extraídos num período de 14 dias ou 45 dias, estabelecendo os seguintes grupos experimentais: Ca(OH) 14 dias; Ca(OH) 45 dias; MTA 14 dias e MTA 45 dias. Estes dentes foram analisados microscopicamente por dois examinadores treinados. Os dados obtidos foram tabulados, utilizando-se o teste Kappa para observar o grau de concordância entre os examinadores. Para avaliação comparativa entre as respostas citotóxicas dos materiais testados foi aplicado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis e o teste de Dunn para comparações individuais e identificação da significância dos achados. Na análise dos resultados não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos nos períodos experimentais de 14 e 45 dias, e nem na resposta inflamatória pulpar frente ao hidróxido de cálcio quando comparado ao MTA. Quanto à espessura e à organização da barreira dentinária reparatória com o hidróxido de cálcio, quando comparado com o MTA também não apresenta diferença estatisticamente significativa. Conclui-se que o MTA satisfaz os requisitos de um material capeador pulpar em dentes de humanos, apresentando propriedades físicas e biológicas que o indicam para este tratamento.

Palavras-chave: Capeamento da polpa dentária. Materiais restauradores do canal radicular. Materiais dentários. Cimentos dentários.

ABSTRACT

The direct dental pulp capping aims to preserve the pulp vitality. This work shows the tissue response from human pulps to that procedure with the Mineral Trioxide Agregate (MTA) compared to calcium hydroxide - Ca(OH)_2 . Twenty pre-molars from 10 patients with extraction indicated to orthodontic treatment were used. All teeth showed pulp vitality and were treated with direct dental pulp capping with MTA or with calcium hydroxide. The teeth have been extracted within 14 or 45 days, establishing the following experimental groups: Ca(OH)_2 14 days; Ca(OH)_2 45 days; MTA 14 days; and MTA 45 days. These teeth were analyzed under microscopy by two observers trained. The data obtained were put in table using the Kappa test to note the agreement degree between the observers. For the comparative assessment between the citotoxic response from material tested has been applied the non-paired Kruskal-Wallis test, and the Dunn's test for individual comparisons and identifying the significance of findings. In the analysis of results there had no statistically significant difference between the groups in experimental periods of 14 days and 45 days, not even in the pulp inflammatory response to calcium hydroxide when compared to MTA. The thickness and arrangement of the healing dentin barrier faced with calcium hydroxide, when compared to MTA, also showed no statistically significant difference. It may be concluded that the MTA fulfils the requirements of pulp capping material in human teeth showing biological and physical properties that indicate it for this treatment.

Key words: Dental pulp capping. Root canal filling materials. Dental materials. Dental cements.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMP-7	Proteína Morfogenética Óssea 7
BSP	Sialoproteína Óssea
Ca(OH) ₂	Hidróxido de cálcio
CIV	Cimento de ionômero de vidro
DSP	Sialoproteína de dentina
H.A	Ácido hialorônico
H.E.	Hematoxilins e eosina de Harris
MTA	Agregado de trióxido mineral
NAC	N-acetil cisteína
OP -1	Proteína Osteogênica
rhIGF-I	Fator de crescimento humano recombinante insulina-like

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prancha 1. Características microscópicas da resposta pulpar frente ao capeamento direto com Ca(OH)_2 e MTA no período de 14 dias.....	49
Figura 2 - Prancha 2. Características microscópicas da resposta pulpar frente ao capeamento direto com o hidróxido de cálcio no período experimental de 45 dias.....	53
Figura 3 - Prancha 3. Características microscópicas da resposta pulpar frente ao capeamento direto com MTA – 45 dias.....	59
Figura 4 - Reprodução da figura 4 do trabalho de Aeinehchi et al. (2003).....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Formato da tabela de registro das variáveis histomorfométricas empregadas.....	43
Tabela 2 – Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo Ca(OH) ₂ 14 dias.....	46
Tabela 3 – Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo MTA 14 dias.....	48
Tabela 4– Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo Ca(OH) ₂ 45 dias.....	52
Tabela 5 – Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo MTA 45 dias.....	55
Tabela 6 – Análise estatística da concordância entre os examinadores.	57

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	REVISÃO DA LITERATURA	13
1.1	Das propriedades do MTA	13
1.2	Estudos experimentais da reação dos tecidos pulparem ao MTA	25
1.3	Estudos sobre a reação dos tecidos pulparem ao MTA em humanos	30
1.4	Estudos experimentais da reação dos tecidos pulparem a outros materiais ..	34
2	PROPOSIÇÃO	39
3	MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1	Seleção da amostra	40
3.2	Caracterização da amostra	40
3.3	Procedimento clínico de capeamento pulpar	41
3.4	Avaliação microscópica	42
3.5	Análise estatística	43
4	RESULTADOS	45
4.1	Análise descritiva	45
4.2	Análise estatística	57
5	DISCUSSÃO	58
5.1	A importância do estudo	59
5.2	Dos resultados	61
5.3	O futuro do capeamento pulpar direto	65
6	CONCLUSÕES	68
	REFERÊNCIAS	69
	ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido	75
	ANEXO B – Carta de informação ao paciente	76
	ANEXO C – Modelo de carta para autorização dos pais	77
	ANEXO D	78
	ANEXO E	79
	ANEXO F – Termo de responsabilidade e bioética pesquisador/instituição/sujeito.....	80

INTRODUÇÃO

As maiores ameaças para dentes em desenvolvimento são a cárie dentária e o dano traumático. Se a exposição pulpar ocorrer, um procedimento de capeamento pulpar direto ou mesmo a pulpotomia busca preservar a vitalidade pulpar para permitir o desenvolvimento radicular normal. Historicamente, o hidróxido de cálcio foi o material de escolha para procedimentos de capeamento pulpar direto, pulpotomia e apicificação. Recentemente, um material alternativo chamado Agregado de Trióxido Mineral (MTA) demonstrou a habilidade para induzir formação de barreira de tecido duro reparadora em tecido pulpar.

O MTA foi inicialmente desenvolvido para ser utilizado em cirurgias periapicais como material retrobturador e também para selar as comunicações entre o sistema de canais radiculares e o periodonto (TORABINEJAD et al., 1994; 1997; PITT FORD et al., 1995).

Com o surgimento do MTA, passou-se a utilizá-lo em outras situações, como em proteção pulpar direta e indireta, pulpotomia, reabsorções externas e internas, no tratamento de dentes com rizogênese incompleta, como *plug* apical em dentes com reabsorção apical e lesão periapical, no reparo de fraturas dentárias, em obturações de canais radiculares, como material retrobturador na cirurgiaarendodôntica e no tratamento de perfurações dentais, demonstrando bons resultados.

A avaliação do potencial reparador de um material em situações de agressão à polpa é essencial para a aplicação consciente de um material na prática clínica. Dessa forma, o mercado endodôntico, impulsionado pelos profissionais que anseiam por materiais baratos, fáceis de utilizar e que alcancem bons resultados, estimula o aparecimento de diversos materiais que substituam o hidróxido de cálcio, que apresenta características físicas indesejáveis, em detrimento dos bons resultados clínicos e científicos verificados ao longo de décadas.

Assim, tanto o MTA quanto outros cimentos e mesmo outras substâncias bioativas, como moléculas, mediadores químicos e mesmo fatores de crescimento, são alvo de crescentes pesquisas, visando melhorar os resultados clínicos.

O presente trabalho visa contribuir cientificamente nesse contexto, apresentando a resposta tecidual de polpas humanas ao capeamento pulpar direto com o MTA.

1 REVISÃO DA LITERATURA

O MTA tem sido indicado para várias modalidades de tratamento. Por esse motivo procuramos, neste trabalho, mostrar pesquisas que suportam tais funções. Chamamos atenção para os resumos dos artigos que falam da citotoxicidade e da biocompatibilidade do MTA. Em seguida, direcionamos a revisão da literatura para os estudos que buscaram a compreensão do reparo e das reações dos tecidos pulpares ao MTA e a outros materiais em nível experimental em humanos. Dessa forma, traçamos o contexto do desenvolvimento do MTA e dos materiais que, no futuro, também poderão ser aplicados a todas as situações clínicas que hoje são indicativas do uso do MTA.

Camillieri e Pitt Ford (2001) apresentaram uma revisão da literatura sobre o MTA, avaliando os constituintes do material e suas propriedades biológicas. O trabalho baseou-se em buscas por palavras-chave apenas na base de dados Medline. Foram buscadas as palavras-chave *mineral trioxide aggregate* e a combinação dessas palavras-chave com composição, constituição, biocompatibilidade, células, resposta tecidual e propriedades. As buscas concentraram-se no período de 1993 a 2001, e recuperaram 206 trabalhos, com pouca quantidade direcionada ao estudo da composição e constituição do material, apenas 13 nessa categoria, enquanto na categoria de biocompatibilidade havia 53 artigos, 27 dos quais sobre a interação do material com o hospedeiro no nível celular, e outros 26, através de métodos histológicos para avaliação de respostas teciduais.

A seguir, alguns desses trabalhos serão abordados de forma mais ampla para facilitar a compreensão do presente estudo.

1.1 DAS PROPRIEDADES DO MTA

O primeiro trabalho referente ao MTA data de 1993, quando Lee, Monsef e Torabinejad (1993), da Universidade de Loma Linda (Loma Linda, Califórnia - EUA), desenvolveram um cimento com o propósito de selar as comunicações entre o sistema de canais radiculares e o periodonto. Nesse trabalho, compararam a capacidade de selamento do MTA, do amálgama e do IRM em perfurações de

dentes humanos extraídos. Cinquenta molares inferiores e superiores foram utilizados e as perfurações realizadas a partir da embocadura do canal na raiz mesial com broca esférica n.º 2, de haste longa, em ângulo de 45º do longo eixo de cada dente. O local da perfuração foi ampliado com uma lima K n.º 80, até que sua ponta ultrapassasse 5mm da superfície radicular. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos e as perfurações, seladas como segue: grupo I – 15 dentes com amálgama, grupo II – 15 dentes com IRM; grupo III – 15 dentes com MTA e grupo IV – 5 dentes sem selamento. Este último serviu como controle positivo. Após o preenchimento das perfurações, os dentes foram mantidos em solução salina por quatro semanas. Os resultados mostraram que o material que apresentou menor infiltração foi o MTA (0,28), seguido do IRM (1,30) e do amálgama (1,53).

Torabinejad et al. (1994) compararam a infiltração marginal, em presença ou ausência de sangue, em cavidades apicais preenchidas com amálgama, Super EBA, IRM e MTA. O estudo foi realizado em 90 dentes humanos extraídos, instrumentados e obturados, com exceção dos 2mm apicais, que foram seccionados com inclinação de 90º e uma cavidade apical de 2mm de profundidade, preparada com uma broca n.º 331 em alta rotação. Cinco cavidades foram preenchidas com guta-percha sem cimento e outras cinco, com cera em bastão. Estas serviram como controle positivo e negativo, respectivamente. Os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos de 10, na presença e ausência de sangue, no momento da colocação dos materiais em teste. Imediatamente foram imersos em solução corante azul de metileno a 1%, por 72 horas. As raízes foram cortadas, e a penetração linear do corante dentro da cavidade apical foi avaliada utilizando-se o estereomicroscópio. A presença ou ausência de sangue não teve efeito significativo sobre a infiltração do corante, porém houve diferença significativa entre os materiais: o MTA mostrou infiltração menor do que os outros materiais, com ou sem contaminação de sangue.

Hong et al. (1994) avaliaram histologicamente a resposta tecidual às perfurações de furca seladas com amálgama ou com o MTA. Após a terapia endodôntica, foram realizadas perfurações na furca de 32 terceiros e quartos pré-molares de seis cães da raça *Beagle*. Metade das perfurações foi mantida aberta por quatro semanas para que se desenvolvessem lesões de furca. Passado esse período, foram seladas com amálgama ou com MTA. A outra metade das

perfurações foi selada imediatamente com os mesmos materiais. Depois de quatro meses, os animais foram mortos. A análise estatística das radiografias pré e pós-operatórias mostrou que as perfurações seladas com MTA cicatrizaram significativamente melhor do que aquelas seladas com amálgama. Análises histomorfométricas demonstraram que as perfurações seladas com amálgama apresentaram mais inflamação e reabsorção óssea quando comparadas às do grupo do MTA. Os autores concluíram que o MTA é um material que pode ser utilizado em selamentos de furca.

Pitt Ford et al. (1995) realizaram 28 perfurações intencionadas, em pré-molares inferiores de sete cães, com o propósito de avaliar a resposta do tecido perirradicular na região de furca. Metade dos dentes teve as perfurações seladas imediatamente com amálgama e com MTA. Na outra metade, as perfurações foram contaminadas com saliva e deixadas abertas ao meio bucal por seis semanas, para posteriormente serem seladas com amálgama e com MTA. Os animais foram sacrificados após quatro meses, e as peças, analisadas microscopicamente. Os resultados mostraram que os dentes selados imediatamente com o amálgama tiveram inflamação de moderada a severa, enquanto com o MTA ocorreu a formação de novo cimento em cinco, de seis dentes. Os dentes contaminados e selados com o amálgama mostraram áreas de inflamação, com o MTA, três estavam livres dela e quatro com áreas inflamadas. Com base nesses resultados, os autores concluíram que o MTA é mais conveniente que o amálgama para o reparo de perfurações, especialmente quando estas são seladas imediatamente.

Por sua vez, Torabinejad et al. (1995b) desenvolveram um estudo *in vitro* para avaliar a citotoxicidade do MTA, do amálgama, do Super-EBA e do IRM, pois esses materiais, quando utilizados em obturações retrógradas, ficam em íntimo contato com os tecidos perirradiculares, e assim é importante que sejam biologicamente compatíveis. Para o estudo foram utilizados fibroblastos de camundongos do tipo L929 e os métodos de cobertura com ágar e liberação de radiocromo. A análise estatística dos resultados com a técnica de cobertura com ágar mostrou que o amálgama, tanto recém-misturado quanto após a reação de presa, foi significativamente menos tóxico que os outros materiais testados. O MTA alcançou o 2º lugar. Após 24 horas de incubação das células de camundongos do tipo L929 marcadas com radiocromo, a análise estatística também revelou uma diferença significativa entre a toxicidade dos materiais estudados, tanto antes como

após a reação da presa. Neste caso o MTA foi o material menos tóxico, seguido pelo amálgama, pelo Super-EBA e pelo IRM. Baseados nos resultados obtidos com os métodos de cultura de células, os autores acreditam que o MTA seja um material com potencial para uso em retrobturação, permitindo assim avaliações *in vivo*.

Torabinejad et al. (1995c) realizaram um estudo para avaliar a reação tecidual a implantes de Super-EBA e de MTA em mandíbulas de sete porquinhos-da-índia. Após anestesia, foram abertos retalhos no tecido e preparadas em cada animal duas cavidades ósseas de 2mm de diâmetro e 2mm de profundidade. Os materiais a serem testados foram então colocados em tubos de teflon e implantados nas mandíbulas de seis animais. Duas cavidades ósseas foram deixadas vazias, usadas como controles negativos. Após dois meses, os animais foram mortos e as peças, processadas para análise microscópica. Foram avaliados a presença de inflamação, o tipo celular predominante e a espessura do tecido conjuntivo fibroso adjacente a cada implante. Como resultado, observou-se que a reação tecidual ao implante de MTA foi pouco menor que a observada com o implante de Super-EBA. Todas as amostras do Super-EBA apresentavam tecido conjuntivo fibroso próximo ao cimento, entretanto, no grupo do MTA, foi observado tecido ósseo adjacente ao implante só em uma das cinco lâminas e uma inflamação leve em todos os implantes de Super-EBA, porém três dos cinco implantes de MTA estavam livres de inflamação. As células inflamatórias encontradas ao redor de ambos os materiais eram predominantemente macrófagos e células gigantes. O tecido conjuntivo fibroso adjacente ao implante de Super-EBA era mais fino que o do implante de MTA. Baseados nos resultados desse estudo, os autores concluíram que os dois materiais parecem ser biocompatíveis.

A resposta dos tecidos periapicais de cães ao MTA e ao amálgama foi investigada por Torabinejad et al. (1995d), que utilizaram os terceiros e quartos pré-molares inferiores de seis cães da raça *Beagle*. Após a abertura coronária e o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, estes foram deixados abertos e expostos às bactérias orais por duas semanas, e então selados com Cavit por mais quatro semanas, para o desenvolvimento de lesões periapicais. No grupo I (12 dentes), os canais foram modelados e obturados com guta-percha e cimento Roth®, e as cavidades de acesso, seladas com MTA. No grupo II (12 dentes), após a modelagem os canais foram obturados somente com guta-percha, sem o cimento obturador, e as cavidades de acesso não foram seladas, ficando expostas ao meio

oral. Entre uma e duas semanas pós-obturação, os dentes foram submetidos à apicectomias e retrobturações com amálgama ou com MTA. Depois de 2, 5, 10 e 18 semanas, os animais foram mortos. As peças foram processadas e submetidas à análise microscópica. Avaliou-se a severidade e extensão da inflamação, o tipo de células inflamatórias predominante no tecido perirradicular adjacente aos materiais retrobturadores, a presença ou ausência de cápsula fibrosa, a deposição de cimento e de periósteo, a neoformação óssea e a contaminação bacteriana. Os resultados mostraram que os tecidos perirradiculares de todas as raízes obturadas com amálgama tinham inflamação de moderada a severa, enquanto somente 1/3 das obturadas com MTA tinha inflamação moderada. Observou-se que, no período de duas a cinco semanas, houve predomínio de leucócitos no grupo do amálgama, e de linfócitos no grupo do MTA. Já com 10 a 18 semanas, nos dois grupos os linfócitos predominaram. Não houve formação de cápsula fibrosa sobre o amálgama, sendo que esta estava presente em 19 das 21 amostras nas quais o MTA foi utilizado. No período de duas a cinco semanas, ocorreu a formação de cimento em 1 das 11 amostras do MTA e, no período de 10 a 18 semanas, em todas as outras (10 amostras), enquanto que no grupo do amálgama nenhuma formação de cimento foi evidenciada. Os autores concluíram que tanto o tipo de obturação do canal como o selamento ou não da cavidade de acesso influenciaram na formação de cimento sobre a área da raiz seccionada. Segundo os autores, provavelmente o MTA seja capaz de induzir a ativação de cementoblastos, formando uma matriz para a neoformação cementária, além de sua excelente capacidade seladora, elevado pH e a liberação de substâncias capazes de ativar a cementogênese.

