



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

**COMPORTAMENTO BIOLÓGICO DO TECIDO
CONJUNTIVO SUBMUCOSO AO IMPLANTE DO
AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL, CIMENTO
PORTLAND PURO E ACRESCIDO DE 20% DE ÓXIDO
DE BISMUTO. ESTUDO EXPERIMENTAL EM RATOS.**

Kercya da Silva Paim

SALVADOR - BAHIA

2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**COMPORTAMENTO BIOLÓGICO DO TECIDO
CONJUNTIVO SUBMUCOSO AO IMPLANTE DO
AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL, CIMENTO
PORTLAND PURO E ACRESCIDO DE 20% DE ÓXIDO
DE BISMUTO. ESTUDO EXPERIMENTAL EM RATOS.**

KERCYA DA SILVA PAIM

Dissertação apresentada ao Mestrado em Odontologia da Universidade Federal da Bahia, área de concentração em Clínica Odontológica, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Ramalho

Co-Orientador: Prof. Dr. Sílvio Albergaria

SALVADOR - BAHIA

2004

Dedico esse trabalho a meus pais, Edilson e Esmeralda, pela formação moral e educação que me proporcionaram e pela oportunidade de desenvolvimento científico. Vocês são meus amarecos. A meu amor Guga, por me dar suporte, companheirismo, amor e compreensão. E a minha filhota Maria Luiza, que é a coisa mais sublime que Deus pôde me dar e minha grande conquista.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS pela dádiva da vida e pela lucidez de querer sempre aprender mais e mais.

A meus pais pela imensa dedicação e amor em todos os momentos de minha vida.

A minha mãe pelo apoio, tomando conta de minha pimpolha Maria Luiza, para que eu desse andamento a esse trabalho.

À minha orientadora, Prof. Dra. Luciana Ramalho, antes de mais nada, por ter confiado no meu projeto inicial. Agradeço a orientação, disponibilidade e atenção dispensadas, apesar de tê-la que dividir com a Coordenação do Mestrado, com Bráulio ... serei sempre grata. E agora, por ter deixado de curtir seu filhinho Guilherme para as últimas correções.

A meu marido Guga, por ter me ajudado na parte experimental da pesquisa, dividindo comigo a ansiedade, os problemas e por fim as conquistas. Por ter dispensado grande parte do seu tempo com o meu trabalho, agradeço de coração. Te amo!!! “Como é grande o meu amor por você!”

Aos professores do Mestrado, em especial ao Prof. Dr. Sílvio Albergaria, que com muita simplicidade e sabedoria, soube conduzir como ninguém as

disciplina relacionadas à área de concentração em Endodontia, e fez com que hoje me sinta preparada para ensinar tendo respeito e carinho pelo que faço. Pela oportunidade de conviver e aprender cada vez mais a Endodontia, além da co-orientação que foi essencial para que esse projeto se realizasse, obrigada mesmo!

À minha professora e amiga Cristina Reiss, que é responsável por ter me ensinado a dar os primeiros passos dentro da Especialidade Endodontia e continuar a trilhar o caminho dos estudos.

Ao Prof. Dr. José Antônio Poly Figueiredo, de quem partiu a idéia inicial do projeto para seleção do Mestrado e a quem tenho muito carinho e admiração.

A todos os meus colegas de mestrado, Chu, Ana Graça, Soninha, Paty, Darcy, Rhyna, Lú Koser, Carol, Bráulio, Léo Muniz, Léo Provedel, Verônica, Cláudia, Fúlvio, Ana Karina, Alessandro, Myrian, pelos bons momentos vividos juntos.

Em especial a Chu, Ana Graça e Soninha, pelo convívio mais estreito, por serem da mesma área de Endodontia e pela amizade que ficou. Paty e Darcy por terem suportado meus estresses, muito obrigada mesmo Amigas!

A Profa. Dra. Aparecida Marques pelos toques no período final da Dissertação e por confiar em mim como pessoa responsável e digna.

Ao Dr. Orestes Farias da Paixão, médico veterinário responsável pelo Biotério da Universidade Estadual de Feira de Santana, pela orientação quanto ao tratamento dos animais e monitoramento dos mesmos.

À Verônica Santos Martins, bióloga do Biotério da Universidade Estadual de Feira de Santana, muito grata pela ajuda.

À Dona Lurdes pelo processamento histológico na confecção das lâminas.

Às bibliotecárias Valdete e Tânia, pela ajuda nos levantamentos bibliográficos e ficha catalográfica, sempre sorridentes com muita simpatia, obrigada!

Ao Dr. Maurício Cardeal que realizou a Análise Estatística.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para mais essa grande conquista.

(...) Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito (...) Não somos o que deveríamos ser, mas somos o que iremos ser. Mas graças a DEUS, não somos o que éramos.

(Martin Luther King)

RESUMO

RESUMO

Devido à semelhança entre a composição química do Agregado de Trióxido Mineral (MTA) e o cimento Portland, várias pesquisas vêm sendo realizadas a fim de viabilizar o uso odontológico do cimento Portland. O objetivo do presente estudo foi analisar o comportamento biológico do tecido conjuntivo submucoso de ratos, ao implante de tubos de polietileno contendo MTA, cimento Portland, cimento Portland acrescido de 20% de óxido de bismuto, nos tempos experimentais de 1, 2 e 12 semanas. Foram utilizados 45 ratos, distribuídos aleatoriamente em três grupos de quinze animais, de acordo com os tempos experimentais. Em cada animal foram realizados dois leitos cirúrgicos na região de filtro superior, onde do lado direito se colocava o grupo experimental e do lado esquerdo, o grupo controle. Decorridos os períodos experimentais, cinco animais de cada grupo foram sacrificados e as características do processo inflamação-reparo foram avaliadas pela técnica histológica de rotina e pela coloração de picosirius red, específica para colágeno. A análise estatística dos resultados mostrou que não havia diferença estatisticamente significativa entre os diferentes materiais testados nos três tempos analisados. Em todos os grupos observou-se decréscimo da resposta inflamatória nos tempos mais prolongados e aumento da quantidade e organização das fibras colágenas denotando que todos os materiais avaliados, implantados em tecido submucoso de ratos, proporcionam reparo a longo prazo.

Palavras-Chave: Agregado de Trióxido Mineral (MTA); Cimento Portland;
Comportamento Biológico.

ABSTRACT

ABSTRACT

Due to similarity between the chemical composition of the Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and the Portland cement, some researches have been done to become viable the dentistry use of the Portland cement. The aim of the present study was to evaluate the biological behavior of the submucous conjunctive tissue of rats, to the implantation of polyethylene pipes contents MTA, Portland cement, Portland cement added of 20% of bismuth oxide, in the experimental times of 1, 2 and 12 weeks. Forty five rats were distributed in three groups of fifteen animals, in accordance with the experimental periods. In each animal two surgical stream beds in the region of superior filter, where of the right side were placed the experimental group and in the left side the control group. After the experimental periods, five animals of each group had been sacrificed and the characteristics of the process inflammation-repair had been evaluated by histological technique of routine and the coloration of picosirius red, specific for collagen. The statistical analysis of the results showed no significant differences between the different tested materials at the three experimental periods. In all the groups were observed decrease of the inflammatory response along time and increase of the amount and organization of collagen staple fibres denoting that all the evaluated materials, implanted in rats provide repair at long term.

Key-Words: Mineral Trioxide Aggregate; Portland cement; Biological behavior

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pro Root® - MTA.....	82
Figura 2 – Cimento Portland.....	82
Figura 3 - Agentes Anestésico.....	83
Figura 4 – Animal sendo anestesiado.....	87
Figura 5 – Retalho Cirúrgico.....	87
Figura 6 – Escalpes representativos dos grupos experimental (preenchido com cimento) e do controle (sem preenchimento).....	87
Figura 7 – Inserção do escalpe com material no leito cirúrgico.....	87
Figura 8 - Fotomicrografia do Grupo Controle (1 semana). Observa-se Infiltrado linfoplasmocitário leve em região peritubular. H/E, aumento aproximado 40x.....	89
Figura 9 - Fotomicrografia do Grupo Controle (1 semana). Observa-se a presença de fibras colagênicas dispostas paralelamente à superfície do tubo. Picrosirius red, aumento aproximado 40x.....	89
Figura 10 - Fotomicrografia do Grupo M (1 semana). Observa-se subjacente ao espaço ocupado pelo tubo presença de células gigantes multinucleadas tipo corpo estranho e macrófagos realizando fagocitose de material exógeno. H/E, aumento aproximado 200x.....	90

- Figura 11 - Fotomicrografia do Grupo M (1 semana). Observa-se hiperemia vascular, edema e moderado infiltrado inflamatório de celularidade mista. H/E, aumento aproximado 100x.....91
- Figura 12 - Fotomicrografia do Grupo M (1 semana). Observa-se neoformação colagênica desorganizada envolvendo a superfície do tubo. Picrosirius red, aumento aproximado 100x.....91
- Figura 13 - Fotomicrografia do Grupo PB (1 semana). Observa-se pigmento exógeno disperso pelo tecido submucoso e no interior de macrófagos. H/E, aumento aproximado 100x.....92
- Figura 14 - Fotomicrografia do Grupo PB (1 semana). Observa-se fibrilas colágenas envolvendo a superfície do tubo de forma desorganizada. Picrosirius red, aumento aproximado 100x.....93
- Figura 15 - Fotomicrografia do Grupo P (1 semana). Observa-se subjacente à área do tubo, intensa proliferação fibroblástica, delicados vasos capilares e infiltrado linfoplasmocitário discreto. H/E, aumento aproximado 200x.....94
- Figura 16 - Fotomicrografia do Grupo P (1 semana). Observa-se intensa deposição de fibrilas colágenas paralelamente à superfície do tubo, porém sem uma delimitação evidente da sua interface. Picrosirius red, aumento aproximado 100x.....94
- Figura 17 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo controle (2 semanas). Observa-se espaço ocupado pelo tubo em região submucosa delimitado por área de condensação fibrosa. H/E, aumento aproximado 40x (A); Picrosirius red aumento 40x (B).....95
- Figura 18 – Fotomicrografia do Grupo M (2 semanas). Observa-se área de condensação fibrosa peritubular e presente de material exógeno extravasado no interior de macrófagos e células gigantes multinucleadas. H/E, aumento