Bates, Carnes e Del Rio (1996) utilizaram 76 dentes humanos extraídos e os instrumentaram com limas Flex-R e brocas de Gates-Glidden. Todas as raízes tiveram os 3mm apicais removidos e impermeabilizados, e tiveram retrocavidades de 3mm de profundidade preparadas com ultra-som. Os espécimes foram divididos em três grupos e retrobturados com amálgama, com MTA e com Super-EBA. As raízes ficaram em solução salina por 24 horas e foram montadas em um aparato para testar a infiltração de corantes. A infiltração nos grupos do MTA e do Super-EBA foi estatisticamente menor que no grupo do amálgama.

Torabinejad et al. (1997) avaliaram a resposta dos tecidos periapicais após retrobturação com MTA e com amálgama. Foram utilizados 12 dentes incisivos maxilares de três macacos. Os dentes foram instrumentados e obturados com cones

de guta-percha e cimento, e as cavidades de acesso, restauradas com amálgama. A seguir, foram realizadas apicectomias, e as cavidades apicais foram preparadas. Metade dos dentes de cada animal foi retrobturada com amálgama e a outra metade, com MTA. Após cinco meses, os animais foram mortos, e a resposta tecidual perirradicular foi avaliada histologicamente. Dos seis espécimes preenchidos com MTA, apenas um mostrou inflamação periapical severa. Em todos os cinco espécimes sem inflamação, havia uma camada de cimento sobre o MTA, e fibras periodontais podiam ser observadas inseridas nesse cimento em alguns locais. Em contraste, todos os seis espécimes preenchidos com amálgama apresentaram inflamação periapical, moderada em dois e severa em quatro. As células inflamatórias mais comumente encontradas nesse grupo foram os linfócitos, facilmente observados próximo ao material. Cápsula fibrosa foi observada recobrando o material retrobturador, não sendo encontradas bactérias em nenhum dente de ambos os grupos, nas quais houve formação óssea no local da loja cirúrgica que foi realizada para permitir a apicectomia.

Em seu estudo, Fischer, Arens e Miller (1998) analisaram a infiltração da bactéria *Serratia marcescens* em dentes submetidos à apicectomia, confecção de retrocavidades de 3mm e obturação retrógrada com amálgama sem zinco, IRM, Super-EBA e MTA. Foram utilizados 48 dentes unirradiculares humanos extraídos, divididos em quatro grupos de 10 espécimes em que se utilizaram os cimentos testados e em dois grupos de quatro espécimes que serviram como controle positivo e negativo. Os autores concluíram que o MTA foi o material mais efetivo em impedir a penetração bacteriana.

Nakata, Bae e Baumgartner (1998) compararam a efetividade do MTA e do amálgama no selamento de perfurações de furca, utilizando bactérias anaeróbicas (*Fusobacterium nucleatum*). Os autores utilizaram 39 dentes humanos extraídos, nos quais realizaram perfurações na região de furca. As amostras foram divididas em grupo I – 18 dentes selados com MTA; grupo II – 18 dentes selados com amálgama; grupo III – 3 dentes perfurados, sem selamento, como controle positivo e grupo IV – 3 dentes sem perfurações, como controle negativo. A infiltração era observada, no meio de cultura, pela troca de cor, de roxa para amarela. Os resultados indicaram que o MTA foi superior ao amálgama na prevenção de infiltração de *Fusobacterium nucleatum*, no selamento de perfurações de furca.

Os materiais utilizados para obturação retrógrada, por ficarem em íntimo contato com os tecidos perirradiculares, precisam ser altamente biocompatíveis. Assim, Torabinejad et al. (1998) estudaram a reação tecidual causada pelo implante de diversos materiais utilizados para obturação retrógrada na mandíbula e na tíbia de porquinhos-da-índia. Os materiais testados foram MTA, amálgama, IRM e Super-EBA. Após anestesia, foram preparadas cavidades ósseas de 2mm de diâmetro e de profundidade, em 20 animais em cuja tíbia os materiais, colocados em tubos de teflon foram implantados. Após 10 dias, o mesmo procedimento foi adotado em relação à mandíbula. Os animais foram mortos 30 dias após a colocação do implante mandibular e a preparação dos tecidos para o exame microscópico. Foram analisados os seguintes itens: presença de inflamação, tipo celular predominante e espessura do tecido conjuntivo fibroso adjacente a cada implante. A avaliação foi realizada por dois examinadores que desconheciam qual material havia sido implantado. Em ambos os locais, a reação tecidual observada após o implante do MTA foi a mais favorável, ocorrendo em todos os espécimes ausência de inflamação. Na tíbia, o MTA foi o material que mais freqüentemente mostrou aposição óssea direta (ou seja, o tecido mineralizado foi observado adjacente ao implante), permitindo considerar o MTA um material biocompatível. A resposta ao IRM e ao Super-EBA foram similares e não tão favoráveis quanto ao MTA. A quantidade de inflamação adjacente ao implante de amálgama foi significativamente maior que a dos outros materiais.

Wu, Kontakiotis e Wesselink (1998) propuseram-se acompanhar a infiltração através do corpo de prova restaurado com MTA, Super-EBA, amálgama e 2 tipos de ionômero de vidro. Fatias transversais de dentes unirradiculares bovinos com 3mm de altura foram preenchidos com os materiais avaliados, formando cinco grupos de 20 espécimes cada. As medidas de infiltração ocorreram após 24 horas, 3, 6 e 12 meses. Durante os três primeiros meses ocorreu aumento considerável na infiltração nos grupos de amálgama e do Super-EBA e o MTA teve clara redução de valores.

Nesse contexto, Adamo et al. (1999) aplicaram um sistema de microinfiltração bacteriana para avaliar a permeabilidade de retrobturações realizadas com MTA, Super-EBA, resina e amálgama. Utilizaram 60 dentes unirradiculares divididos aleatoriamente em cinco grupos, além do grupo controle positivo e negativo. Os retropreparos realizados com o ultra-som foram preenchidos, e o acesso coronário foi contaminado a cada 48 horas. Sob as condições do estudo

não houve diferença significativa nas taxas de infiltração por *S. salivarius* dentre os grupos testados.

A reação dos tecidos periapicais de dentes de cães após obturação dos canais radiculares com MTA e cimento de ionômero de vidro (Ketac-Endo®) foi investigada por Holland et al. (1999). Para o experimento, utilizaram 30 canais radiculares que, após a instrumentação, foram preenchidos com Otosporin por uma semana. Decorrido esse período, foram novamente irrigados e secos. Metade dos canais foi obturada com guta-percha e MTA e a outra metade, com guta-percha e Ketac-Endo. Empregou-se para obturação a técnica da condensação lateral. Os animais foram mortos após seis meses, e os espécimes removidos e preparados para análise microscópica. Realizaram-se cortes seriados de 6µm de espessura e coloração por hematoxilina e eosina. Os resultados mostraram em todos os dentes selados com MTA ausência de reação inflamatória no tecido apical (ligamento periodontal) e total fechamento do forame apical com um novo cimento. Os dentes selados com Ketac-Endo mostraram apenas dois casos de fechamento apical parcial e 13 casos de ausência de fechamento, bem como graus variados de reação inflamatória crônica (geralmente moderada). Os autores concluíram que o MTA exibiu propriedades biológicas superiores às do Ketac-Endo, tornando possível a deposição de tecido mineralizado em nível apical após obturação do canal radicular. Isso ocorre provavelmente porque o óxido de cálcio presente no MTA reage com o fluido tecidual e se transforma em hidróxido de cálcio.

Torabinejad e Chivian (1999) descreveram as indicações e os métodos de aplicação clínica do MTA como sendo capeamento pulpar em caso de pulpites reversíveis, pulpotomias, apicificações, reparo de perfurações radiculares não cirúrgicas e cirúrgicas, assim como utilização em obturação retrógrada. Vários estudos *in vitro* e *in vivo* demonstram que o MTA evita a microinfiltração, salientam suas propriedades biológicas e explicam a capacidade de neoformação de tecido mineralizado, além de ressaltar sua capacidade bactericida e bacteriostática e sua biocompatibilidade, quando colocado em contato com a polpa dental ou com os tecidos perirradiculares.

Estrela et al. (2000) avaliaram a ação antimicrobiana e antifúngica do MTA, cimento de Portland, da pasta de hidróxido de cálcio, do Sealapex e do Dycal, assim como a composição química do MTA e do cimento de Portland, por meio de um espectrômetro de fluorescência de raios-X. Para isso utilizaram quatro cepas

bacterianas: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus subtilis* e um fungo *Candida albicans*. Os resultados mostraram que a atividade antimicrobiana da pasta de hidróxido de cálcio foi superior à dos outros materiais para todos os microorganismos testados.

Caicedo, Becerra e Bonilla (2000) avaliaram a capacidade seladora do Diaket, do Super EBA e do ProRoot MTA no selamento de perfurações radiculares. Dividiram 62 dentes unirradiculares em três grupos de 20 e usaram um dente para controle positivo e negativo. Após serem instrumentados e obturados pelas técnicas de condensação lateral e vertical, os dentes foram desobturados a 8mm do seu comprimento e perfurados com uma broca esférica número 2, a 4mm da superfície cervical. As perfurações foram seladas e, no canal, foi imediatamente injetada uma solução de azul de metileno a 2%. A microinfiltração foi medida com o espectrofotômetro em períodos de 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 13, 14 e 16 dias. Os resultados com todos os materiais não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os dias 3 e 13. O Super EBA foi o melhor em todos os períodos de tempo; o ProRoot MTA mostrou uma alta microinfiltração em 24 e 48 horas, porém diminuiu e, no final do período, não mostrou diferença em relação ao Super EBA.

O processo de reparo de perfurações radiculares laterais intencionais após selamento com MTA foi avaliado por Holland et al. (2001a). Quarenta e oito canais radiculares de dentes de cães foram instrumentados e obturados com cimento e cones de guta-percha. A seguir, realizaram a remoção parcial da obturação e uma perfuração intencional com broca na área lateral da raiz. As perfurações foram, então, seladas com MTA ou cimento Sealapex (grupo controle). A análise microscópica foi efetuada 30 e 180 dias após o tratamento. Os resultados mostraram ausência de inflamação e deposição de cimento sobre o MTA, na maioria dos espécimes. No período de 180 dias, o grupo do Sealapex exibiu inflamação crônica em todos os espécimes e pequena deposição de cimento sobre o material, em somente três casos. Os autores concluíram que o MTA apresentou melhores resultados que o grupo controle.

Holland et al. (2001b) avaliaram ainda a reação do tecido subcutâneo de ratos, após a inserção de tubos de dentina humana, preenchidos com MTA, cimento de Portland e hidróxido de cálcio, misturados com água destilada, terem sido imediatamente implantados na região dorsal de 30 ratos. Para o grupo controle foram usados tubos de dentina vazios em 10 animais. Após 7 e 30 dias, os animais

foram sacrificados, os tubos e os tecidos circundantes removidos e preparados para análise histológica. Os resultados foram similares para os três materiais testados.

Pelo método de filtração de fluidos, Fogel e Peikoff (2001) testaram, *in vitro*, cinco materiais retrobturadores: amálgama, IRM, resina, Super-EBA e MTA. Foram utilizados 60 dentes unirradiculares apicetomizados de 2 a 3mm e uma retrocavidade foi preparada com ultra-som. Uma semana após, as mesmas foram submetidas ao teste de infiltração. Os resultados demonstraram que as retrobturações de amálgama infiltraram mais que o Super-EBA, a resina e o MTA.

Holland et al. (2002) investigaram a reação do tecido conjuntivo subcutâneo de ratos à implantação de tubos de dentina preenchidos com MTA branco (ProRoot). Os animais foram sacrificados após 7 e 30 dias. As peças não descalcificadas foram preparadas para análise microscópica. Cortes teciduais de 10µm foram realizados mediante o emprego de um micrótomo de tecido duro e depois foram analisados com luz polarizada e técnica de Von Kossa para tecidos mineralizados. Os resultados observados foram os mesmos nos dois períodos experimentais, apresentando numerosas granulações birrefringentes à luz polarizada. Uma estrutura irregular semelhante a uma ponte foi observada próximo ao material, ambos Von Kossa positivo. Os resultados foram similares aos reportados para o MTA cinza, indicando que o mecanismo de ação do MTA branco é similar ao MTA cinza.

Abdullah et al. (2002) avaliaram a biocompatibilidade de duas variantes de cimento Portland com acelerador (cloreto de cálcio a 10 e 15%), em comparação com cimento de ionômero de vidro, MTA e cimento de Portland não modificado. Por meio da observação da citomorfologia de células de osteossarcoma, diante desses materiais e seu efeito na expressão de marcadores da remodelação óssea, foi usado um ensaio de contato direto, em quatro amostras de cada material coletado com 12, 24, 48 e 72 horas. A morfologia celular foi observada mediante a microscopia eletrônica de varredura. Os resultados evidenciaram que ambas as variantes do cimento de Portland não são tóxicas e podem ter potencial para promover o reparo ósseo.

Além da verificação da capacidade seladora ante a infiltração bacteriana, existem na literatura experimentos que testaram a capacidade do MTA em impedir a passagem de endotoxinas. Tang, Torabinejad e Kettering (2002) compararam *in vitro* a capacidade do MTA, do IRM, do Super-EBA e do amálgama em prevenir a

penetração de endotoxinas bacterianas quando utilizados como materiais retrobturadores. Utilizaram 104 raízes extraídas, que foram instrumentadas e divididas em quatro grupos experimentais de 23 espécimes cada. Retrocavidades foram preparadas com 3 milímetros de profundidade e preenchidas com os materiais experimentais. Os resultados demonstraram que o MTA foi melhor em todos os períodos quando comparado com o IRM e o amálgama. Com relação ao Super-EBA, o MTA foi melhor nos períodos de 2, 6 e 12 semanas.

Economides et al. (2003) investigaram a resposta dos tecidos perirradiculares ao MTA num curto espaço de tempo. Foram utilizados no experimento 24 canais radiculares de dois cães saudáveis, que foram anestesiados. Procedeu-se à pulpectomia, e a obturação dos canais com guta-percha e cimento. Na mesma sessão foram realizadas cirurgias parendodônticas, o MTA e o IRM foram utilizados nas obturações retrógradas dos canais. Esse procedimento foi aplicado nos cães por hemiarçadas, em períodos de tempo diferentes: 1, 2, 3 e 5 semanas. Após os períodos experimentais, os animais foram mortos e as peças, preparadas para análise microscópica. Os cortes teciduais de 7 μ m de espessura foram corados por H.E. e avaliados em microscópio de luz. Dois canais selados com MTA por 2 e 3 semanas foram analisados em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que para o grupo do MTA a reação tecidual mais marcante após uma semana, foi a presença de tecido conjuntivo frouxo. Inflamação foi observada ocasionalmente e, com o decorrer do tempo, sinais de reparação tecidual foram vistos, caracterizados por formação de tecido mineralizado, que cresceu progressivamente da periferia das paredes da raiz, junto à interface MTA/tecido mole. Em contraste, no grupo do IRM ocorreu inflamação, de moderada a severa, em seis de oito raízes, e não se constatou formação de tecido mineralizado. Os autores concluíram que o MTA é um material biocompatível, que estimula o reparo do tecido perirradicular quando utilizado em retrobturações. Entretanto, sugeriram que a natureza do novo tecido formado necessitava de futura elucidação.

No mesmo ano, Asrari e Lobner (2003) investigaram *in vitro* o mecanismo de neurotoxicidade dos materiais de obturação retrógrada. Utilizaram culturas de neurônios e os seguintes materiais: MTA, amálgama, Super-EBA e Diaket. Pelo contato dos materiais com os neurônios, haveria a liberação da enzima lactato desidrogenase, que pode ser quantificada. Os resultados mostraram que, com exceção do MTA, todos os outros materiais foram citotóxicos. O amálgama, o Super-

EBA e o Diaket promoveram considerável morte celular de neurônios após a sua exposição por 24 horas. Os autores consideraram que o zinco contido tanto no amálgama como nos cimentos Super-EBA e Diaket seja o principal responsável pela citotoxicidade. Concluíram que, apesar de o zinco apresentar-se como uma substância conhecida pela sua característica neurotóxica, não deve merecer maior interesse, pois o organismo controla sistematicamente os níveis de zinco no corpo.

Saidon et al. (2003) compararam o efeito citotóxico *in vitro* em cultura de células e *in vivo* na reação do tecido ósseo de cobaias, após implantação de ProRoot MTA e de cimento de Portland. Para o estudo *in vitro*, os materiais em teste foram colocados imediatamente após a mistura e a presa e incubados por três dias. Observaram a morfologia e a contagem das células. Para o estudo *in vivo* realizaram duas cavidades ósseas nas mandíbulas de 28 cobaias e implantaram recipientes de teflon preenchidos com os materiais recentemente misturados no interior das cavidades ósseas. Os animais receberam um implante de ProRoot MTA e um de cimento Portland. Foram mortos depois de 2 e 12 semanas. Não houve diferença nas reações celulares *in vitro* e, em períodos experimentais, foi observado tecido ósseo saudável e mínima resposta inflamatória adjacente aos implantes. Os autores concluíram que o cimento de Portland tem o potencial de ser usado como material retrobturador mais barato.

Para Bernabé e Holland (2004), relataram que a cor cinza do cimento de Portland comum se deve a presença de ferro e manganês, mas diminuindo-se o teor de ferro, pode produzir cimentos de cores claras, mesmo porque, na fabricação do cimento branco, utiliza-se como matéria prima a argila e rochas carbonatadas sem ferro.

Num outro trabalho, Ferris e Baumgartner (2004) avaliaram a capacidade de selamento em perfurações de furca de dois tipos de MTA, em molares superiores e inferiores humanos extraídos, usando o modelo experimental para infiltração de bactérias anaeróbicas. Selecionaram 40 dentes, aleatoriamente, e removeram suas coroas e 5mm no terço apical. Realizaram perfurações no centro do assoalho, em alta rotação, com broca n.º 330, ampliadas com lima calibre 80, passando 5mm além da superfície radicular. Logo após, os dentes foram divididos em dois grupos experimentais, com 18 dentes em cada grupo, deixando dois dentes para o grupo controle positivo e dois para o grupo controle negativo. Os dois tipos de MTA utilizados foram, grupo I – MTA cinza (fórmula original), e grupo II – MTA branco

(novo material). Os dentes foram montados em matrizes, para mantê-los a 37° e com 100% de umidade. O meio de cultura utilizado foi especificamente para o *Fusobacterium nucleatum*. Uma vez selados, os dentes foram armazenados em câmara anaerobiótica a 37°C e observados diariamente. As avaliações da infiltração bacteriana prosseguiram por 60 dias, e os resultados mostraram que duas das 18 amostras seladas com MTA cinza e três das seladas com MTA branco infiltraram, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois tipos de MTA na prevenção da infiltração do *Fusobacterium nucleatum*, quando utilizado como selamento de perfurações de furca.