- aproximado de 40x.....96
- Figura 19 – Fotomicrografia do Grupo M (2 semanas). Observa-se área de condensação fibrosa de distribuição paralela à superfície do tubo. Picrosiurs red, aumento aproximado de 100x.....96
- Figura 20 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo PB (2 semanas). Observa-se condensação fibrosa paralela ao espaço ocupado pelo tubo e subjacente, macrófagos contendo em seu citoplasma fragmento exógeno extravasado assim como o material disperso pelo tecido. H/E, aumento aproximado de 100x(A); Picrosirius red, aumento aproximado de 200x(B).....97
- Figura 21 – Fotomicrografia do Grupo P (2 semanas) Observa-se a presença de macrófagos contendo em seu interior pigmento exógeno. H/E aumento aproximado de 400x.98
- Figura 22 – Fotomicrografia do Grupo P (2 semanas). Observa-se condensação fibrosa paralela ao espaço ocupado pelo tubo. Picrosirius aumento aproximado de 400x.....99
- Figura 23 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo Controle (12 semanas). Observa-se delimitação do espaço peritubular por cápsula de tecido conjuntivo fibroso. H/E, aumento aproximado de 40x(A). Picrosirius red, aumento aproximado de 200x(B).....100
- Figura 24 – Fotomicrografia do Grupo M (12 semanas). Observa-se reação de corpo estranho. H/E, aumento aproximado de 400x.....101
- Figura 25 – Fotomicrografia do Grupo M (12 semanas). Observa-se condensação fibrosa peritubular. Picrosirius red aumento aproximado de 40x.....101
- Figura 26 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo PB (12 semanas). Observa-se reação de corpo estranho delimitada por cápsula de tecido fibroso. H/E, aumento aproximado 40x(A). Picrosirius red, aumento aproximado de 40x (B).....102

- Figura 27 – Fotomicrografia do Grupo P (12 semanas). Observa-se reação de corpo estranho em tecido submucoso. H/E aumento aproximado de 200x.....103
- Figura 28 – Fotomicrografia do Grupo P (12 semanas). Observa-se condensação fibrosa peritubular. Picrosirius red aumento aproximado de 100x.....103

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

cm	Centímetro
Ca(OH) ₂	Hidróxido de Cálcio
EDX.....	Energy Dispensive x-Ray
EUA.....	Estados Unidos da América
FC.....	Formocresol
FDA.....	Food and Drugs Administration
g.....	Gramma
h.....	Hora
IRM.....	Intermediate Restorative Material
MEV.....	Microscópio Eletrônico de Varredura
mL.....	mililitro
mm.....	milímetro
Mpa.....	Mega Pascal
MTA.....	Agregado de Trióxido Mineral
OZE.....	Óxido de Zinco e Eugenol
PA.....	Pró-análise
pH.....	Potencial Hidrogeniônico
PTA.....	Ácido Fosfotúngstico
PV.....	Peso/Volume
%.....	Percentual
°.....	Grau
°C.....	Graus Celsius

®Marca Registrada

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	
1. INTRODUÇÃO	22
2. REVISÃO DE LITERATURA	26
2.1. MTA	26
2.2. CIMENTO PORTLAND	67
3. PROPOSIÇÃO	79
4. MATERIAL E MÉTODOS	81
4.1. DESIGN DA PESQUISA	81
4.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA	81
4.3. COLETA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	82
4.4. ANÁLISE DOS DADOS	86
5. RESULTADOS	88
6. DISCUSSÃO	108
7. CONCLUSÕES	119
REFERÊNCIAS	121
ANEXOS	127
ANEXO A - Declaração de Normas Éticas do Uso de Animais...	127
ANEXO B - Tabela 1: Presença de Inflamação em cada material em tempos diferentes.....	128
ANEXO C - Tabela 2: Tipo de inflamação de cada material em tempos diferentes.....	129
ANEXO D - Tabela 3: Componentes celulares de cada material em diferentes tempos.....	130
ANEXO E - Tabela 4: Componentes não-celulares da cada material em diferentes tempos.....	131

INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO

O surgimento de novos materiais é uma constante dentro da Odontologia. Esta renovação é em parte fruto da busca pela excelência técnico-científica e tem contribuído para a evolução continuada das especialidades odontológicas, principalmente nas duas últimas décadas. O aprimoramento da Odontologia se dá pela união dos conhecimentos do profissional a instrumentos, aparelhos de alta tecnologia e materiais. Antes de chegar ao mercado, existe uma série de requisitos que os materiais devem preencher e para isso são realizadas pesquisas científicas exaustivas acerca das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, para que seu uso clínico seja seguro e eficiente.

O Agregado de Trióxido Mineral (MTA) é um material que foi desenvolvido na Universidade de Loma Linda (Califórnia - EUA) e a partir de então, os resultados dos inúmeros trabalhos de pesquisa têm levado a sua utilização nas práticas odontológicas.