Lee et al. (2004), ao reproduzir *in vitro* a influência que o pH do ambiente fisiológico exerceria sobre o MTA, encontraram que, exposto a um pH 5 por sete dias, ocorre deteriorização de suas propriedades físicas, com erosão da superfície do material, diminuição da microdureza e capacidade de hidratação do material.

1.2 ESTUDOS EXPERIMENTAIS DA REAÇÃO DOS TECIDOS PULPARES AO MTA EM ANIMAIS

Neste trabalho, Pitt Ford et al. (1996) apresentaram o MTA como um material para o capeamento pulpar. Para tanto, avaliaram comparativamente as respostas de polpas de macacos à ação do MTA, comparando-a com a do hidróxido de cálcio no capeamento com esses materiais. Utilizaram 12 incisivos inferiores no experimento, isolando com dique de borracha. Em seguida foram realizadas exposições pulpares padronizadas de um milímetro de diâmetro com brocas esféricas n.º 1 em alta rotação. O sangramento foi controlado com bolinhas de algodão esterilizadas e só então foi aplicado o material capeador. As cavidades do grupo do hidróxido de cálcio foram restauradas com amálgama, e as cavidades do grupo do MTA foram totalmente preenchidas por este material. Após cinco meses, os animais foram mortos. Os autores procederam então, ao processamento histológico, utilizando as colorações de H.E. e Brown & Breen. Os resultados mostraram que todas as seis polpas capeadas com MTA apresentavam ponte de dentina adjacente ao material, espessa e contínua à dentina original, com túbulos dentinários, ausência de defeitos tipo túnel ou de inclusões de tecido mole. Os autores não notaram nenhuma inflamação pulpar em cinco das seis polpas

capeadas com MTA, e todas as seis polpas nesse grupo apresentaram ponte de dentina completa. Já as polpas capeadas com hidróxido de cálcio mostraram inflamação pulpar e formação de ponte em apenas duas amostras.

Soares (1996) avaliou microscopicamente a resposta pulpar após a pulpotomia de 12 dentes de cães seladas com MTA e com hidróxido de cálcio. Decorrido o período de 90 dias, os animais foram mortos e as peças processadas para análise microscópica. Os cortes foram feitos seriadamente, com 6µm de espessura, e corados pela H.E. A autora observou que a formação da barreira de tecido mineralizado ocorreu em 91,66% dos dentes tratados com hidróxido de cálcio e em 96,43% dos casos em que o MTA foi utilizado. Os percentuais de casos que apresentaram, simultaneamente, barreira de tecido mineralizado e tecido pulpar normal foi de 66,66% nos espécimes tratados com hidróxido de cálcio, e de 82,14% nos dentes em que se utilizou o MTA.

Os efeitos do MTA e do hidróxido de cálcio (Dycal) em capeamentos pulpares diretos foram avaliados por Myers et al. (1996). Pequenas exposições pulpares foram realizadas em dentes de cães e capeadas pelos materiais em estudo. As cavidades de acesso foram restauradas com amálgama. Após 90 dias, a viabilidade pulpar de 16 dentes capeados com MTA e 15 com Dycal foi avaliada histologicamente. Áreas de exposição de nove dentes capeados com MTA e 11 com Dycal também foram avaliadas quanto à extensão e à qualidade da ponte de dentina formada. Os resultados mostraram não haver diferença significativa entre os materiais de acordo com os critérios adotados. Os autores concluíram que tanto o MTA como o Dycal tiveram bom desempenho como materiais capeadores, foram biocompatíveis ao tecido pulpar e estimularam a deposição de dentina nas pequenas exposições.

O desempenho do MTA e do hidróxido de cálcio (Dycal) como materiais capeadores diretos da polpa dental de cães e macacos foi estudado por Abedi et al. (1996). As exposições pulpares foram imediatamente recobertas com um dos materiais, e as cavidades de acesso, restauradas com amálgama. Após 2 a 5 meses pós-capeamento, os animais foram mortos, as coroas dentais, removidas, fixadas em formol e descalcificadas em EDTA. Cortes longitudinais seriados de 5µm foram realizados na área pulpar capeada e corados com H.E. A quantidade de formação de tecido mineralizado e o grau de inflamação da polpa foram analisados por histometria computadorizada. Os resultados mostraram maior formação de ponte de

tecido mineralizado e menor inflamação no grupo do MTA quando comparado ao grupo do Ca(OH)_2 . Os autores concluíram que, aparentemente, o MTA pode ser usado como material capeador pulpar direto.

Junn et al. (1998) avaliaram a quantidade de dentina formada quando do emprego do MTA e do hidróxido de cálcio em capeamentos pulpares. Foram utilizados 63 dentes de cães da raça *Beagle*, que sofreram exposição pulpar e capeamento com MTA, ou pasta de hidróxido de cálcio mais amálgama. Os animais foram mortos nos períodos de 1, 2, 4 e 8 semanas. Os espécimes foram fixados e embebidos em uma mistura de metacrilato e parafina. Cortes seriados de 6 μm de espessura foram realizados e corados por H.E. O grau de inflamação pulpar foi avaliado desde nulo a severo, e a quantidade de dentina formada foi avaliada empregando-se o programa Image PRO®. Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes de Kruskal-Wallis e ANOVA. Os resultados mostraram que 30 dos 32 espécimes do grupo do MTA apresentaram ausência de inflamação, enquanto apenas 13 dos 31 espécimes do grupo do Ca(OH)_2 apresentaram polpa em condições normais, indicando uma diferença estatística significativa. O grupo do MTA mostrou a formação de dentina após 2 semanas do início do tratamento, ao passo que o grupo do Ca(OH)_2 precisou de 4 semanas para apresentar os mesmos resultados. Após 8 semanas, houve a formação de ponte de dentina em 21 dentes do grupo do MTA, e em apenas dois dentes do grupo do Ca(OH)_2 , evidenciando diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Os autores concluíram que o MTA parece ser um material efetivo para capeamento pulpar de dentes de cães mecanicamente expostos.

Faraco e Holland (2001) avaliaram a resposta pulpar de cães após capeamento direto com MTA e cimento de hidróxido de cálcio (Dycal). Utilizaram 30 dentes de três cães de oito meses de idade. As exposições pulpares foram padronizadas em 0,5mm de diâmetro. Dois meses depois do tratamento, os animais foram sacrificados e os dentes, removidos para análise histológica. Os autores observaram processo de cura e formação de ponte dentinária tubular completa sem inflamação, em todas as polpas capeadas com o MTA.

Tziafas et al. (2002) desenvolveram um estudo para verificar o efeito dentinogênico do MTA após capeamento pulpar. Realizaram exposições pulpares em cavidades classe V de 33 dentes de três cães, entre 12 e 18 meses de idade, e sobre as polpas expostas aplicaram uma camada de MTA, pressionando-a

levemente com uma bolinha de algodão umedecida. As cavidades foram então restauradas com amálgama. As respostas pulpare de 21 dentes foram avaliadas por meio de microscopia eletrônica de transmissão (TEM) e as de seis dentes, por microscopia eletrônica de varredura (SEM), após intervalos de 1, 2 e 3 semanas. Decorrido o período de uma semana, os autores observaram uma zona homogênea de estrutura cristalina iniciando sua formação ao longo da interface MTA/polpa, ao mesmo tempo em que células pulpare com mudanças em seu estado citológico e funcional se depositaram próximas aos cristais. Após duas semanas, a deposição de um tecido mineralizado de forma osteóide foi observada em todos os dentes em contato íntimo com o material capeador e com estruturas cristalinas. Depois de três semanas, observou-se uma barreira mineralizada obliterando todo o tecido pulpar. De acordo com os autores, essa barreira era formada por uma camada irregular de osteodentina e uma matriz de dentina composta por células alongadas, identificadas mediante microscopia eletrônica de varredura como estrutura de dentina reparadora. Os autores concluíram que o MTA é um material capeador efetivo, capaz de estimular a formação de dentina reparadora pelo mecanismo de defesa da polpa.

A avaliação da resposta pulpar frente ao capeamento pulpar direto e da pulpotomia com o MTA já foi realizada em nível experimental. Dominguez et al. (2003) procederam à avaliação histológica e à microscopia eletrônica de varredura comparativa entre o MTA, o hidróxido de cálcio e o sistema adesivo de compósitos. O estudo foi conduzido em 15 cães de linhagem desconhecida, e os períodos experimentais escolhidos foram 50 e 150 dias. Os autores relataram melhor resposta dos tecidos pulpare ao MTA tanto na pulpotomia quanto no capeamento pulpar. Esse material foi o que apresentou uma quantidade menor de casos com necrose pulpar, com resultados mais previsíveis a curto e longo prazo.

Faraco e Holland (2004) observaram a resposta ao capeamento pulpar direto do MTA branco em cães de oito meses de idade. Apesar do trabalho não apresentar grupo controle e ter-se realizado num período experimental de somente 60 dias, os autores concluíram que o MTA branco promoveu a formação de ponte dentinária nos espécimes avaliados. Como os resultados do MTA branco se apresentaram semelhantes aos descritos em outros trabalhos com o MTA cinza, os autores aconselharam o uso desse material também no capeamento pulpar direto.

A resposta pulpar experimental em casos de pulpotomia também foi observada comparando-se o MTA com o cimento Portland cinza e branco. Menezes

et al. (2004) compararam duas marcas de MTA existentes no mercado, o ProRoot e o MTA Ângelus, com o cimento Portland cinza e branco no modelo experimental de cães. Foram preparados 76 dentes, 19 para cada material. Os dentes que eventualmente fraturaram foram removidos da amostra. O período experimental foi de 120 dias. Os autores relataram respostas pulpares semelhantes quando comparados os materiais utilizados.

A comparação entre o MTA cinza e o branco no capeamento pulpar direto foi conduzida experimentalmente em cães por Parirokh et al. (2005). Os autores utilizaram 24 dentes de quatro cães e realizaram o capeamento pulpar direto, preenchendo as cavidades classe V com cada material estudado. Os períodos experimentais utilizados foram de 1 e 2 semanas. A avaliação comparativa microscópica dos eventos inflamatórios e da formação de barreira mineralizada não apontou diferenças estatisticamente significantes entre as duas terapias testadas.

O efeito do MTA na apoptose e na proliferação de células odontoblastóides de camundongos (MDPC-23) e de células pulpares indiferenciadas (OD-21) em concentrações crescentes de 0, 1, 10 e 100mg de MTA foi estudado por Moghaddame-Jafari (2005). As culturas foram avaliadas por meio da citometria de fluxo, e revelou-se que o MTA atuou no ciclo celular das células avaliadas, aumentando sua proliferação sem induzir a apoptose, não importando sua concentração.

O emprego do MTA em casos de apicificação foi explorado por Felipe et al. (2006), que utilizaram cães como modelo de estudo experimental. Os autores selecionaram 20 pré-molares de cães com seis meses de idade e rizogênese incompleta. Os dentes foram despolpados e distribuídos em três grupos: um grupo controle, cujos canais permaneceram vazios; um grupo teste cujos canais foram preenchidos com MTA, e outro grupo teste, cujos canais foram preenchidos com pasta de Ca(OH)_2 com propilenoglicol. Os resultados do trabalho demonstraram que o MTA se comportou de maneira similar à pasta de hidróxido de cálcio, promovendo o restabelecimento das condições fisiológicas do periodonto apical com formação de barreira de tecido mineralizado, mesmo em canais infectados.

Em um outro estudo experimental, a resposta de células removidas de polpas de terceiros molares recém-extraídos, cultivadas e expostas ao MTA, foi conduzida avaliando-se a proliferação celular. Takita et al. (2006) ainda compararam essa resposta com a de culturas expostas ao cimento à base de hidróxido de cálcio

(Dycal) e a de grupos controle em que as células eram somente expostas ao meio de cultura. Os períodos experimentais escolhidos para avaliar o índice proliferativo foram de 3, 5, 7, 9, 12 e 14 dias. Adicionalmente, os autores avaliaram a liberação de íons cálcio, bem como seu efeito sobre as culturas de células. Foi observada maior proliferação celular do MTA em comparação ao Dycal, principalmente após o 12º dia. A liberação de íons cálcio pelo MTA também foi maior e condizente com os índices de proliferação celular.

1.3 ESTUDOS SOBRE A REAÇÃO DOS TECIDOS PULPARES AO MTA EM HUMANOS

Na terapia de pulpotomia de dentes decíduos, o MTA apresenta, até o momento, resultados divergentes na avaliação dos trabalhos existentes da literatura. Eidelman et al. (2001) compararam clinicamente e radiograficamente o MTA e o formocresol como medicamentos de pulpotomias de molares decíduos com exposição pulpar por cárie. Quarenta e cinco molares decíduos de 26 crianças foram tratados. Os dentes receberam o MTA (experimental) ou o formocresol (controle) por um lance de uma moeda. Os dentes de ambos os grupos foram restaurados com coroas de aço inoxidável. Dezoito crianças (32 dentes) foram acompanhadas clinicamente e radiograficamente por períodos que variaram de 6 a 30 meses. As avaliações revelaram somente um fracasso (detectou-se reabsorção interna após 17 meses avaliação pós-operatória) em um molar tratado com formocresol. Nenhum dos dentes tratados com MTA mostrou qualquer alteração patológica clínica ou radiográfica. Obliteração do canal foi observada em 9 dos 32 (28%) molares avaliados. Esse achado ocorreu em 2 dos 15 dentes tratados com formocresol (13%) e em 7 dos 17 dentes tratados com MTA (41%). Tendo em vista os resultados obtidos, os autores recomendaram a aplicação do MTA em pulpotomias de dentes decíduos.

A comparação do MTA com o Ca(OH)_2 como capeador pulpar direto em humanos foi realizada por Aeinehchi et al. (2003). Os autores investigaram a exposição pulpar em 11 pares de terceiros molares hígidos com extração indicada. Os dentes foram capeados com MTA ou hidróxido de cálcio, cobertos por óxido de zinco e eugenol e restaurados com amálgama dentário. A extração ocorreu em

diferentes períodos, que variaram de 1 semana a 6 meses. Os ápices foram imediatamente removidos para facilitar a fixação com formalina. Em seguida, os dentes foram descalcificados para a obtenção de cortes microscópicos e corados em H.E. Os resultados demonstraram melhor comportamento dos dentes capeados com MTA, pela formação de barreira de dentina reparatória mais organizada.

A aplicação do MTA como material de capeamento pulpar direto vem sendo demonstrada principalmente em relatos de caso clínico. Bodem et al. (2004) apresentaram um caso em um primeiro molar decíduo. Os autores, após a exposição pulpar, utilizaram o material e restauraram o dente com cimento de ionômero de vidro como sub-base e com resina composta, visando à estética. O acompanhamento clínico e radiográfico do dente não apresentou nenhuma alteração patológica nos sete meses subseqüentes ao tratamento.

Casos clínicos envolvendo incisivos superiores permanentes em que o emprego do MTA, como material de capeamento pulpar, apresentou sucesso comprovado foram demonstrados por Karabucak et al. (2005), pelo acompanhamento dos casos. O material mostrou-se eficiente e permitiu o desenvolvimento das raízes dos dentes afetados. Apesar dos bons resultados, os autores chamaram a atenção para a alteração na coloração coronária quando é aplicado o MTA da cor cinza e recomendaram o uso do MTA branco.

Nos estudos que desenvolveram, Saltzman et al. (2005), tentaram propor uma terapia alternativa à pulpotomia tratada com formocresol e cimento de óxido de zinco e eugenol. Essa terapia consistiu na cauterização do tecido da câmara pulpar com laser diodo e subseqüente selamento dos canais com MTA. Os autores executaram um estudo cego randomizado com 16 crianças, 8 de cada gênero, com idade de 3-8 anos, perfazendo um total de 52 dentes tratados, 28 primeiros molares e 24 segundos molares, divididos em 26 pares, metade recebendo o tratamento convencional e a outra metade, o tratamento com laser diodo e MTA. O acompanhamento clínico e radiográfico demonstrou maior número de insucessos com a terapia proposta, porém sem diferença estatística em relação à terapia convencional com formocresol e óxido de zinco e eugenol.

Por sua vez, Farsi et al. (2005) compararam o MTA e o formocresol como medicamentos na terapia de pulpotomia em molares decíduos humanos com vitalidade pulpar. Os autores desenvolveram um estudo de acompanhamento clínico e radiográfico envolvendo 120 casos. Desses casos, 60 molares

receberam formocresol e 60 MTA aleatoriamente. Ao término do período de avaliação de 24 meses, 74 molares, 36 com formocresol e 38 com MTA, estavam disponíveis para avaliação clínico-radiográfica. Nenhum dente tratado com MTA mostrou alteração patológica clínica ou radiográfica, enquanto o grupo do formocresol mostrou uma taxa de sucesso de 86,8% radiograficamente e 98,6% clinicamente. A diferença entre os dois grupos nos resultados radiográficos foi estatisticamente significativa. Os autores concluíram que o tratamento com MTA obteve significativamente maior sucesso.

Uma avaliação comparativa entre o MTA e o formocresol como materiais utilizados para a proteção pulpar em pulpotomias de molares de crianças foi desenvolvida por Holan, Eidelman e Fuks (2005). Um total de 33 crianças submeteu-se à pesquisa. Trinta e três molares foram tratados com MTA e outros 29 com formocresol. Os autores procederam ao acompanhamento clínico e radiográfico dos casos por períodos que variaram de 4 a 74 meses. O índice de sucesso dos casos tratados com MTA foi de 97% (1 fracasso), enquanto o dos casos tratados com formocresol foi de 83% (5 fracassos). Apesar de aparentemente o MTA ter apresentado uma quantidade de casos de sucesso maior, estatisticamente não houve diferença entre os grupos estudados.