O MTA é um cimento que pode ser utilizado para vários fins, como por exemplo, nos capeamentos pulpaes, pulpotomias, cirurgias pararendodônticas como material retrobturador, selamento de perfurações de furca e radiculares. É um material dotado de alta biocompatibilidade, se comporta bem em meio úmido, ótimo selador e que à semelhança do uso de hidróxido de cálcio sobre a polpa, induz a formação de barreira de tecido duro devido ao seu elevado pH. Estas excelentes propriedades físicas e biológicas, ótima atividade na resposta

tecidual e capacidade antimicrobiana, justificam a utilização do MTA na Endodontia (ARENS e TORABINEJAD, 1997; PITT FORD *et al.*, 1994; PITT FORD *et al.*, 1996; TORABINEJAD *et al.*, 1995b; TORABINEJAD e CHIVIAN, 1999).

Os resultados dos estudos apresentados na literatura mostram que o MTA possui um futuro promissor dentro da Odontologia, mas o seu acesso aos profissionais, que muitas vezes sabem de suas propriedades e vantagens em relação a outros materiais, é limitado em decorrência de seu custo elevado.

O cimento Portland, amplamente utilizado na Engenharia Civil, também conhecido como cimento de pedreiro, possui basicamente os mesmos componentes químicos que o MTA, a exceção do bismuto que confere radiopacidade ao MTA e não é encontrado no cimento Portland (Estrela *et al.*, 2000). Pequenas diferenças podem ser encontradas entre marcas comerciais desse cimento, devido ao fabricante ou ao local da extração do mineral.

A semelhança na composição química do cimento Portland com o MTA e o seu reduzido custo, vem despertando o interesse para a sua utilização na Odontologia, embora a sua baixa radiopacidade seja um fator limitante para esses fins. Ainda existe uma grande carência de estudos científicos que atestem principalmente suas propriedades biológicas antes da sua aceitação na clínica.

A adição de substâncias radiopacizantes ao cimento Portland, desde que mantida sua característica de biocompatibilidade, além da manutenção de suas propriedades físico-químicas, mecânicas e antimicrobianas, poderia incrementar seu uso na Odontologia (TRINDADE, OLIVEIRA e FIGUEIREDO, 2003).

Desta forma, o presente trabalho se propõe a avaliar o comportamento histológico do tecido conjuntivo submucoso de ratos ao implante de tubos de polietileno contendo MTA, cimento Portland puro e acrescido de 20% de óxido de bismuto.

REVISÃO DE LITERATURA

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MTA

O primeiro trabalho que fez referência a um novo material usado para reparo de perfurações radiculares laterais chamado de Agregado de Trióxido Mineral (MTA), foi descrito por Lee *et al.* (1993) , os quais sugeriam que esse material vem a ser a revolução entre os materiais retrobturadores. Essa publicação na literatura internacional, segundo Busato *et al.* (1999), é consequência de diversos estudos pilotos desenvolvidos pelos pesquisadores supracitados.

O MTA foi um material desenvolvido na Universidade de Loma Linda (Califórnia - EUA), pelo professor Mahmoud Torabinejad e sua equipe. O MTA é um pó (branco ou cinza), que consiste de partículas hidrofílicas que se solidificam na presença de água e por isso o contato do material com os fluidos periapicais serve de estímulo para o início das reações químicas de endurecimento. Seus principais componentes são silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico e óxido de silicato, além de outros óxidos minerais e do óxido de bismuto utilizado para dar radiopacidade ao material (BUSATO *et al.*, 1999; DEZAN Jr. e GARCIA,1998 ; LEE *et al.*, 1993; LEONARDO e LEAL,1998; TORABINEJAD *et al.*,1993; TORABINEJAD *et al.*,1995c).

As principais moléculas presentes no MTA são íons de cálcio e fósforo, sob a forma de óxido de cálcio e fosfato de cálcio. Devido a esses íons também serem os principais componentes dos tecidos duros dentais, o MTA prova ser biocompatível quando usado em contato com células e tecidos. O óxido de cálcio se apresenta como cristais discretos, cuja composição média dos prismas é de 87% de cálcio, 2,47% de sílica e o restante de oxigênio. O fosfato de cálcio se apresenta como uma estrutura amorfa, com a aparência granular que contém 49% de fosfato, 2% de carbono, 3% de cloreto e 6% de sílica (TORABINEJAD *et al.*, 1995c; TORABINEJAD *et al.*, 1995f).

O MTA deve ser preparado imediatamente antes do seu uso. Suas características dependem do tamanho das partículas, da proporção pó-líquido, temperatura, presença de água e de vácuo entre as partículas (TORABINEJAD *et al.*, 1993). Os pesquisadores preconizam a sua manipulação em soro fisiológico seguindo a proporção pó-líquido de 3:1, obtendo-se uma consistência de pasta de vidraceiro (LEE *et al.*, 1993; TORABINEJAD e CHIVIAN, 1999).