Outro estudo *in vivo* sobre a utilização do MTA como medicamento para pulpotomias foi conduzido por Naik e Hegde (2005). Cinquenta molares decíduos foram pulpotomizados, 25 desses tratados com MTA e os outros 25 tratados convencionalmente com formocresol, de forma randomizada. Os dentes foram restaurados com cimento à base de óxido de zinco e eugenol. Os casos foram acompanhados por períodos de 1, 3 e 6 meses. Não foram observadas diferenças clínicas e radiográficas entre os dois grupos. Os autores concluíram que o tratamento com MTA obteve sucesso.

Iwamoto et al. (2006) avaliaram os resultados clínico-radiográficos e histológicos de terceiros molares humanos, nos quais exposições pulpares mecânicas foram capeadas com ProRoot branco (WMTA). Quarenta e oito terceiros molares humanos, hígidos ou com cáries incipientes, com extração indicada, foram usados e divididos aleatoriamente em dois grupos: um grupo composto por 24 dentes capeados com WMTA e outro grupo controle com 24 dentes capeados com cimento de hidróxido de cálcio (Dycal). Os autores empregaram o compômero fotopolimerizável como material restaurador. O acompanhamento dos casos foi

executado por telefone, depois de sete dias e clinicamente aos 30 ± 5 e 136 ± 24 dias, usando-se tomadas radiográficas estandardizadas. Após os 136 ± 24 dias, foi realizada a extração dos dentes e as raízes foram cortadas $\pm 4-5$ mm do ápice para permitir a fixação rápida. Utilizaram-se as colorações histoquímicas em H.E. e Brown e Brenn para reconhecimento de bactérias. Nas análises estatísticas, foram aplicados o teste de Mann-Whitney e o qui-quadrado, o teste exato de Fisher e o ANOVA. Nenhuma diferença significativa foi observada quanto à sensibilidade pós-operatória após sete dias entre os dois materiais ($P > 0,05$). O exame clínico não demonstrou nenhuma diferença significativa aos 30 ± 5 dias ($P > 0,05$) e aos 136 ± 24 dias ($P > 0,05$). Microscopicamente, 45 dos 48 dentes foram passíveis de avaliação microscópica (22 com WMTA e 23 com hidróxido de cálcio). Vinte dentes tratados com WMTA e 18 tratados com hidróxido de cálcio tinham desenvolvido barreira de tecido mineralizado. Nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada entre WMTA e o hidróxido de cálcio para resposta celular inflamatória superficial e profunda ($P > 0,05$), presença de ponte de dentinária ($P > 0,01$) e vitalidade pulpar ($P > 0,01$). Uma diferença estatisticamente significativa foi observada para o diâmetro de exposição ($P < \text{ou} = 0,05$) entre WMTA ($x = 0,35 \pm 0,19$ mm) e hidróxido de cálcio ($x = 0,25 \pm 0,09$ mm). Somente uma associação mínima entre resultados clínicos e histológicos pôde ser estabelecida para qualquer um dos materiais.

Maroto et al. (2006) avaliaram, clinicamente e radiograficamente, a formação de ponte dentinária após a pulpotomia tratada com MTA branco em molares decíduos. Vinte e três desses molares decíduos receberam o tratamento de pulpotomia com uso do MTA branco, seguido de restauração com coroa de aço inoxidável e controle depois de seis meses. Na avaliação clínica e radiográfica, o sucesso foi de 100%. Dentina reparatória foi achada em alguns dos casos. Estreitamento do lume do canal foi encontrado em 69,2% dos casos e formação de pontes de dentina foi observada em 11,5% dos canais após seis meses de tratamento com MTA branco.

Chacko e Kurikose (2006) compararam as alterações microscópicas da polpa dentária em pulpotomias com MTA e hidróxido de cálcio. Os autores realizaram pulpotomias em pré-molares com exodontia indicada por motivos ortodônticos. Estes foram restaurados com cimento de óxido de zinco e eugenol IRM e extraídos com intervalos de 4 e 8 semanas. As polpas capeadas com MTA (após 4 semanas e 8

semanas) mostraram formação de ponte de dentina mais homogênea com continuidade com a dentina original, quando comparadas às polpas capeadas com hidróxido de cálcio. A inflamação pulpar também foi menor no grupo de MTA quando comparada à do grupo de hidróxido de cálcio, ao término de 4 e 8 semanas.

Witherspoon et al. (2006) apresentaram uma série de casos com acompanhamento clínico e radiográfico que envolveu o uso de MTA em procedimentos de pulpotomia. Vinte e três casos de 18 pacientes foram tratados com MTA em procedimentos de pulpotomia. Todos os pacientes tinham recorrido ao tratamento para diagnóstico e tratamento de um dente sintomático. As exposições pulpares ocorreram devido a cáries ou fraturas de dentina e esmalte. Dezenove dentes de 14 pacientes estiveram disponíveis para o acompanhamento, cujo tempo médio foi de 19,7 meses. Dos 19 casos, 15 dentes apresentaram-se curados e três dentes apresentaram estágios clínicos e radiográficos de cura. Apenas um dente apresentou doença persistente.

1.4 ESTUDOS EXPERIMENTAIS DA REAÇÃO DOS TECIDOS PULPARES A OUTROS MATERIAIS

O emprego do ácido hialurônico (H.A) de alto peso molecular foi considerado quanto à sua capacidade de promover a cura dos tecidos pulpares. Sasaki e Kawamata-Kido (1995) compararam a resposta pulpar ao HA e à pasta de Ca(OH)_2 em ratos de linhagem Sprague-Dawley. Os períodos experimentais do trabalho foram de 2, 7, 14, 30 e 60 dias, e o material restaurador utilizado foi o CIV. Os autores reportaram que o HA foi capaz de promover boa resposta reparatória pulpar porém houve uma formação irregular de dentina reparatória quando comparado ao hidróxido de cálcio.

Decup et al. (2000) observaram esse tipo de resposta pulpar à sialoproteína óssea (BSP) em ratos. Os autores compararam quatro grupos: o primeiro com BSP; o segundo sem qualquer material, apenas com a cavidade recoberta com CIV (material restaurador de todas as cavidades); o terceiro apenas com o veículo utilizado na mistura com BSP; o último com pasta de hidróxido de cálcio. Os períodos experimentais utilizados foram de 8, 15 e 30 dias. Os autores observaram uma espessa camada de dentina reparatória depositada ao longo do tempo no

grupo com BSP, similar ao $\text{Ca}(\text{OH})_2$, porém afirmaram desconhecer se o processo é autolimitante, ou seja que com o tempo toda a polpa, talvez, não pudesse se calcificar.

Como a maioria dos trabalhos utiliza como material restaurador o cimento de ionômero de vidro (CIV), Six, Lasfargues e Goldberg (2000) avaliaram o capeamento indireto com esse material restaurador em cavidades preparadas em molares de ratos. O estudo mostrou que o CIV é um material restaurador biocompatível quanto à resposta inflamatória no capeamento pulpar indireto. Os períodos experimentais utilizados foram de 8 e 30 dias. Os grupos controle permaneceram sem restaurações. Os autores ressaltaram que, exceto no caso de deposição de dentina reacional próxima às regiões da polpa agredida pelo preparo cavitário, o CIV se mostra seguro e biocompatível.

Com o intuito de avaliar a resposta da polpa humana ao capeamento pulpar direto com um ionômero modificado por resina composta, o Vitrebond, Nascimento et al. (2000) realizaram um estudo microscópico comparativo envolvendo o capeamento direto com hidróxido de cálcio. Um grupo com dentes hígidos serviu de controle. Trinta e quatro dentes foram preparados, e as restaurações após o capeamento foram realizadas com resina composta. Após os períodos experimentais de 5, 30, e de 120 a 300 dias, foram feitas as exodontias. As colorações histoquímicas utilizadas foram H.E., tricromo de Masson e Brown & Brenn, para observação bacteriana. Aos 5 dias, o hidróxido de cálcio causou uma zona grande de necrose por coagulação. Observou-se infiltrado inflamatório mononuclear moderado debaixo da zona necrótica. O Vitrebond causou um infiltrado inflamatório mononuclear que variou de moderado a intenso com uma zona necrótica ampla. Foram observados vasos congestos associados com extravasamento de fibrina e infiltrado neutrofílico. Somente o hidróxido de cálcio permitiu o reparo pulpar com ponte dentinária. Componentes do Vitrebond deslocados para dentro do tecido da polpa ativaram uma reação inflamatória persistente que parecia estar associada à ausência de ponte dentinária. Após 30 dias, alguns cortes histológicos mostraram bactérias nas paredes laterais dentinárias. Nessas amostras, a resposta pulpar foi semelhante à das amostras sem infiltração bacteriana. O Vitrebond irritou mais os tecidos pulpares que o hidróxido de cálcio, que permitiu o reparo pulpar associado à formação de barreira de tecido mineralizado. Os resultados sugeriram que o

Vitrebond não seja um material apropriado ao uso no capeamento direto da polpa em humanos.

A fim de avaliar os efeitos de moléculas bioativas no processo de cura pulpar, Goldberg et al. (2001) desenvolveram um estudo experimental utilizando molares superiores de ratos. As cavidades foram preparadas no aspecto de mesial, e a perfuração da polpa, realizada pela aplicação de pressão com a ponta de uma sonda clínica. Depois do procedimento de capeamento pulpar, as cavidades foram restauradas com CIV. Compararam-se seis grupos: o grupo controle, com fragmentos de dentina e pré-dentina implantados na polpa durante perfuração, nos períodos experimentais de 8, 14, e 28 dias; o grupo 2, com veículo (um gel) sem substância bioativa; o grupo 3, com hidróxido de cálcio; o grupo 4, com Sialoproteína Óssea (BSP); o grupo 5, com concentrações diferentes de Proteína Morfogenética Óssea-7 (BMP-7), também conhecida como Proteína Osteogênica-1 (OP-1); e o grupo 6, com N-Acetil Cisteína (NAC), um agente antioxidante que previne depleção de glutatona. A comparação histomorfométrica entre os primeiros quatro grupos indicou que, aos 28 dias após a implantação, a BSP era a molécula bioativa mais eficiente, induzindo dentina reparadora homogênea e bem mineralizada; a BMP-7 promoveu a formação de dentina reparadora do tipo osteodentina na parte coronária da polpa e gerou a formação de uma estrutura mineralizada homogênea no canal radicular; BSP e BMP-7 foram superiores ao hidróxido de cálcio nas propriedades de mineralização induzida e exibiram áreas maiores de mineralização com menos inclusões de tecido pulpar. A mineralização global promovida por essas moléculas pareceu ocorrer por mecanismos que envolviam o recrutamento de células que se diferenciavam em osteoblastos-like, enquanto produzia uma matriz extracelular mineralizada. Observou-se ainda a evidência preliminar de que a NAC induz a formação de dentina reparadora no modelo de molar de ratos.

Loschall, Fejerskov e Flyvbjerg (2001) estudaram a cura pulpar e a dentinogênese derivada do capeamento pulpar, usando o fator de crescimento humano recombinante insulina-like ou rhIGF-I. Foram feitas exposições em primeiros molares superiores de ratos da linhagem Wistar. A polpa foi coberta com uma dose de 4% de gel de metil-celulose estéril, contendo 400ng rhIGF-I ou solução salina, como controle em molares contralaterais. O local de exposição foi selado com membrana de teflon estéril, e a cavidade, preenchida com cimento de óxido de zinco e eugenol, IRM. Molares adicionais foram capeados com Dycal, também como

controle. Os períodos experimentais foram de 3, 7, ou 28 dias. Nos espécimes de 3 dias foram observadas respostas inflamatórias idênticas na polpa de molares tratados com rhIGF-I gel ou gel de controle. No 7º dia, a formação de tecido de granulação tinha substituído o infiltrado inflamatório em parte de ambos os grupos. Depois de 28 dias, barreiras dentinárias completas, com formação de dentina tubular foram observadas mais freqüentemente e mais intimamente ligadas à substância teste, que continha rhIGF-I. A resposta de dentina reparadora para o capeamento com rhIGF-I foi semelhante à observada no grupo tratado com Dycal. Os autores concluíram que o controle microscópico do selamento com membrana *in situ* foi capaz de gerar informações mais confiáveis sobre a resposta pulpar, mesmo os mais sutis efeitos dos fatores de crescimento. As observações sugeriram que o capeamento direto de molares de rato com rhIGF-I aumenta a dentinogênese reparadora quando comparado com controle que somente utilizam o veículo.

A ação de outra proteína óssea, a proteína morfogenética óssea ou BMP-7, sobre os tecidos pulpares no capeamento pulpar direto foi demonstrada por Six, Lasfargues e Goldberg (2002). Em seu trabalho, os autores compararam a resposta pulpar ao BMP-7 com o hidróxido de cálcio, em cavidades classe V de molares de ratos. Foram estabelecidos três grupos experimentais com concentrações diferentes da proteína óssea (1, 3 e 10µg) embebida num carreador de colágeno. Foram estabelecidos dois grupos controle: o grupo I, em que apenas o carreador de colágeno foi utilizado como agente capeador, e o grupo II, em que apenas o hidróxido de cálcio foi utilizado. Os períodos experimentais do trabalho foram de 8 e 28 dias. Os resultados obtidos revelaram que, nos grupos tratados com BMP-7, a polpa coronária tinha se transformado quase que inteiramente em um tecido mineralizado desorganizado como uma osteodentina, formando uma imensa barreira de tecido duro, bem diferente da espessa barreira encontrada nos dentes capeados com hidróxido de cálcio. Os autores sugeriram, baseados nos resultados obtidos, que a polpa radicular se comportou de forma diferente da polpa coronária, já que os espécimes tratados com BMP-7 não apresentaram formação de tecido mineralizado nessas porções da polpa.

A comparação entre o MTA e a BMP-7 também já foi feita em nível experimental. Andelin et al. (2003) realizaram o capeamento pulpar direto de segundos e terceiros molares de 10 ratos Sprague-Dawley. Foram estabelecidos cinco grupos: o primeiro com MTA como capeador e restaurador; o segundo com

BMP-7 como capeador e MTA como restaurador, o terceiro como grupo controle sem tratamento; o quarto como grupo controle negativo só com a cavidade, deixando a polpa exposta, e o quinto grupo com a cavidade preparada, sem comunicação e sem restauração. O método de avaliação utilizado foi o morfológico através da imunohistoquímica para o marcador para a sialoproteína da dentina (DSP). Os autores reportaram que o MTA sozinho conseguiu as melhores respostas pulpaes com barreiras mais espessas e marcação mais intensa para DSP em comparação com a BMP-7.

2 PROPOSIÇÃO

O presente trabalho tem como principais objetivos

- a) observar e avaliar microscopicamente e morfometricamente a resposta tecidual do capeamento pulpar direto com o MTA em 10 polpas humanas de pré-molares em dois diferentes períodos, 14 dias e 45 dias;
- b) comparar essa resposta com a de um grupo controle representado por 10 pré-molares humanos capeados com Ca(OH)_2 , também extraídos nos períodos de 14 e 45 dias;
- c) correlacionar os achados microscópicos obtidos na avaliação histomorfométrica com as possíveis aplicações clínicas do MTA, em casos de capeamento pulpar direto, considerando sua aplicação como possível substituto do hidróxido de cálcio nesse tipo de procedimento clínico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Um total de 10 pacientes de 12 a 20 anos, com extração de pré-molares indicada para tratamento ortodôntico aceitou participar da pesquisa. Esses pacientes foram retribuídos com a manutenção gratuita do tratamento ortodôntico até que esse fosse concluído. Todos os pacientes, ou seus responsáveis legais, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A), por meio do qual concordavam em participar de pesquisa envolvendo seres humanos. Juntamente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi apresentada uma Carta de Informação ao Paciente (ANEXO B), explicando detalhadamente todos os procedimentos realizados, relativos ao experimento, e esclarecendo quaisquer dúvidas existentes. Após a leitura da carta os pacientes firmaram sua assinatura declarando total compreensão da pesquisa, bem como os riscos e benefícios envolvidos na mesma, através da carta para autorização dos pais (ANEXO C).

Para a realização da pesquisa, inicialmente o projeto foi submetido a um Conselho de Ética reconhecido e por ele aprovado. O protocolo de aceite do projeto está registrado no CEP-ABOES sob o número CAAE – 0022.0.188.250-05 conforme consta no ANEXO D, e também pelo Comitê de ética da UERJ (ANEXO E). Além disso, o pesquisador assinou o termo de responsabilidade e bioética pesquisador/instituição/sujeito (ANEXO F).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Vinte pré-molares dos 10 pacientes que aceitaram participar da pesquisa constituíram a amostra. Todos os dentes eram hígidos antes do procedimento de capeamento pulpar, livres de cárie, de doença periodontal, bem como isentos de perda de estrutura dentária por desgaste, seja por atrição, seja por erosão. Todos com as raízes totalmente formadas. Os dentes apresentavam indicação de extração para a conduta do tratamento ortodôntico preestabelecido. A vitalidade pulpar dos dentes selecionados foi comprovada por exame clínico de sensibilidade ao frio com a utilização de Endofrost® nos dentes previamente isolados e secos com jato de ar.

3.3 PROCEDIMENTO CLÍNICO DE CAPEAMENTO PULPAR

Para a realização do capeamento pulpar nos dentes de cada grupo experimental, os procedimentos clínicos foram inicialmente os mesmos, somente diferenciando o tipo de material capeador empregado.

Antes do procedimento, os pacientes foram anestesiados e logo após tiveram seus pré-molares isolados mediante isolamento absoluto com dique de borracha. Em seguida, as exposições pulpare foram realizadas com broca carbide esférica número 6, em alta rotação, com irrigação abundante. Após a exposição pulpar, a vitalidade do tecido foi confirmada pela constatação do sangramento e da coloração do sangue da hemorragia pulpar. Os dentes foram então irrigados abundantemente com solução salina de soro fisiológico, para remover possíveis impurezas, como raspa de dentina, ou mesmo substâncias, como óleo proveniente do instrumento de alta rotação. A hemostasia pulpar foi confirmada após a secagem do tecido com bolinhas de algodão esterilizadas em calor úmido. Finalmente, o procedimento de capeamento pulpar foi realizado.

O capeamento pulpar direto com Ca(OH)_2 ocorreu da seguinte forma: em uma placa de vidro estéril, foram dispostas medidas iguais do pó com gotas de soro fisiológico. A homogeneização da mistura foi realizada com espátula número 1, também estéril. A pasta foi então inserida delicadamente na cavidade, formando uma camada de aproximadamente 1mm de espessura. Em seguida, os dentes capeados com hidróxido de cálcio foram restaurados com cimento de ionômero de vidro restaurador autopolimerizável. Dessa forma, cinco pré-molares foram eleitos para a realização da exodontia no período de 14 dias, e os outros cinco, no período de 45 dias.

O cimento selecionado para o experimento foi o MTA cinza (Angelus Soluções Odontológicas - Londrina, Paraná, Brasil). O procedimento clínico de capeamento pulpar direto com MTA prosseguiu da seguinte forma: em uma placa de vidro estéril, dispuseram-se medidas iguais do pó com gotas de soro fisiológico. A homogeneização da mistura foi realizada com espátula n.º 1, também estéril. O cimento foi então inserido na cavidade delicadamente formando uma camada de aproximadamente 1mm de espessura. Em função das propriedades físicas inerentes a esse material, o assentamento do cimento foi realizado com bolinha de algodão úmida para conferir uma camada bem regular na cavidade. Os dentes capeados

com MTA também foram restaurados com cimento de ionômero de vidro restaurador autopolimerizável. Dessa forma cinco pré-molares inferiores foram eleitos para a realização da exodontia no período de 14 dias e os outros cinco, no período de 45 dias.

Estabeleceram-se assim os quatro grupos experimentais: Ca(OH)_2 14 dias; Ca(OH)_2 45 dias; MTA 14 dias e MTA 45 dias. Depois de obedecidos aos períodos experimentais, os pacientes foram chamados para a realização da exodontia dos dentes do estudo. A exodontia foi realizada sob efeito de anestesia na região do dente afetado. Os ápices foram imediatamente removidos para facilitar a fixação com solução de formalina 10% e encaminhados para o processamento histotécnico.

Os dentes foram desmineralizados com trocas periódicas de solução de EDTA 17% até que os tecidos mineralizados estivessem passíveis de corte no aparelho de microtomia. Após descalcificadas, as peças foram cortadas ao meio, incluídas em parafina e cortadas em secções semi-sequenciais de 6 μm . Os cortes microscópicos foram então corados com hematoxilina e eosina de Harris (H.E.).

3.4 AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA

Após preparadas às lâminas das peças do estudo, realizou-se a avaliação dos cortes microscópicos. A avaliação comparativa dos espécimes foi realizada duas vezes, por dois observadores treinados, para gerar dados de comparação estatística.

Os critérios da avaliação microscópica basearam-se na caracterização da resposta inflamatória pulpar, considerando-se o tipo de infiltrado inflamatório, sua intensidade e localização. A capacidade de formar barreira de tecido mineralizado também foi avaliada, caracterizando pelo estágio de formação nos períodos experimentais sua organização morfológica e sua espessura.

Todos os critérios de avaliação histomorfométrica foram, portanto, qualitativos, para gerar dados comparativos. Para cada variável identificada atribuíram-se escores de 0 a 3 em relação à intensidade, e de 0 e 1, para caracterizar presença ou ausência de um evento. Todos os dados foram registrados em tabelas preestabelecidas, conforme o modelo da Tabela 1.

Tabela 1. Formato da tabela de registro das variáveis histomorfométricas empregadas.

Material		Ca(OH) ₂ 14 dias	MTA 14 dias	Ca(OH) ₂ 45 dias	MTA 45 dias	
Inflamação	0					
	1					
Intensidade do infiltrado inflamatório	0					
	1					
	2					
	3					
Localização superficial	0					
	1					
Localização profunda	0					
	1					
Barreira de tecido mineralizado	Espessura	0				
		1				
		2				
		3				
	Organização	0				
		1				
		2				
		3				

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos na avaliação microscópica foram tabulados em planilha do programa Microsoft Excel e sobre eles foram aplicados os testes estatísticos. Para a comparação inter-examinador, aplicou-se o teste Kappa para a observação do grau de concordância. A aplicação do teste Kappa seguiu os procedimentos preestabelecidos por Lands e Koch (1977). Os critérios de classificação dos níveis de concordância de coeficiente Kappa estão representados na Quadro 1.

Coeficiente Kappa	Nível de concordância
< 0,00	-
0,00 – 0,20	Baixo
0,21 – 0,40	Médio
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,00	Quase perfeito

Quadro 1. Critérios de classificação dos níveis de concordância

Para a avaliação comparativa entre as respostas citotóxicas dos materiais testados, aplicou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis; e para comparações individuais e identificação da significância dos achados aplicou-se o teste de Dunn. O índice de significância adotado no presente estudo foi de 5%, onde $p \leq 0,05$.

4 RESULTADOS

Todos os pacientes compareceram nas datas previstas de preservação, de modo que as exodontias dos dentes capeados foram realizadas rigorosamente nos prazos estipulados. Nenhum paciente relatou sintomatologia dolorosa nos dentes capeados durante o período experimental. Clinicamente, as restaurações encontravam-se em boas condições, sem áreas de fratura nem outro dano estrutural, e a condição periodontal também se apresentava saudável, confirmando o bom cuidado com a higiene dentária dos pacientes durante o período experimental. Os dentes em ambos os grupos responderam ao mesmo teste clínico de sensibilidade ao frio antes da exodontia, comprovando sua vitalidade pulpar.

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Os resultados da análise microscópica descritiva dos cortes longitudinais semi-seriados dos espécimes representativos de cada grupo experimental serão apresentados agrupados, de acordo com os períodos pós-operatórios, em função das ocorrências observadas na interface material - tecido pulpar nos diferentes grupos:

Ca(OH)₂ 14 dias

Neste grupo, foram considerados para análise cinco dentes, dos quais três apresentavam ausência de infiltrado inflamatório, e dois, discreta inflamação, tanto em intensidade quanto em extensão. No parâmetro da localização, os casos que apresentaram discreto infiltrado inflamatório estavam situados na porção mais superficial da polpa, próximo ao material. Quando presente, o infiltrado inflamatório era constituído predominantemente por leucócitos mononucleares.

O tecido pulpar apresentou-se bem celularizado em todos os dentes e não foi detectada a presença de calcificações distróficas ou nódulos pulpares. Foi observada em dois espécimes moderada congestão vascular atribuída ao ato cirúrgico, com ausência de células inflamatórias no interior desses vasos. Em todos os espécimes havia área de necrose por coagulação subjacente ao material. Também foi observada a organização de uma camada odontoblástica recém-

formada disposta logo abaixo da zona de necrose por coagulação. Havia ainda a formação de uma matriz não mineralizada bem organizada depositada pelos odontoblastos. Não foram observadas áreas reabsortivas nos cortes avaliados. Em três dentes foram detectadas áreas de dentina secundária reacional imatura nas paredes adjacentes à área capeada. A acomodação do material capeador foi irregular em dois dentes, moderada em extensão e discreta em quantidade, o que traduzia uma discreta irregularidade na disposição do processo de formação da barreira dentinária. Na Prancha 1, Figuras 1 A-D, observa-se a interação do hidróxido de cálcio com o tecido pulpar capeado, livre de infiltrado inflamatório e com a organização odontoblástica subjacente à camada de necrose por coagulação provocada pelo material.

Os eventos microscópicos avaliados referentes à resposta do tecido pulpar frente ao Ca(OH)_2 no grupo de 14 dias, estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo Ca(OH)_2 14 dias.

Ca(OH)_2 14 dias		1	2	3	4	5	
Inflamação	0	x	x			x	
	1			x	x		
Intensidade infiltrado inflamatório	do 0	x	x			x	
	1			x	x		
	2						
	3						
Localização superficial	0	x	x			x	
	1			x	x		
Localização profunda	0	x	x	x	x	x	
	1						
tecido	Espessura	0					
		1	x	x	x	x	x
		2					
		3					
Barreira de mineralizado	Organização	0					
		1	x	x	x	x	x
		2					
		3					

MTA 14 dias

Dos cinco dentes considerados para análise neste grupo, um apresentou ausência de grande parte do tecido pulpar, perdido no processamento ou na desmineralização do espécime. Mesmo assim o espécime não foi excluído da amostra, pois os eventos básicos da análise histomorfométrica ainda eram passíveis de serem interpretados.

A ausência de infiltrado inflamatório foi encontrada em três espécimes. Nos outros dois, foi encontrada uma discreta inflamação, tanto em intensidade quanto em extensão. No parâmetro da localização, assim como observado no grupo do hidróxido de cálcio 14 dias, nos casos que apresentaram alguma atividade inflamatória, esta se situava na porção mais superficial da polpa, próximo ao material. Quando presente, o infiltrado inflamatório era constituído por leucócitos mononucleares.

O tecido pulpar apresentou-se bem celularizado em todos os dentes e não foram detectada a presença de calcificações distróficas ou nódulos pulpares. Foi observada em três espécimes congestão vascular, provavelmente relacionada ao ato cirúrgico, devido à ausência de células inflamatórias no interior desses vasos. Em todos os espécimes havia área de necrose por coagulação subjacente ao material. A área de necrose por coagulação deste grupo era mais estreita que as observadas no grupo $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 14 dias.

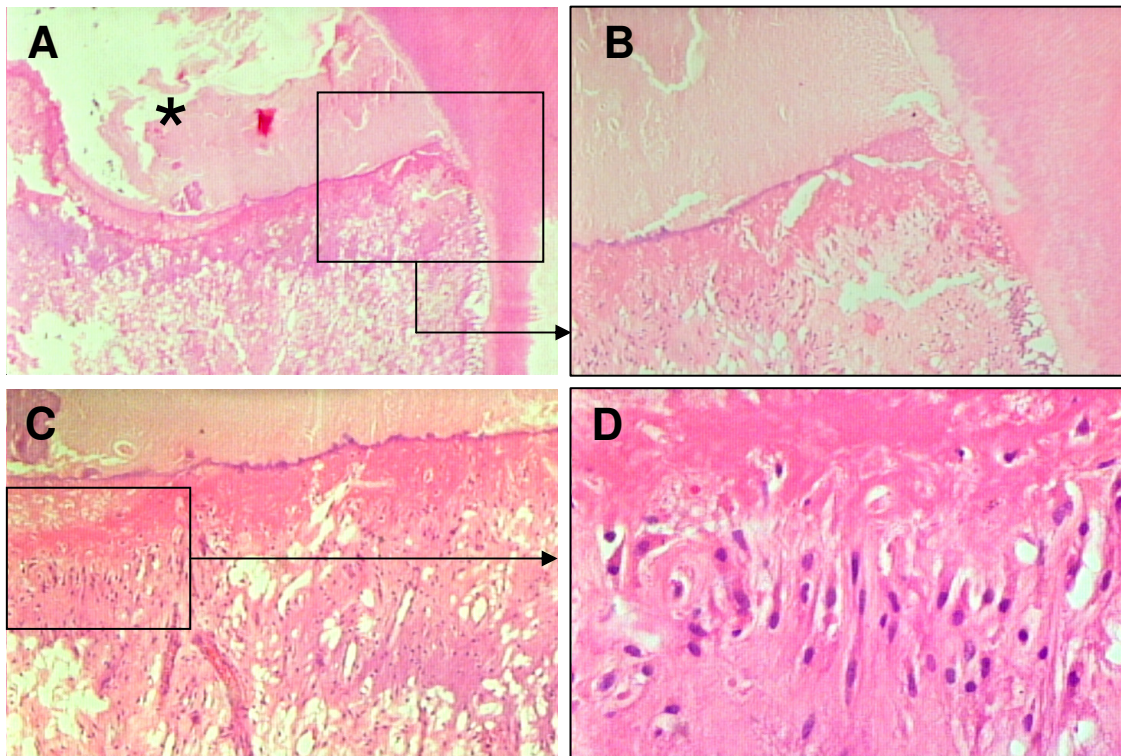
A organização de uma camada odontoblástica recém-formada, disposta logo abaixo da zona de necrose por coagulação, estava presente em todos os espécimes avaliados. Havia ainda a formação de uma matriz não mineralizada bem organizada, depositada pelos odontoblastos. Não foram observadas áreas reabsortivas nos cortes avaliados. Em todos os dentes foram detectadas áreas de dentina secundária reacional imatura nas paredes adjacentes à área capeada. Notou-se uma maior regularidade na disposição do processo de formação da barreira dentinária, provavelmente atribuída à consistência mais rígida do material. Na Figura 1E-H, observa-se a interação do MTA com o tecido pulpar capeado, com destaque para a ausência de infiltrado inflamatório e com a organização odontoblástica subjacente à camada de necrose por coagulação provocada pelo material.

Os eventos microscópicos avaliados referentes à resposta do tecido pulpar frente ao MTA 14 no período de dias estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo MTA 14 dias.

MTA 14 dias		1	2	3	4	5	
Inflamação	0		x	x	x		
	1	x				x	
Intensidade do infiltrado inflamatório	0		x	x	x		
	1	x				x	
	2						
	3						
Localização superficial	0		x	x	x		
	1	x				x	
Localização profunda	0	x	x	x	x	x	
	1						
Barreira de tecido mineralizado	Espessura	0					
		1	x	x	x	x	x
		2					
		3					
	Organização	0					
		1	x	x	x	x	x
		2					
		3					

Hidróxido de Cálcio 14 dias



MTA 14 dias

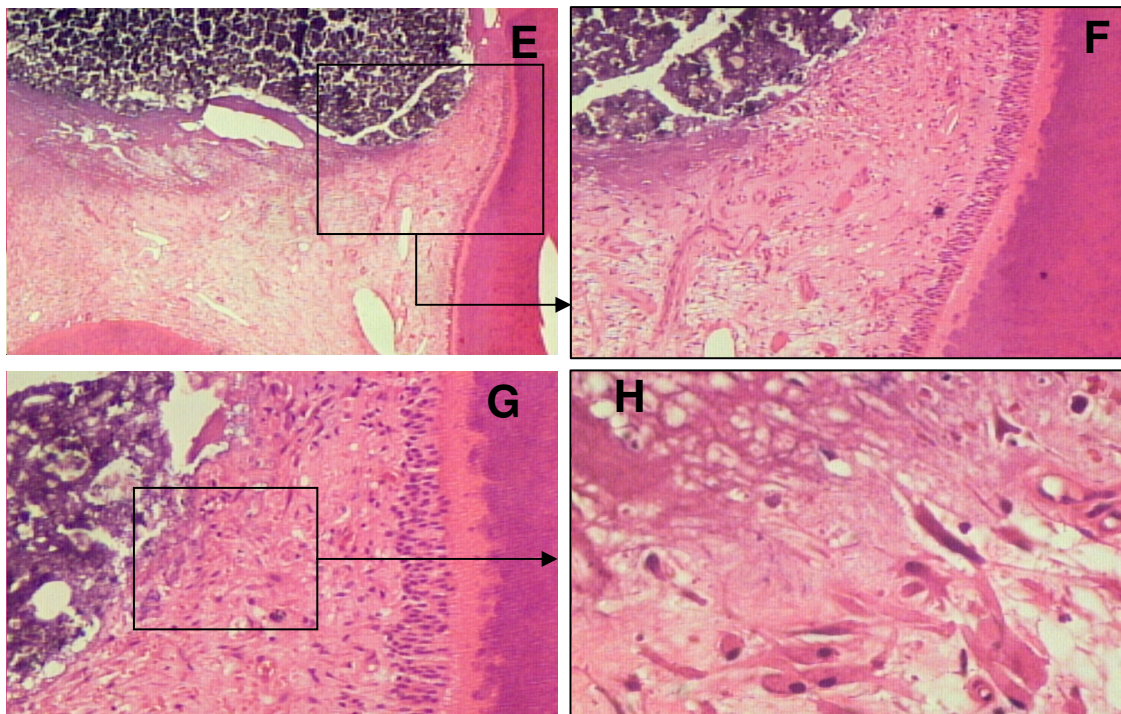


Figura 1 - Prancha 1 A-D. Características microscópicas da resposta pulpar ao capeamento direto com hidróxido de cálcio no período de 14 dias e prancha 1 E-H MTA -14 dias.

PRANCHA 1

Prancha 1 A – Características microscópicas da resposta pulpar frente ao capeamento direto com hidróxido de cálcio no período experimental de 14 dias. Nota-se o material destacado com um asterisco, a zona de necrose por coagulação superficial e o tecido pulpar subjacente. Aumento original 50X.

Prancha 1 B – Maior aumento da área destacada da Figura 1A, onde a interface material – tecido pulpar se apresentava mais regular. Nota-se na parede dentinária uma deposição de dentina secundária reparatória, o tecido pulpar bem celularizado e a zona de necrose por coagulação. Aumento original 100X.

Prancha 1 C – Zona de necrose por coagulação na interface do material com o tecido pulpar. Pode-se notar uma linha basofílica rica em cálcio e subjacente, uma faixa eosinofílica característica da necrose por coagulação. O tecido pulpar apresenta-se livre de inflamação. Aumento original 150X.

Prancha 1 D – Aumento da área destacada pelo quadrado na Figura 1C. Observa-se a organização de uma camada odontoblástica subjacente à zona de necrose superficial. Essa camada celular perfila-se em paliçada e deposita a matriz dentinária para a formação da barreira. Aumento original 300X.

Prancha 1 E – Características microscópicas da resposta pulpar ao capeamento direto com MTA 14 dias. Nota-se o material de aspecto granular enegrecido, a estreita zona de necrose por coagulação bem organizada e o tecido pulpar subjacente. Aumento original 50X.

Prancha 1 F – Área destacada na Figura 1E na interface material – tecido pulpar. Nota-se na parede dentinária a faixa de dentina reparatória, o tecido pulpar bem celularizado e a zona de necrose por coagulação. Aumento original 100X.

Prancha 1 G – A interface do material com o tecido pulpar revela estreita zona de necrose por coagulação, caracterizada pela faixa eosinofílica. O tecido pulpar apresenta-se livre de inflamação. Aumento original 150X.

Prancha 1 H – A área destacada pelo quadrado na Figura 1G revela a formação da camada odontoblástica, que já deposita matriz dentinária. Aumento original 300X.

Ca(OH)₂ 45 dias

Neste grupo, dos cinco dentes considerados para análise todos apresentaram ausência de infiltrado inflamatório. O tecido pulpar apresentou-se bem colagenizado, alguns menos celularizados, com presença de calcificações distróficas ou nódulos pulpares em três espécimes. Foi observada em dois espécimes moderada congestão vascular atribuída ao ato cirúrgico, com ausência de células inflamatórias no interior desses vasos.