Quanto às propriedades físicas e químicas, o pH do MTA imediatamente após a manipulação é 10.2, elevando-se para 12.5 no período de 3 horas e se mantendo constante a partir de então, o qual é similar ao do hidróxido de cálcio, justificando assim a formação de barreira de tecido duro quando é usado tanto em obturações retrógradas como em capeamentos pulpares. O tempo de endurecimento é em torno de 3 horas, (TORABINEJAD *et al.*,

1993;TORABINEJAD *et al.*, 1995c). Sua força de compressão é baixa nas primeiras 24 horas, mas com o passar do tempo (21 dias) essa se compara à do super-EBA e IRM (próximo de 70 Mpa), mas é significativamente menor que a do amálgama (311 Mpa) (ABEDI e INGLE, 1995). Não mostra sinais de solubilidade em água (TORABINEJAD *et al.*,1995c). E ainda quanto à solubilidade, solidifica-se em estrutura dura apresentando solubilidade insignificante, ao contrário do hidróxido de cálcio (PITT FORD *et al.*, 1996).

O material ideal para uso odontológico deve ser biocompatível, apresentar as características físicas requeridas em termos de selamento e manipulação, induzindo a regeneração tecidual (ABEDI e INGLE, 1995).

Segundo Torabinejad e Chivian em 1999, vários estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado que o MTA previne infiltração, é biocompatível e promove regeneração dos tecidos originais quando colocado em contato com a polpa dental e tecidos perirradiculares. Schmitt, Lee e Bogen em 2001, afirmam que o MTA é um material recentemente aprovado pela FDA para uso em terapia pulpar por ser um material com biocompatibilidade, habilidade de selamento e menos citotoxicidade que outros materiais comumente usados na terapia pulpar.

As excelentes propriedades demonstradas pelo MTA levam à várias indicações clínicas dentro da odontologia como: retrobturações em cirurgias pararendodônticas , selamento de perfurações radiculares ou de furca,

capeamento pulpar, pulpotomia e ainda em apicificação de dentes imaturos (DEZAN Jr. e GARCIA, 1998; TORABINEJAD e CHIVIAN, 1999).

O retratamento de casos de insucessos endodônticos é o tratamento de escolha, porém pode também resultar em insucessos, então quando as tentativas não-cirúrgicas causam insucessos ou são contra-indicadas, a terapia cirúrgica endodôntica é necessária para salvar o dente. O procedimento consiste usualmente na exposição do ápice envolvido, remoção da porção apical da raiz, preparo de uma cavidade classe I e inserção do material na cavidade (TORABINEJAD *et al.*, 1993; TORABINEJAD e PITT FORD, 1996).

A despeito do alto índice de sucesso do tratamento endodôntico convencional, algumas situações clínicas podem implicar na necessidade de cirurgiaarendodôntica. Os procedimentos cirúrgicos na região periapical são basicamente de três tipos: curetagem, apicectomia e apicectomia com obturação apical. No entanto, este recurso terapêutico também pode apresentar fracassos. A maioria dos insucessos nos tratamentos cirúrgicos com retrobturações está diretamente relacionada com a falta de capacidade de vedação dos diferentes materiais utilizados com essa finalidade, que não permitem obter uma obturação hermética do sistema de canais radiculares (VALOIS e COSTA Jr., 2003). O material retrobturador deve apresentar boas propriedades físico-químicas, proporcionando adequado selamento devendo aderir e se adaptar nas paredes dentinárias do preparo da porção apical, prevenindo a infiltração de microorganismos e seus subprodutos dos tecidos

perirradiculares; além de satisfatória característica biológica, ser biocompatível (DUARTE *et al.*, 2003; TANOMARU FILHO, TANOMARUe ISHIKAWA, 2003; TORABINEJAD *et al.*, 1993). Contudo, nenhum material tem sido encontrado com todas essas características ou maioria das propriedades “ideais” de um material retrobturador (TORABINEJAD *et al.*, 1993). O MTA tem recebido muita atenção devido às suas excelentes propriedades (DUARTE *et al.*, 2003).

Torabinejad *et al.* (1993) utilizaram o MTA, amálgama e Super- EBA como materiais de retrobturações e avaliaram suas capacidades seladoras. Após o preparo e obturação de 30 canais de dentes unirradiculares, as suas superfícies externas foram seladas com esmalte de unha, os 3mm apicais foram removidos e cavidades de 3mm foram preparadas. As raízes foram então divididas entre os três grupos de 10 unidades e as cavidades apicais seladas com os materiais experimentais. Duas unidades serviram como controles positivos (instrumentadas e obturadas sem o cimento) e duas como controles negativos (instrumentadas e obturadas com guta-percha e cimento, e com suas superfícies externas impermeabilizadas com esmalte de unha). Todos os dentes permaneceram por 24 horas em corante rodamina B para posteriormente serem seccionados longitudinalmente e avaliados quanto à extensão da infiltração. Com exceção das unidades do MTA, a maioria das raízes seccionadas apresentaram fendas e lacunas entre as paredes da cavidade e o material de preenchimento. Uma completa penetração foi observada nas amostras do grupo controle positivo e nenhuma penetração foi observada no controle negativo. O grupo do amálgama foi o que mais infiltrou,

seguido do super-EBA e o que menos infiltrou foi o grupo do MTA. A análise estatística dos resultados demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Pitt Ford *et al.* (1994), através de análises histológicas em experimentos realizados em dentes de cães, após retrobturações com o MTA evidenciaram que esse material propiciou condições favoráveis para que ocorresse o reparo dos tecidos periapicais, inclusive com a presença freqüente de cimento neoformado sobre a superfície do MTA.