Em todos os espécimes havia a formação de barreira dentinária bem estruturada. As barreiras apresentavam-se bem mineralizadas, com inclusões celulares e padrão heterogêneo de disposição dos túbulos dentinários recém-formados. A camada odontoblástica era bem organizada em todos os espécimes e não apresentava características de atividade aposicional de matriz dentinária, indicando que o processo de formação da barreira dentinária já se encontrava em estado de homeostase. Não foram observadas áreas reabsortivas nos cortes avaliados.

Em todos os dentes foram detectadas áreas de dentina secundária reacional mineralizada nas paredes adjacentes à área capeada. Irregularidades na disposição da barreira dentinária estavam presentes em todos os espécimes, fator que contribuiu para a inclusão celular no interior da dentina neoformada das barreiras. Na Figura 2 A-C, observa-se a barreira dentinária reacional ao capeamento com hidróxido de cálcio. O tecido pulpar encontra-se livre de inflamação, bem organizado e colagenizado.

Os eventos microscópicos avaliados referentes à resposta do tecido pulpar ao Ca(OH)₂ 45 dias estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4. Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo Ca(OH)_2 45 dias.

Ca(OH)_2 45 dias		1	2	3	4	5	
Inflamação	0	x	x	x	x	x	
	1						
Intensidade do infiltrado inflamatório	0	x	x	x	x	x	
	1						
	2						
	3						
Localização superficial	0	x	x	x	x	x	
	1						
Localização profunda	0	x	x	x	x	x	
	1						
Barreira de tecido mineralizado	Espessura	0					
		1					
		2					
		3	x	x	x	x	x
	Organização	0					
		1					
		2		x		x	
		3	x		x		x

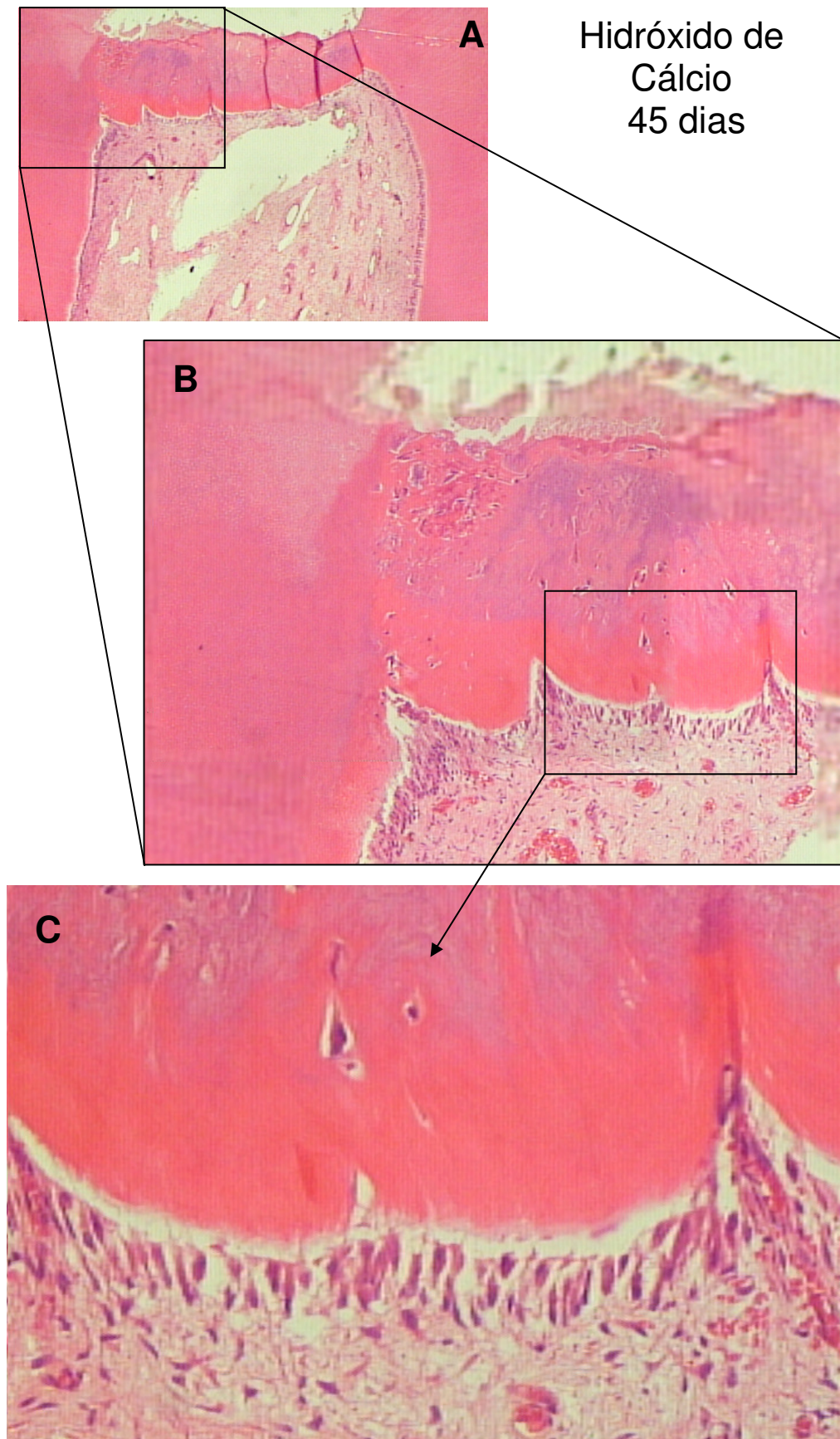


Figura 2-Prancha 2. Características microscópicas da resposta pulpar ao capeamento direto com o hidróxido de cálcio no período experimental de 45 dias.

PRANCHA 2

Prancha 2 A – Características microscópicas da resposta pulpar ao capeamento direto com hidróxido de cálcio no período experimental de 45 dias. Nota-se a barreira dentinária bem formada e estruturada entre o material e o tecido pulpar. Aumento original 50X.

Prancha 2 B – Maior aumento da área destacada da Figura 2A. Notam-se três porções bem distintas da barreira neoformada: uma mais superficial, rica em inclusões celulares, depositada às pressas a partir da zona de necrose por coagulação; uma porção intermediária com algumas inclusões celulares que se pode chamar de osteodentina pela sua semelhança com o tecido ósseo; e a porção mais profunda de dentina, menos celularizada com a disposição tubular mais organizada. Aumento original 150X.

Prancha 2 C – Maior aumento da área destacada da Figura 2B. Nota-se nesse aumento a interface da barreira dentinária com o tecido pulpar. A camada odontoblástica tem aspecto semelhante ao encontrado em qualquer outra região do dente com sua porção rica em células, área clara e porção pobre em células, denotando características de normalidade. O tecido pulpar apresenta-se livre de inflamação, bem colagenizado e celularizado. Aumento original 300X.

MTA 45 dias

Os cinco dentes considerados para análise apresentaram ausência de infiltrado inflamatório neste grupo experimental. O tecido pulpar apresentou-se bem colagenizado de uma forma geral. Em um espécime, o tecido pulpar apresentou-se pouco celularizado, com presença de calcificações distróficas nas paredes de seus vasos. Nódulos pulpares foram encontrados em dois espécimes. Dois espécimes revelaram moderada congestão vascular, atribuída ao ato cirúrgico, com ausência de células inflamatórias no interior de seus vasos.

Em todos os espécimes havia a formação de barreira dentinária bem estruturada, porém menos espessa que a encontrada no grupo de hidróxido de cálcio 45 dias. As barreiras apresentavam-se bem mineralizadas, com poucas inclusões celulares e padrão homogêneo de disposição dos túbulos dentinários recém-formados. A camada odontoblástica era bem organizada em todos os espécimes e apresentava

características de atividade aposicional de matriz dentinária, indicando que o processo de formação da barreira dentinária ainda estava acontecendo em dois espécimes. Não foram observadas áreas reabsortivas nos cortes avaliados.

Em todos os dentes foram detectadas áreas de dentina secundária reacional mineralizada nas paredes adjacentes à área capeada. Irregularidades na disposição da barreira dentinária estavam presentes em dois espécimes. Na Figura 3 A-C, observa-se a barreira dentinária reacional ao capeamento com MTA. O tecido pulpar destaca-se pelas características de normalidade com ausência de inflamação.

Os eventos microscópicos avaliados referentes à resposta do tecido pulpar ao MTA no período de 45 dias estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Registro das variáveis histomorfométricas empregadas no grupo MTA 45 dias.

MTA 45 dias		1	2	3	4	5	
Inflamação	0	x	x	x	x	x	
	1						
Intensidade do infiltrado inflamatório	0	x	x	x	x	x	
	1						
	2						
	3						
Localização superficial	0	x	x	x	x	x	
	1						
Localização profunda	0	x	x	x	x	x	
	1						
tecido	Espessura	0					
		1					
		2	x	x			
		3			x	x	x
Barreira mineralizado	Organização	0					
		1					
		2					
		3	x	x	x	x	x

MTA 45 dias

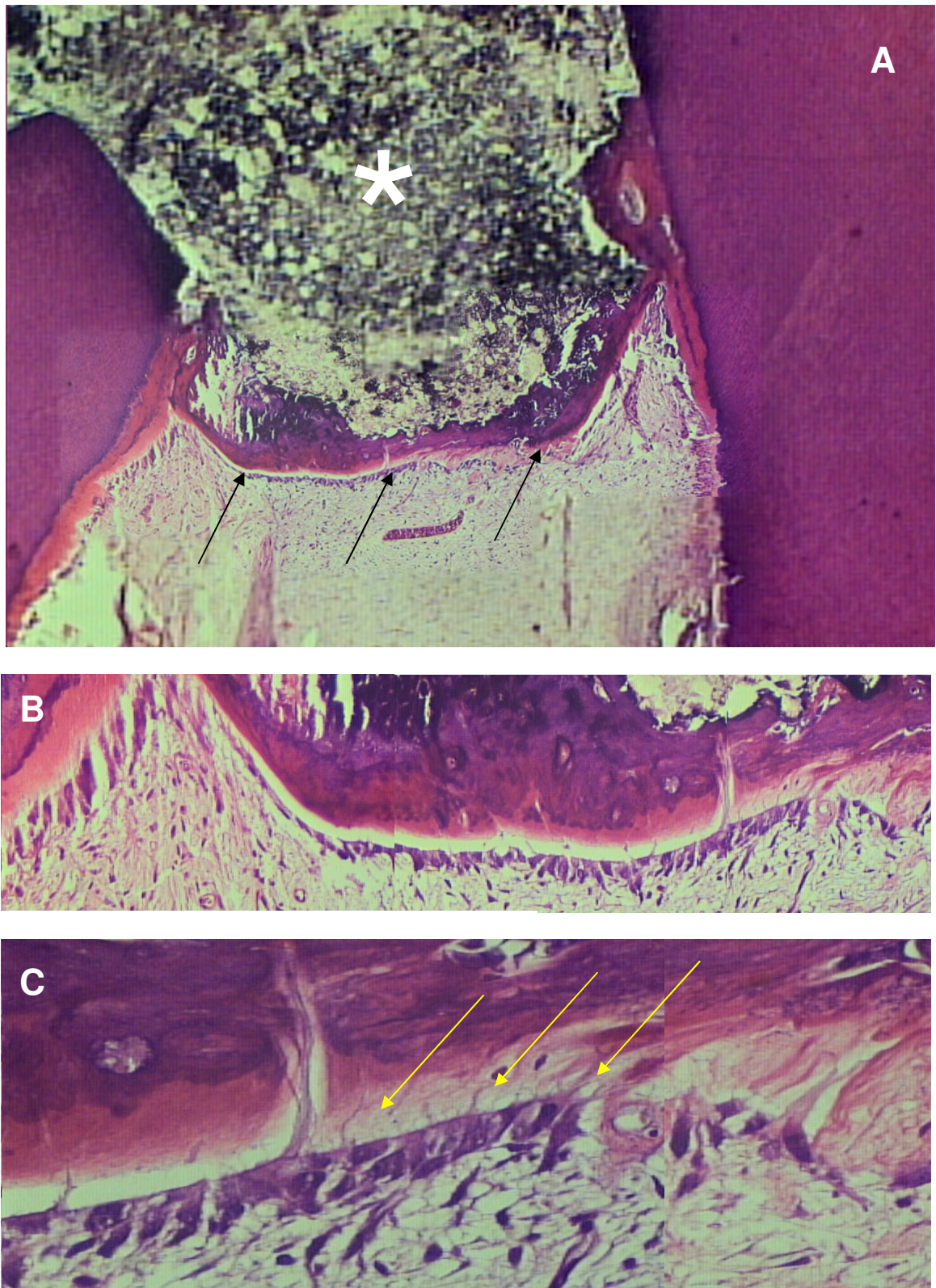


Figura3- Prancha 3. Características microscópicas da resposta pulpar ao capeamento direto com MTA 45 dias.

PRANCHA 3

Prancha 3 A – Características microscópicas da resposta pulpar ao capeamento direto com MTA 45 dias. Nota-se o material destacado com asterisco e a barreira dentinária mineralizada localizada entre o material e o tecido pulpar, apontada pelas setas. Aumento original 50X.

Prancha 3 B – Características morfológicas da barreira dentinária induzida pelo MTA. Nota-se uma porção mais superficial com algumas inclusões celulares do tipo osteodentina, e a porção mais profunda de dentina, menos celularizada com a disposição tubular mais organizada, ainda com atividade aposicional. Aumento original 150X.

Prancha 3 C – Nota-se neste aumento a interface da barreira dentinária com o tecido pulpar. A camada odontoblástica está bem organizada e tem aspecto semelhante ao das áreas de formação de dentina reacional reparatória com seus prolongamentos (indicados pelas setas) em meio a matriz dentinária ainda não mineralizada. O tecido pulpar apresenta-se livre de inflamação, bem colagenizado e celularizado. Aumento original 300X.

4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com os dados atribuídos pelos dois observadores a cada um dos eventos inflamatórios e reparatórios, efetuou-se o teste Kappa, para analisar a confiabilidade das leituras realizadas. Os valores obtidos por meio desse teste para cada fenômeno inflamatório e reparatório avaliado aos 14 e 45 dias foram classificados segundo os critérios dos níveis de concordância do coeficiente Kappa, demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise estatística da concordância entre os examinadores.

Fenômenos Analisados	Ca(OH) ₂ 14 dias	MTA 14 dias	Ca(OH) ₂ 45 dias	MTA 45 dias	45
Intensidade inflamatória	0,922875 Quase perfeito	0,933774 Quase perfeito	0,758389 substancial	0,738746 substancial	
Localização do infiltrado	0,73066 substancial	0,72575 substancial	0,841 885 Quase perfeito	0,821837 Quase perfeito	
Espessura da barreira dentinária	0,774708 substancial	0,683258 substancial	0,412398 moderada	0,542345 moderada	
Organização da barreira dentinária	0,747316 substancial	0,822469 Quase perfeito	0,26611 médio	0,32222 médio	

Aplicou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis utilizando-se os escores obtidos na análise microscópica dos quatro grupos experimentais. Realizou-se o teste para comparação entre grupos em cada período (14 e 45 dias), como também para cada material nos dois períodos experimentais (Tabelas 2, 3, 4, 5).

A análise mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos nos períodos experimentais, com $p=0,88$ no período experimental de 14 dias e $p= 0,92$ no período experimental de 45 dias, nem nos materiais em relação ao tempo $p=0,91$ (nível de significância de $p=0,001$).

No teste de Dunn nas comparações individuais não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados.

5 DISCUSSÃO

5.1 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Diversas pesquisas têm demonstrado a excelente capacidade seladora marginal do MTA como material selador em perfurações radiculares (LEE et al., 1993; CAICEDO; BECERRA; BONILLA., 2000; LEE et al., 2004), como material selador em perfurações de furca (HONG et al., 1994; PITT FORD et al., 1995; NAKATA et al., 1998; FERRIS; BAUMGARTNER, 2004), como material retrobturador em cirurgias parendodônticas (BATES; CARNES; DEL RIO, 1996; TORABINEJAD et al., 1997; 1998; FISCHER; ARENS; MILLER, 1998; TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999; FOGEL; PEIKOFF, 2001; ASRARI; LOBNER, 2003; ECONOMIDES et al., 2003;). Essa capacidade seladora exibida pelo MTA provavelmente se deve à sua natureza hidrofílica e à suave expansão quando é manipulado em ambiente úmido (TORABINEJAD et al., 1995a), prevenindo a microinfiltração bacteriana (ADAMO et al., 1999) e a infiltração de endotoxinas (TANG et al., 2002).

Os estudos existentes que avaliaram a resposta pulpar do MTA, quando utilizado para capeamento pulpar ou pulpotomia parcial, indicam que o material estimula a formação de dentina reparatória. As polpas capeadas com MTA mostraram formação de barreira dentinária completa, sem sinais de inflamação (PITT FORD et al., 1996; TZIAFAS et al., 2002; ANDELIN et al., 2003; FARACO; HOLLAND, 2004). Os mesmos resultados foram obtidos quando MTA foi colocado em cima de remanescentes pulpares logo depois de realizadas pulpotomias, segundo Holland et al. (2001a). Essa ponte de tecido duro neoformada sobre a polpa foi documentada após o emprego do ProRoot MTA, do MTA Angelus e do cimento de Portland, tanto o cinza quanto o branco (MENEZES et al., 2004). A incidência de formação de barreira dentinária foi mais alta com MTA que com hidróxido de cálcio, segundo Faraco e Holland (2001).

O ponto diferencial entre o presente estudo e os demais realizados é o modelo experimental. A maioria dos trabalhos existentes provou ou comprovou a eficácia e o sucesso na formação de barreira dentinária estimulada pelo capeamento pulpar com MTA em estudos com animais, tais como ratos, cães ou macacos (ABEDI et al., 1996; MYERS et al., 1996; PITT FORD et al., 1996; SOARES, 1996;

JUNN et al., 1998; TZIAFAS et al., 2002; DOMINGUEZ et al., 2003; FARACO JUNIOR; HOLLAND, 2004; MENEZES et al., 2004; PARIROKH et al., 2005; MOGHADDAME-JAFARI et al., 2005; FELLIPE et al., 2006; TAKITA et al., 2006). O processo de cura de uma agressão pulpar terá diferentes períodos de progressão quando realizado em humanos ou em outros tipos de animais, ainda que o tipo de resposta inflamatória seja o mesmo.