Pesquisando também a capacidade seladora do MTA, amálgama, IRM e Super-EBA, Torabinejad *et al.* (1994) utilizaram 90 dentes unirradiculares. Após a remoção dos ápices, 80 raízes divididas em quatro grupos, foram preparadas cavidades padronizadas e preenchidas com os materiais estudados. Para cada material, metade do número de raízes foi seca antes da colocação do material. Na outra metade, as raízes foram contaminadas com sangue antes da inserção do material obturador. Cinco raízes foram preenchidas com guta-percha sem cimento e cinco porções apicais foram preenchidas com cera pegajosa. Esses dez dentes serviram de controles positivo e negativo, respectivamente. Todas as 90 raízes foram imediatamente colocadas em solução de azul de metileno a 1% por 72 horas e posteriormente medida a quantidade de penetração do corante. A presença ou ausência de contaminação por sangue não teve efeito significativo na quantidade de infiltração. Contudo, os resultados demonstraram

que o MTA obteve estatisticamente menos infiltração do que os outros materiais testados, com e sem contaminação por sangue.

Torabinejad *et al.*(1995a), realizaram um estudo para determinar o tempo necessário para o *Staphylococcus epidermidis* penetrar a 3mm de espessura do amálgama, Super-EBA, IRM ou MTA como materiais retrobturadores. Cinquenta e seis dentes unirradiculares foram limpos e instrumentados. Depois da resecção apical, quarenta e oito cavidades foram preparadas e preenchidas com os materiais a serem analisados. Quatro cavidades apicais foram preenchidas com guta-percha plastificada sem cimento (controle positivo) e outras quatro, foram preenchidas com cera pegajosa cobertas com duas camadas de esmalte para unha (controle negativo). Os dentes foram então colocados em vasos plásticos com as porções apicais em caldo de fenol e as montagens foram esterilizadas por toda a noite em gás de dióxido de etileno. Um décimo de microlitro de caldo contendo *S. epidermidis* foi colocado dentro dos canais radiculares de 46 dentes(40 experimentais, 3 controle positivo e 3 controle negativo). Os canais radiculares de dois dentes de cada material retrobturador teste e um dente do controle positivo e um do controle negativo foram preenchidos com solução salina estéril. O número de dias para a penetração do teste bacteriano nos materiais retrobturadores foi determinado. A maioria das amostras que os 3mm apicais foram obturados com amálgama, Super-EBA ou IRM começaram a infiltrar de 6 a 57 dias. Em contraste, a maioria das amostras que foi retrobturada com MTA não mostraram nenhuma infiltração através do período experimental (90 dias) desse estudo. De acordo com a análise estatística, não houve diferença estatisticamente significativa em

relação ao amálgama, IRM e o Super-EBA. Contudo, o MTA infiltrou significativamente menos que os outros materiais testados.

Num outro estudo feito por Torabinejad *et al.* (1995b), os pesquisadores investigaram a adaptação marginal do MTA como material retrobturador, comparando com o Super-EBA, IRM e o amálgama através da microscopia eletrônica de varredura. Oitenta e oito raízes humanas unirradiculares foram limpas, instrumentadas e obturadas com guta-percha e cimento endodôntico. Depois da resecção apical e do preparo das cavidades, essas foram preenchidas com os materiais a serem estudados. Quarenta raízes foram então seccionadas em duas metades. As outras 48 raízes foram fixadas, limpas, instrumentadas, obturadas e apiceptomizadas. Cavidades apicais foram preparadas em 24 das raízes usando broca. Estes foram então divididos em quatro grupos de seis dentes cada e preenchidos com os materiais retobturadores a serem estudados. Com o uso de pontas ultrassônicas, cavidades de 3mm de profundidade foram realizadas no restante das 24 raízes. Dessas também foram divididas em 4 grupos iguais de seis raízes cada e foram preenchidas com os materiais a serem testados e estocados em 100% de umidade por 48h. Réplicas de resinas foram preparadas e também analisadas como as 40 unidades anteriores, através do microscópio eletrônico de varredura, onde foi medida a distância entre os materiais retrobturadores e as paredes de dentina das cavidades. As fendas observadas entre o MTA e as paredes dentinárias foram as menores, enquanto as fendas encontradas no IRM e as paredes foram as maiores e este material possuiu a pior adaptação entre os quatro materiais. Constataram que houve diferença estatisticamente

significante entre o MTA e os outros materiais e nenhuma diferença estatisticamente significativa foi achada entre os outros materiais. Em contraste com os dentes vistos diretamente, as réplicas de resina revelaram fendas menores. Os métodos como as cavidades foram preparadas (ultrasom ou broca) não tiveram efeito significativo no tamanho das fendas entre os materiais e as paredes dentinárias. Todas as amostras preenchidas com IRM tiveram fendas, seis das doze amostras preenchidas com amálgama não tiveram aparentes fendas e seis das preenchidas com Super-EBA também não tiveram fendas. Nenhuma das amostras preenchidas com MTA tiveram fendas notáveis. Observou-se diferença significativa entre o MTA e os outros materiais. Diferença estatisticamente significativa foi observada entre o IRM e o amálgama.

Bates, Carnes e del Rio em 1996, avaliaram a habilidade do MTA como material retrobturador. Setenta e seis dentes humanos unirradiculares recém-extraídos foram utilizados na pesquisa. Os dentes foram limpos e instrumentados, depois as porções apicais foram removidas e preparadas com ultrasom. Setenta e dois dentes foram separados aleatoriamente em três grupos testes de vinte e quatro dentes cada: amálgama e forro cavitário, Super-EBA e MTA. A microinfiltração foi avaliada 24h, 72h, 2 semanas, 4 semanas, 8 semanas e 12 semanas usando sistema de infiltração de corante. O MTA demonstrou excelente habilidade seladora através das 12 semanas, comparado com o observado com o grupo do Super-EBA. A microinfiltração no grupo do MTA, como no grupo do Super-EBA, foi significativamente menor

($p < 0.05$) que no grupo do amálgama nas 24h, 72h e 2 semanas. Nos períodos subsequentes, não houve diferença estatisticamente significativa entre os três materiais. Nesse estudo, o MTA foi determinado como superior ao amálgama e ao Super-EBA na prevenção da microinfiltração quando usado como material retrobturador.

Na pesquisa feita por Aqrabawi (2000), ele utilizou 79 canais radiculares de dentes unirradiculares extraídos, onde cortou-se as coroas clínicas, foram instrumentados pela técnica step-back e obturados com a técnica da condensação vertical. A abertura dos acessos era selada com IRM. As raízes foram guardadas em temperatura ambiente e 100% de umidade por uma semana. Cada dente foi cortado apicalmente e sua porção final (a mais apical 3mm), 90° do longo eixo. Foram preparadas com ultra-som com três milímetros de profundidade e as superfícies radiculares isoladas com duas camadas de esmalte de unha em todo o seu comprimento, com exceção do topo das raízes onde os materiais retrobturadores iriam ser aplicados. Os dentes foram divididos em três grupos de 25 dentes cada. O primeiro grupo foi retrobturado com amálgama, o segundo grupo com Super-EBA e o terceiro grupo com MTA. Duas raízes foram instrumentadas com as preparações para as retrobturações realizadas porém não receberam os materiais retrobturadores e foram utilizadas como controles positivos. Outras duas raízes foram instrumentadas e obturadas com guta-percha e cimento, suas superfícies foram cobertas com duas camadas de esmalte de unha e foram usadas como controles negativos. Depois todos os dentes foram emergidos no corante azul de metileno a 1% por

72 horas, depois as raízes foram enxaguadas em água corrente e o esmalte removido. As raízes foram seccionadas e a penetração do corante foi avaliada. Como resultado observou-se no grupo controle positivo penetração do corante por toda extensão das raízes; no grupo controle negativo as amostras não tiveram penetração do corante. 25 amostras (56%) do grupo do amálgama (Grupo I) e 20% do grupo do Super-EBA, mostrou infiltração do corante ao redor do material retrobturador, ao passo que, no grupo do MTA nenhuma infiltração foi achada. Duas das amostras do grupo do MTA foram eliminadas devido a fraturas radiculares verticais. A análise estatística revelou uma diferença estatisticamente significativa entre os três grupos ($p < 0.05$). O autor concluiu que o MTA obteve um melhor selamento prevenindo a infiltração quando comparado ao amálgama e ao Super-EBA em sua utilização como material retrobturador, corroborando com a pesquisa feita por Bates, Carnes e del Rio(1996).

Valois e Costa Jr. em 2003, avaliaram *in vitro* o selamento marginal apical promovido pelos materiais retrobturadores Fuji I (material à base de ionômero de vidro), Sealer 26 (material à base de resina epóxica) e MTA. Foram utilizados 40 dentes, onde foram preparadas cavidades retrógradas classe I com 3mm de profundidade em 36 caninos superiores humanos, os quais foram aleatoriamente divididos em três grupos de 12 amostras cada (instrumentados, obturados e com acesso fechado), dois dentes serviram como controles positivos (instrumentados e com acessos abertos) e os outros dois dentes serviram como controles negativos (impermeabilizados e íntegros). Os

elementos tiveram sua superfície externa impermeabilizada e, após a retrobturação, foram armazenados em 100% de umidade a 37° C por 2 dias. Em seguida, as amostras foram mantidas imersas em um recipiente com tinta nankin a 37° C por 5 dias, depois levados em água corrente por uma hora, removeu-se a camada de impermeabilização, quando, então, passaram pelo processo de diafanização. A penetração linear do corante foi quantificada por meio de uso de um estereomicroscópio. As médias das mensurações de cada grupo foram: Fugii I= 1,625mm, Sealer 26= 0,708mm e MTA= 0,625mm. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente pelos testes ANOVA e Tukey. Os autores concluíram que o Fugii I acarretou selamento marginal apical significativamente menos eficaz que o Sealer 26 e o MTA, que se igualaram entre si, sendo que o Sealer 26 demonstrou ser efetivo em minimizar a percolação marginal do corante quando espatulado numa consistência mais espessa (4:1, pó:resina), possuindo potencial similar ao MTA.