As comparações da eficácia do MTA como capeador pulpar usando-se a resposta ao hidróxido de cálcio são bastante controversas, quando se utilizam modelos experimentais não humanos, como cães e macacos. Pitt Ford et al. (1996) não realizaram testes estatísticos para avaliar a comparação dos resultados encontrados, mesmo assim, afirmaram, pela caracterização descritiva dos cortes obtidos, que o MTA favoreceu melhor resposta inflamatória. Soares (1996), que realizou uma avaliação semelhante, porém com cães, não relatou diferenças estatisticamente significantes. Por outro lado, Junn et al. (1998), que estudaram a resposta pulpar com cães da raça *Beagle*, reportaram diferenças estatísticas entre os materiais em mais de um período experimental, com destaque para o grupo de oito semanas. Tziafas et al. (2002) não aplicaram testes estatísticos sobre seus achados de microscopia eletrônica de varredura. A falta de padronização dos estudos, as pequenas diferenças metodológicas empregadas e o número de amostras avaliadas por esses estudos podem responder à disparidade dos achados. Faz-se necessário, neste momento, ressaltar a importância de submeter os achados descritivos a uma avaliação quantitativa para os testes estatísticos.

O presente trabalho teve respaldo suficiente para realizar tal avaliação em seres humanos. Na revisão de literatura dos estudos existentes, foi observado que, dos 10 trabalhos experimentais publicados, apenas quatro trataram do estudo em dentes permanentes, três dos quais observaram microscopicamente a resposta pulpar ao material, e somente dois trabalhos compararam a resposta do MTA com o hidróxido de cálcio (EIDELMAN et al., 2001; AEINEHCHI et al., 2003;; FARSI et al., 2005; HOLAN; EIDELMAN; FUKS, 2005; NAIK; HEGDE, 2005; SALTZMAN et al., 2005; IWAMOTO et al.; 2006; MAROTO et al., 2006; CHACKO; KURIKOSE, 2006; WITHERSPOON et al., 2006). A necessidade de estudos complementares que apresentassem outros períodos experimentais, ou mesmo que comparassem os

resultados com os precursores era de grande importância no aprofundamento do conhecimento e na validação clínica do uso do MTA como capeador pulpar.

Outros trabalhos disponíveis na literatura sobre a utilização do MTA como material capeador pulpar em humanos restringiram-se a meros relatos de casos. Assim, os três casos relatados por Bodem et al. (2004) e Karabucak et al. (2005) significariam apenas 30% da presente amostra. Como os trabalhos se restringiram ao acompanhamento clínico dos casos, não podem ser relevados como base de comparação em estudos que avaliam, além das características clínicas, o perfil histomorfológico do processo de reparo referente ao tratamento capeador com MTA.

Considerou-se, assim, a importância de se compreender, pela observação microscópica, o comportamento do MTA em contato com tecidos pulpaes humanos, como fator essencial para guiar protocolos terapêuticos e traçar perspectivas clínicas para sua utilização profissional. Mesmo que o MTA já se tenha tornado um material que conquistou a confiança dos profissionais baseada em seus excelentes resultados científicos, ainda são necessários estudos que simplesmente demonstrem ao profissional como transcorre e evolui a formação da esperada barreira dentinária reacional mediante o MTA em seres humanos. A escolha do hidróxido de cálcio também foi apropriada pela ampla possibilidade comparativa oferecida pelo material, que já foi estudado com profundidade e tem aplicação clínica muito semelhante à do MTA.

Para garantir a idoneidade da análise microscópica, o presente estudo ainda se baseou nos dados aferidos por dois examinadores distintos, que não fizeram parte dos outros procedimentos clínicos realizados. Os observadores foram submetidos ainda à análise de concordância, o teste Kappa, obtendo-se índices aceitáveis para a análise, que variaram de médio a quase perfeito, conforme disposto na Tabela 6. Na tentativa de diminuir a subjetividade das interpretações, ainda foram atribuídos escores aos eventos observados, fator que propiciou a análise estatística desses eventos, além de comparações individualizadas das respostas dos materiais.

5.2 DOS RESULTADOS

A comparação da resposta pulpar a materiais endodônticos deve sempre levar em consideração o modelo experimental empregado. Um fato interessante é

que a literatura científica sobre o assunto carece de um estudo que enfoque a evolução dos processos reparatórios de acordo com o animal estudado, bem como a comparação do processo entre animais e seres humanos. O que existe, na verdade, são vários estudos isolados relatando o reparo, a formação de barreira dentinária ou não, em um único tipo de animal, com diversos tipos de materiais. Portanto, a comparação dos achados microscópicos de trabalhos realizados em animais e em seres humanos é prejudicada, devido a discrepâncias metodológicas inerentes a cada trabalho, que podem influenciar nos resultados, impedindo prever a qualidade da resposta tecidual.

Um exemplo interessante é o que ocorre com o hidróxido de cálcio, sobre cujas propriedades biológicas já existe uma enorme quantidade de estudos (ESTRELA et al., 2000; FARACO; HOLLAND, 2001). Não existe, porém, um único trabalho que informe comparativamente, por exemplo, a espessura média da barreira dentinária formada após um período pré-estabelecido (45 dias, por exemplo) em humanos, em ratos, em cães, em macacos e outros. Da mesma forma ocorre com todas as outras características morfológicas do processo de reparo pulpar e com todos os materiais existentes no mercado. O presente trabalho, como os demais existentes, também acrescentam dados comparativos, mas, como foi desenvolvido em seres humanos, considera-se mais relevante para extrapolações clínicas.

Nenhuma diferença estatística foi observada na comparação entre as respostas inflamatórias dos dois materiais avaliados nos períodos experimentais propostos. Esse resultado difere dos encontrados por Aeinehchi et al. (2003) e de Chako e Kurikose (2006): nos dois trabalhos, os autores reportaram melhor resposta do MTA. Ambos merecem, portanto, uma análise crítica especial para se considerar suas qualidades, avaliar a profundidade dos estudos e a interpretação dos resultados obtidos. Vale questionar também se os trabalhos realizaram apenas uma avaliação comparativa subjetiva dos materiais, ou se o estudo aplicou testes estatísticos específicos e apropriados para o tamanho de suas amostras.

O estudo conduzido por Aeinehchi et al. (2003) exaltou menor inflamação, hiperemia e barreira dentinária mais espessa do MTA em comparação com o hidróxido de cálcio. O trabalho apresenta algumas características peculiares que devem ser consideradas. Os autores propuseram muitos períodos experimentais, 7, 60, 90, 120 e 180 dias, porém a amostra constituía-se apenas de 14 dentes viáveis

para análise, ou seja, a quantidade de espécimes foi pequena para cada período experimental, e o período de 90 dias foi o único que alcançou cinco dentes para avaliação. A exposição pulpar realizada nos espécimes foi de 0,5mm, com broca esférica número 5. O presente trabalho realizou exposições maiores com broca esférica número 6. O tamanho da cavidade é importante, pois facilita sua limpeza com soro fisiológico e a inserção correta do material, prevenindo a permanência de fragmentos de dentina e *smear layer* residuais na superfície pulpar, que têm ação inflamatória distinta da dos materiais capeadores.

Assim, a resposta pulpar apresentada na Figura 4 do trabalho de Aeinehchi et al. (2003) pode ter sido interpretada erroneamente, pois existe a presença de fragmentos de dentina causando uma resposta inflamatória que não pode ser atribuída ao hidróxido de cálcio (Figura 4). A Figura 4 do artigo de Aeinehchi et al. (2003) em questão é reproduzida a seguir, com uma interpretação alternativa que parece mais apropriada aos eventos morfológicos apresentados.

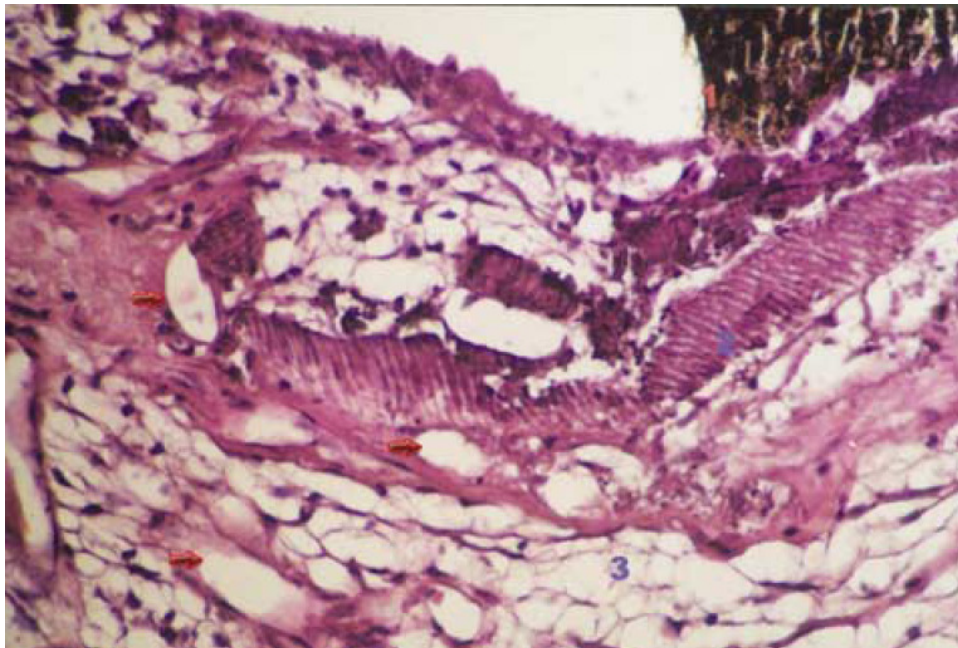


Figura 4- Reprodução da figura 4 do trabalho de Aeinehchi et al. (2003).

Nota: vários fragmentos de dentina localizados à distância do material capeador depositado irregularmente, com tecido conjuntivo e infiltrado inflamatório interposto entre a dentina e o Ca(OH)_2 . Os fragmentos dentinários apresentam características de reação do tipo corpo estranho, com superfície irregular, moderado infiltrado inflamatório relacionado, indicando que provavelmente essa dentina não foi removida no preparo da cavidade, ao invés de ser proveniente da resposta ao hidróxido de cálcio.

O trabalho que mais se assemelha ao presente estudo foi desenvolvido por Chacko e Kurikose (2006), que também realizaram a pulpotomia em pré-molares por

períodos de 28 e 56 dias, comparando os mesmos materiais. Os autores reportaram a formação de barreira mais homogênea depositada na reação ao MTA. Quando confrontados os resultados obtidos pelos autores com os demonstrados neste trabalho, é possível identificar fatores comuns, mas são as diferenças encontradas na avaliação dos espécimes que merecem maior destaque.

No referido estudo, a amostra e os períodos experimentais foram diferentes, consistindo de 31 pré-molares, 15 dentes capeados com Ca(OH)_2 e 16 com MTA. Assim, as amostras de cada material, para determinado período, foram constituídas por sete ou oito espécimes. O trabalho assemelha-se ao presente estudo, pois se dedicou à avaliação da resposta pulpar quanto à presença de inflamação e em relação à formação de barreira dentinária, porém o trabalho de Chako e Kurikose (2006) deprecia a resposta pulpar frente ao hidróxido de cálcio. Segundo esses autores, o material provocou inflamação pulpar em 12 dos 15 dentes capeados com o material, enquanto o MTA não causou nenhuma inflamação em 12 dos 16 espécimes testados. Esse resultado sofrível do hidróxido de cálcio parece não ser compatível com todo o conhecimento adquirido ao longo dos últimos 50 anos de estudo do material, considerado material de excelência para o capeamento pulpar direto desde 1920 (SELTZER; BENDER; ZIONTZ, 1963).

A avaliação conduzida no presente trabalho aponta outra direção, corroborando com o estudo realizado em cães por Myers et al. (1996), que não encontraram nenhuma diferença significativa no estado pulpar ou na barreira dentinária entre os grupos MTA e hidróxido de cálcio. Os autores concluíram que tanto o MTA quanto o hidróxido de cálcio se comportam igualmente bem como agentes capeadores pulpares. Portanto, esse trabalho é o primeiro realizado em humanos que não distingue o potencial de ambos os materiais na sua aplicação como capeadores pulpares.

Os resultados obtidos na comparação do capeamento pulpar com Dycal ou com hidróxido de cálcio P.A. em relação ao MTA são variados. Assim, essa variável deve ser levada em consideração quando se comparam os achados de estudos que utilizaram o Dycal como fonte de hidróxido de cálcio. Os trabalhos de Abedi et al. (1996) e Myers et al. (1996) são um bom exemplo dessa variável agindo como viés metodológico: o primeiro observou diferenças morfológicas das respostas teciduais estatisticamente significativas e o outro, não. Portanto, de acordo com o presente estudo, a pasta obtida pela manipulação do hidróxido de cálcio com soro fisiológico

representou certamente uma boa fonte alcalina, necessária para criar a zona de necrose superficial, além do fornecimento de íons cálcio para sua posterior mineralização.

Uma consideração clínica deve ser interpelada quando se avalia a resposta do MTA comparada a do hidróxido de cálcio. Diferente do hidróxido de cálcio, que é solúvel reabsorvível e não toma presa, o MTA é um cimento com capacidade de disponibilizar íons Ca^{2+} para a indução e mineralização da barreira dentinária, mantendo sua estrutura, com boa capacidade seladora (LEE et al., 1993; TORABINEJAD, 1994; BATES; CARNES; DEL RIO, 1996; FISCHER; ARENS; MILLER, 1998; WU et al., 1998). Essa comparação não foi alvo direto do presente estudo, pois somente foram observadas características morfológicas das respostas pulpares aos materiais experimentados. Assim, se for considerada a versatilidade dos materiais, a comparação fica muito mais favorável ao MTA, que promove ação semelhante à do hidróxido de cálcio e ainda permite que o dente capeado seja restaurado imediatamente após o capeamento, reduzindo riscos de uma nova exposição pulpar e contaminações secundárias decorrentes de um segundo acesso à cavidade após o período expectante. Essas benesses são traduzidas em comodidade ao paciente e redução de tempo clínico do profissional.

Considerando-se os resultados apresentados no presente trabalho, a existência de poucos estudos que se dedicaram ao tema, à dificuldade na obtenção de sujeitos de pesquisa e, ainda, o potencial e a importância do estabelecimento de protocolos clínicos precisos e confiáveis para serem disponibilizados na prática clínica, fica clara a necessidade de outros estudos, com maior número de amostras e maior quantidade de períodos experimentais, para confirmar os dados aqui demonstrados.

5.3 O FUTURO DO CAPEAMENTO PULPAR DIRETO

O capeamento pulpar direto é uma medida importante no dia-a-dia da prática odontológica. É extremamente comum, com alta incidência, e, quando realizado de forma consciente, baseado em um bom diagnóstico da condição pulpar no momento da exposição, pode prevenir o dente de sofrer uma intervenção endodôntica, possibilitando ao organismo do paciente defender-se da agressão sofrida. Esse fato

é ainda mais importante no caso de dentes jovens, com rizogênese incompleta ou com o ápice recém-formado, que apresentam pouca estrutura dentinária e fragilidade estrutural e biológica.

Além do MTA, outros materiais vêm sendo testados quanto à sua ação em promover o reparo pulpar pela formação de ponte de dentina, após o capeamento pulpar direto (SASAKI, KAWAMATA-KIDO, 1995; DECUP et al., 2000; SIX; LASFARGUES; GOLDBERG, 2000; 2002; NASCIMENTO et al., 2000; GOLDBERG et al., 2001; LOVSCHALL; FEJERSKOV; FLYVBJERG, 2001; ANDELIN et al., 2003). Entre as alternativas de materiais passíveis de se utilizar como capeador pulpar disponíveis no mercado, o hidróxido de cálcio é, sem dúvida, o mais estudado e com maior predicabilidade. Seu principal fator positivo é a relação custo-benefício, que supera o MTA, e mais ainda quando consideradas as substâncias biológicas manufaturadas em laboratório (BMPs, HA, NCS, BSPs, etc). Um fator que pode reverter essa posição é a assimilação dos estudos recentes que suportam a similaridade do MTA com o cimento Portland de baixo custo, tal qual o hidróxido de cálcio (SAIDON et al., 2003; BERNABÉ; HOLLAND, 2004).

Um fator que inicialmente era considerado uma contra-indicação do MTA como material de escolha no capeamento pulpar direto, ou, no mínimo, um fator limitante para sua indicação era o motivo estético, devido à coloração acinzentada do MTA (PITT FORD et al., 1996). Para anular essa limitação, o MTA branco foi introduzido no mercado (ANDELIN et al., 2003; FARACO; HOLLAND, 2004), também apresentando características de reação pulpar semelhantes às do MTA cinza. Faltam ainda estudos clínicos que se dediquem exclusivamente à questão estética do capeamento pulpar, considerando a cor do dente antes e depois do tratamento, comparando-o a dentes hígidos e tratados endodonticamente, relacionando os materiais capeadores, o tempo após o capeamento e o sucesso clínico, radiográfico e microscópico.

Como as propriedades biológicas do MTA são satisfatórias, os futuros trabalhos devem explorar ainda mais as características físicas do material. Como demonstrado por Abdullah et al. (2002), o MTA pode ser melhor fisicamente, com tempo de presa acelerado. Assim, como o manuseio do material se tornará cada vez mais fácil, com rápida presa, alta liberação de íons Ca^{2+} , insolubilidade e bom selamento microbiano, além de manter suas propriedades biológicas, certamente se tornará um produto difícil de ser superado no mercado.

Finalmente, é preciso ressaltar a importância da restauração realizada sobre o material capeador. Sendo assim, outros estudos devem ainda dedicar-se a interação entre os materiais para que, além da estética, o selamento seja garantido e o comportamento dos materiais ante às tensões fisiológicas, químicas e físicas sofridas pelo dente capeado sejam compatíveis. Tudo isso para que o procedimento de capeamento pulpar seja cada vez mais confiável, reproduzível e tenha elevado índice de sucesso.

6 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, respeitando-se as limitações da metodologia empregada, é possível concluir que

- a) não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na resposta inflamatória pulpar frente ao hidróxido de cálcio quando comparado ao MTA nos períodos de 14 e 45 dias;
- b) não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na espessura da barreira dentinária reparatória sob hidróxido de cálcio quando comparado ao MTA nos períodos de 14 e 45 dias;
- c) não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na organização da barreira dentinária reparatória frente ao hidróxido de cálcio quando comparado ao MTA nos períodos de 14 e 45 dias;
- d) os resultados mostram que as respostas pulpares ao capeamento direto utilizando o Ca(OH)_2 e o MTA são semelhantes, suportando o uso deste último como material nesta indicação clínica.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, D. et al. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. **Biomaterials**, Guilford, v. 23, n. 19, p. 4001-4010, 2002.

ABEDI, H.R. et al. The use mineral tri-oxide aggregate cement (MTA) as a direct pulp capping agent. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 4, p. 199, Apr. 1996. (Abstract n. 44)

ADAMO, H.L. et al. A comparison of MTA, super EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using bacterial microleakage model. **Int. Endod. J.**, Copenhagen, v. 32, p. 197-203, May 1999.

AEINEHCHI, M. et al. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. **Int. Endod. J.**, Copenhagen, v. 36, p. 225-231, 2003.

ANDELIN, W. E. et al. Identification of hard tissue after experimental pulp capping using dentin sialoprotein (DSP) as a marker. **J. Endod.**, Baltimore, v. 29, p. 646-650, 2003.

ASRARI, M.; LOBNER, D. In vitro neurotoxic evaluation of root-end-filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v. 29, p. 743-746, 2003.

BATES, C.F.; CARNES, D.L.; DEL RIO, C. E. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 11, p. 575-578, Nov. 1996.

BODEM, O. et al. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate in a primary molar: a case report. **Int. J. Paediatr. Dent.**, Oxford, v. 14, p. 376-379, 2004.

BERNABÉ P.F.E.; HOLLAND, R. Cirurgia paraendodôntica: como praticá-la com embasamento científico. In: ESTRELA, C. (Org.). **Ciência endodôntica**. São Paulo: Artes Médicas, 2004. Cap. 16, p. 657-797.

CAICEDO, R.; BECERRA, P.; BONILLA, S.M. Effect of different endodontic materials on cellular fibroblasts. **J. Endod.**, Baltimore, v. 26, n. 9, p. 554, Sept. 2000. (Abstract n. 6).

CAMILLIERI J, PITT FORD TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. **International Endodontic Journal**.v. 38, p. 834-42, 2001.

CHACKO, V.; KURIKOSE, S. Human pulpal response to mineral trioxide aggregate (MTA): a histologic study. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v. 30, n. 3, p. 203-209, 2006.

DECUP, F. et al. Bone sialoprotein-induced reparative dentinogenesis in the pulp of rats molar. **Clin. Oral Investig.** Berlin, v. 4, p. 110-119, 2000.

DOMINGUEZ. M. S. et al. Histological and scanning electron microscopy assessment of various vital pulp-therapy materials **J. Endod.**, Baltimore, v. 29, n. 5, p. 324-333, May 2003.

ECONOMIDES, N. et al. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. **Int. Endod. J.**, Copenhagen, v. 36, p. 44-48, 2003.

EIDELMAN, E.; HOLAN, G.; FUKS, A. B. Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 23, n. 1, p. 15-18, 2001.

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

FARACO, I. M.; HOLLAND, R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. **Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 17, p. 163-166, 2001.

FARACO, I. M.; HOLLAND, R. Histomorphological response of dogs' dental pulp capped with white mineral trioxide aggregate. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 15, p. 104-108, 2004.

FARSI, N. et al. Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v. 29, n. 4, p. 307-311, Summer 2005.

FELIPPE, W. T.; FELIPPE, M. C. S.; ROCHA, M. J. C. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. **Int. Endod. J.**, Copenhagen, v. 39, p. 2-9, 2006.

FERRIS, D.M.; BAUMGARTNER, J.C. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. **J. Endod.**, Baltimore, v. 30, n. 6, p. 422-424, June 2004.

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 filling material. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 3, p. 176-9, Mar. 1998.

FOGEL, H.M.; PEIKOFF, M.D. Microleakage of root-end filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, n. 7, p. 456-458, July 2001.

GOLDBERG, M. et al. Application of bioactive molecules in pulp-capping situations. **Adv. Dent. Res.**, Washington, v. 15, p. 91-95, Aug. 2001.

HOLAN, G.; EIDELMAN, E.; FUKS, A. B. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 27, n. 2, p. 129-136, 2005.

HOLLAND, R. et al. Mineral trioxide aggregate repair of root perforations. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, p. 281-284, 2001a.

HOLLAND, R. et al. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, p. 728-730, 1999.

HOLLAND, R. et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 3-8, 2001b.

HOLLAND, R. et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with a white mineral trioxide aggregate. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 13, p. 23-26, 2002.

HONG, C.U. et al. Healing of furcal lesions repaired by amalgam or mineral trioxide aggregate. **J. Endod.**, Baltimore, v.20, n.4, p.197, Apr. 1994. /Abstract n. 37/

IWAMOTO, C. E. et al. Clinical and histological evaluation of white ProRoot MTA in direct pulp capping. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 19, n. 2, p. 85-90, 2006.

JUNN, D.J. et al. Quantitative assessment of dentin bridge formation following pulp capping with mineral trioxide aggregate (MTA). **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 4, p. 278, Apr. 1998. (Abstract n. 29).

KARABUCAK, B. et al. Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. **Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 21, p. 240-243, 2005.

LANDS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 1, p.159-174, Mar. 1977.

LEE, S. J.; MONSEF, M.; TORABINEJAD, M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **J. Endod.**, Baltimore, v. 19, n. 11, p. 541-544, Nov. 1993.

LEE, Y-L. et al. Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. **Biomaterials**, Guilford, v. 25, p. 787-793, 2004.

LOSCHALL, H.; FEJERSKOV, O.; FLYYBJERG, A. Pulp-capping with recombinant human insulin-like growth factor I (rhIGF-I) in rat molars. **Adv. Dent. Res.**, Washington, v. 15, p. 108-112, Aug. 2001.

MAROTO, M. et al. Dentin bridge formation after white mineral trioxide aggregate (white MTA) pulpotomies in primary molars. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 19, n. 2, p. 75-79, Apr. 2006.

MENEZES, R. et al. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wound dressings. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 98, p. 376-379, 2004.

MYERS, K. et al. The effects of mineral trioxide aggregate on the dog pulp. **J. Endod.**, Baltimore, v.22, n.4, p.198, Apr. 1996. (Abstract n. 39).

MOGHADDAME-JAFARI, S. Effect of ProRoot MTA on pulp cell apoptosis and proliferation in vitro. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, p. 387-391, 2005.

NASCIMENTO, A. B. et al. Biocompatibility of a resin-modified glass-ionomer cement applied as pulp capping in human teeth. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, n. 1, p. 28-34, Feb. 2000.

NAIK, S.; HEGDE, A. M. Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: An in vivo study. **J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.**, Chandigarh, v. 23, p. 13-16, 2005.

NAKATA, T.T.; BAE, K.S.; BAUMGARTNER, J.C. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 3, p. 184-186, Mar. 1998.

PARIROKH, M. et al. A comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate as pulp capping agents in dog's teeth. **Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 21, p. 150-154, 2005.

PITT FORD, T.R. et al. Use de mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 79, n. 6, p. 756-763, June 1995.

PITT FORD, T.R. et al. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. **J. Amer. Dent Assoc.**, Chicago, v. 127, p. 1491-1494, 1996.

SAIDON, J. et al. Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 95, p. 483-489, 2003.

SALTZMAN, B. et al.. Assessment of a novel alternative to conventional formocresol-zinc oxide eugenol pulpotomy for the treatment of pulpally involved human primary teeth: diode laser-mineral trioxide aggregate pulpotomy. **Int. J. Paediatr. Dent., Oxford**, v. 15, p. 437-447, 2005.

SASAKI, T.; KAWAMATA- KIDO, H. Providing and environment for reparative dentine induction in amputated rat molar pulp by high molecular- weight hyaluronic acid. **Arch. Oral. Biol.**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 209-219,1995.

SELTZER, S.; BENDER, I.B.; ZIONTZ, M. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. Part I. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, Saint Louis, v. 16, p. 846-871, 1963.

SIX, N.; LASFARGUES, J.J.; GOLDBERG, M. Differential repair responses in the coronal and radicular areas of the exposed rat molar pulp induced by recombinant human bone morphogenetic protein 7 (osteogenic protein 1). **Arch. Oral. Biol.**, Oxford, v. 47, p. 177-187, 2002.

SIX, N.; LASFARGUES, J.J.; GOLDBERG, M. In vivo study of the pulp reaction to Fuji IX, a glass ionomer cement. **J. Dent.**, Guildford, v. 28, p. 413-422, 2000.

SOARES, I.M.L. **Resposta pulpar ao MTA – Agregado de Trióxido Mineral – comparada ao hidróxido de cálcio, em pulpotomias.** Histológico em cães. Florianópolis, 1996. 74p. Concurso (Professor Titular) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

TANG, H. M.; TORABINEJAD, M.; KETTERING, J. D. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 1, p. 5-7, Jan. 2002.

TAKITA, T. et al. Effect of mineral trioxide aggregate on proliferation of cultured human dental pulp cells. **Int. Endod. J.**, Copenhagen, v. 39, p. 415-422, 2006.

TORABINEJAD, M. et al. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. **J. Endod.**, Baltimore, v. 20, n. 4, p. 159-163, Apr. 1994.

TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **J. Endod.**, Baltimore, v. 21, p. 349-353, 1995a.

TORABINEJAD, M. et al. Cytotoxicity of four root- end filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v. 21, p. 489-492, 1995b.

TORABINEJAD, M. et al. Tissue reaction to implanted Super EBA and Mineral Trioxide Aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. **J. Endod.**, Baltimore, v. 21, p. 569-571, 1995c.

TORABINEJAD, M. et al. Investigation of mineral trioxide aggregate for root end filling in dogs. **J. Endod.**, Baltimore, v. 21, p. 603-608, 1995d.

TORABINEJAD, M. et al. Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as root end filling material in monkeys. **J. Endod.**, Baltimore, v. 23, p. 225-228, 1997.

TORABINEJAD, M. et al. Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, p. 468-471, 1998.

TORABINEJAD, M.; CHIVIAN, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, n. 3, p. 197-205, Mar. 1999.

TZIAFAS, D. et al. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. **Int. Endod. J.**, Copenhagen, v. 35, p. 245-254, 2002.

WITHERSPOON, D. E.; SMALL, J. C.; HARRIS, G. Z. Mineral trioxide aggregate pulp potomies: a case series outcomes assessment. **J. Amer. Dent Assoc.**, Chicago, v. 137, n. 5, p. 610-618, 2006.

WU, M.K.; KONTAKIOTIS; WESSELINK. Long-term seal provided by some root-end filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 8, p. 557-560, Aug. 1998.

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento, que atende a exigências legais, o Sr. (a) -----
-----,
portador da cédula de identidade-----, após explicação
detalhada do profissional e assinatura de uma carta de esclarecimento, em seus
mínimos detalhes, sobre os serviços e procedimentos aos quais será submetido, não
restando nenhuma dúvida a respeito do lido e explicado, firma seu
CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, concordando em participar da
pesquisa proposta.

Fica claro que o paciente, ou seu representante legal, pode a qualquer momento
retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar desta
pesquisa, ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e
guardadas por força de sigilo profissional (Art. 9º do Código de Ética Odontológica).

Por estarem de acordo, assinam o presente termo em 2 vias

Vitória-ES, -----de-----de ,200

Assinatura do Paciente

Assinatura do Autor

ANEXO B - CARTA DE INFORMAÇÃO AO PACIENTE

Este trabalho analisará dentes pré-molares que, por indicação ortodôntica, serão extraídos. Antes da extração, esses dentes vão ser abertos com uma pequena exposição da polpa. A partir daí, será colocada uma substância no interior do dente em questão e este será fechado com um curativo, sem nenhum problema de saúde para o paciente. Aguardado o prazo de 14 ou 45 dias, esses dentes serão extraídos e colocados em solução para posterior análise. Todos os procedimentos serão realizados no consultório particular da pesquisadora ou na clínica da ABO - ES.

O participante da pesquisa será identificado por um número conhecido apenas pela pesquisadora. Nenhum resultado será reportado com identificação pessoal. Todos os cuidados serão tomados para a manutenção de sigilo de sua identidade. Caso a pesquisa seja publicada, seu nome não será identificado.

Não será solicitado outro comparecimento do pesquisado além do marcado para o dia do procedimento. Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou da necessidade de reportar injúrias ou danos relacionados a ela, os pais devem entrar em contato com a Dr.ª Patrícia de Oliveira Penina Moreira César.

Este estudo não acarretará nenhum ônus para o paciente, e a colaboração é voluntária. Temos certeza de que podemos contar com sua valiosa colaboração.

Recebi as informações referentes aos procedimentos através da Cirurgiã Dentista Patrícia de Oliveira Penina Moreira César junto com o convite para participar da pesquisa e a garantia de sigilo, reconhecendo a relevância de cunho científico do estudo por ela realizado. Diante dos esclarecimentos, concordo em participar desta pesquisa ciente que não causará nenhum dano à minha pessoa.

Por estarem de acordo, assino o presente termo em duas vias.

Vitória-ES, -----de -----de-----

Assinatura do Paciente

Assinatura do Autor

ANEXO C - MODELO DE CARTA PARA AUTORIZAÇÃO DOS PAIS

Prezados Pais,

A aluna Patrícia de Oliveira Penina Moreira César, do curso de Doutorado em Endodontia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, está participando de uma pesquisa em que dentes pré-molares com indicação ortodôntica de extração sofrerão um procedimento pelo qual serão abertos com uma pequena exposição pulpar sob efeito de anestesia local. Vai ser feito um curativo nesse dente e, após o tempo estipulado, ele será extraído. Esse procedimento será realizado no consultório particular da aluna ou na clínica da ABO-ES, não acarretando nenhum risco à saúde do paciente.

Sendo assim, solicitamos a aprovação dos senhores pais ou responsáveis para a realização deste trabalho, esclarecendo que cada um receberá uma cópia desta carta.

O participante da pesquisa será identificado por um número conhecido apenas pela pesquisadora. Nenhum resultado será reportado com identificação pessoal. Todos os cuidados serão tomados para a manutenção de sigilo de sua identidade. Caso a pesquisa seja publicada, seu nome não será identificado.

Este estudo não acarretará nenhum ônus para a criança, seus pais ou responsáveis. A colaboração é voluntária, por essa razão solicitamos que assinale a folha, se a decisão for autorizar a participação do seu filho na pesquisa. Temos certeza de que podemos contar com sua valiosa colaboração.

Não será solicitado outro comparecimento do pesquisado além do marcado para o dia do procedimento. Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou da necessidade de reportar injúrias ou danos relacionados a ela, os pais devem entrar em contato com a Dr.ª Patrícia de Oliveira Penina Moreira César pelo telefone (027) 99829796.

Atenciosamente,

Patrícia de Oliveira Penina Moreira César

Pais ou responsáveis

- () Sim, autorizo meu filho a participar do estudo.
() Não autorizo meu filho a participar do estudo.

Assinatura do pai ou responsável

ANEXO D



ABO-ES
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Certificamos que o Projeto pesquisa intitulado

“Análise Microscópica de Cypeamento Pulpar Direto com Diferentes Materiais em Dentes Humanos”
sob o protocolo n.º 030/05, FR N.º 75301 CAEE N.º 0022.0.188.250-05 do pesquisador Patrícia de Oliveira Penina,
sob a responsabilidade do Professor Dalton José Sousa Costa.

está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.
Vitória (ES), 16/12/2005

We certify that the research project with title

“Análise Microscópica de Cypeamento Pulpar Direto com Diferentes Materiais em Dentes Humanos”

protocol n.º 030/05, FRN.º 75301 CAEE N.º0022.0.188.250-05 by Researcher, Patrícia de Oliveira Penina, reponsability by do Professor
Dalton José Sousa Costa

is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/ Health Department (BR) and war approved by the Etical Committee in Reaseach at
ABO-ES.

Vitória, 16 de dezembro de 2005.

Jacqueline Aparecida Crivillin
Secretária – CEP/ ABO-ES

Prof. Dalton José Sousa Costa
Coordenador – CEP/ ABO-ES

ANEXO E



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA




Rio de Janeiro, 12 de dezembro de 2006

Do: Comitê de Ética em Pesquisa
Prof. Paulo José D'Albuquerque Medeiros
Para: Aut. Patrícia de Oliveira Penina
Orient. Prof^a. Sandra Rivera Fidel

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, após avaliação, considerou o projeto (1662-CEP/HUPE) "ANÁLISE MICROSCÓPICA DO CAPEAMENTO PULPAR DIRETO COM DIFERENTES MATERIAIS EM DENTES HUMANOS" aprovado, encontrando-se este dentro dos padrões éticos da pesquisa em seres humanos, conforme Resolução n.º196 sobre pesquisa envolvendo seres humanos de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, bem como o consentimento livre e esclarecido.

O pesquisador deverá informar ao Comitê de Ética qualquer acontecimento ocorrido no decorrer da pesquisa.

O Comitê de Ética solicita a V. Sa., que ao término da pesquisa encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto.


Prof. Paulo José D'Albuquerque Medeiros
Membro do Comitê de Ética em Pesquisa

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
HUPE / UERJ

**ANEXO F - TERMO DE RESPONSABILIDADE E BIOÉTICA PESQUISADOR/
INSTITUIÇÃO/SUJEITO**

Eu, Patrícia de Oliveira Penina Moreira César, declaro que tornarei pública, por meio de publicações científicas odontológicas, a pesquisa intitulada ANÁLISE MICROSCÓPICA DE CAPEAMENTO PULPAR DIRETO COM DIFERENTES MATERIAIS EM DENTES HUMANOS.

Declaro ainda que todo o material será utilizado única e exclusivamente para a elaboração da tese de Doutorado, com vistas à obtenção do título de Doutor em Endodontia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro. A Instituição poderá dispor de todo o material, caso seja solicitado.

Declaro também que os dados coletados serão usados e destinados exclusivamente para fins científicos nacionais e internacionais, mantendo-se em sigilo o nome dos sujeitos participantes, e em hipótese alguma poderão ser utilizados para fins comerciais ou lucrativos.

Patrícia de Oliveira Penina Moreira César

Aluna do Curso de Doutorado em Endodontia - UERJ

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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