Num estudo realizado com o objetivo de avaliar o selamento apical proporcionado por diferentes materiais retrobturadores, foram utilizados quarenta e oito caninos humanos extraídos que tiveram seus canais radiculares instrumentados e obturados. Após a secção de porção apical, foram preparadas cavidades retrógradas, as raízes foram secas e impermeabilizadas com uma camada de adesivo e duas camadas de esmalte para unha, exceto na superfície apical quando então os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, nos quais foram empregados os seguintes materiais retrobturadores: grupo I – cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE); grupo II

– Sealer 26; grupo III – Pro Root MTA; grupo VI – MTA – Angelus (material à base de agregado de tróxido mineral que foi lançado no mercado nacional com composição semelhante ao Pro Root). Em seguida, as unidades foram imersas em solução de azul de metileno a 2%, por 48 horas, em ambiente à vácuo. Depois desse período, as mesmas foram removidas da solução corante e lavadas em água corrente por 24 horas, quando a camada de impermeabilização foi removida e as raízes seccionadas longitudinalmente, e a infiltração analisada, sendo o resultado então submetido a análise estatística. O Sealer 26, o Pro Root e o MTA – Angelus apresentaram melhor selamento em relação ao OZE ($p < 0,05$), com resultados semelhantes entre si ($p > 0,05$), (TANOMARU FILHO, TANOMARU e ISHIKAWA, 2003).

Silva Neto *et al.* em 2003, realizaram um estudo com a finalidade de avaliar a capacidade seladora de alguns materiais utilizados em obturações retrógradas, por meio de infiltração marginal de corante. Eles utilizaram 34 incisivos centrais superiores humanos, extraídos com raízes íntegras, cujos canais foram preparados biomecanicamente e obturados. Após 48 h, realizou-se a apicectomia e as cavidades retrógradas foram confeccionadas por meio de pontas ultra-sônicas. Após a impermeabilização das superfícies externas das raízes, as mesmas foram divididas aleatoriamente em três grupos de 10, de acordo com os materiais retrobturadores, ou seja, o ProRoot-MTA, o MTA-Angelus e o Super-EBA. Após a retrobturação, as raízes foram imersas em solução aquosa de Rhodamine B a 0,2% por 48h. A impermeabilização externa foi removida, e então realizou-se o desgaste longitudinal da face mesial

radicular com disco de carborundum, expondo-se a retrobturação. A mensuração da infiltração marginal foi feita por meio da técnica da planimetria em microscópio óptico. No grupo controle negativo, os espécimes não apresentaram infiltração de corante na cavidade retrógrada; no entanto, os espécimes do grupo controle positivo apresentaram completa marcação das paredes da cavidade retrógrada. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio do teste Anova; não se constatou diferença estatística significativa entre os grupos testados ($p < 0,05$). Todos os materiais testados permitiram infiltração apical.

Com o objetivo de avaliar, *in vitro*, a qualidade do selamento apical de materiais retrobturadores à base de MTA, por teste de infiltração de corante Araújo *et al.* (2004), realizaram um estudo onde utilizaram sessenta e seis pré-molares inferiores humanos, extraídos, onde os sistemas de canais radiculares eram instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral, com cones de guta-percha e cimento Endomethasone. Após a realização da apicectomia de 3mm apicais, foram preparadas cavidades retrógradas com pontas ultrassônicas e os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos de 20, de acordo com materiais retrobturadores empregados: MTA Ângelus, IRM e Pro Root MTA (Dentsply). As raízes tiveram suas superfícies externas impermeabilizadas com esmalte de unha. Em seguida os dentes foram imersos em solução de tinta nanquim, por 12 horas a 37° C. Após a remoção da película de esmalte, as raízes foram diafanizadas e, na seqüência, analisadas em lupa estereoscópica. A qualidade do selamento apical foi avaliada, em

relação à infiltração do corante, entre as paredes do canal e o material retrobturador. Foi realizada a análise de variância dos resultados, de acordo com o modelo adequado para o experimento casualizado em blocos e, posteriormente, o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$), revelando que o IRM apresentou uma média de infiltração significativamente maior que as duas marcas de MTA. Concluiu-se não existir diferença estatística na qualidade do selamento apical das diferentes marcas de MTA, mas ambas foram significativamente diferentes do IRM, que demonstrou maiores níveis de microinfiltração.

Além de ter boa habilidade de selamento, os materiais retrobturadores deveriam “idealmente” ter alguma atividade anitibacteriana para prevenir o crescimento bacteriano. Torabinejad *et al.* (1995d) realizaram um estudo com o intuito de avaliar os efeitos antibacterianos do IRM, Super-EBA, Amálgama e MTA em relação a nove bactérias anaeróbias facultativas: *S. fecalis*, *S. mitis*, *S. mutans*, *S. salivarius*, *Lactobacilus sp.*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus subtilis* e *Escherichia coli B* e sete bactérias anaeróbias estritas: *Prevotella (Bacteroides) intermedia*, *Prevotella (Bacteroides) buccae*, *Bacteroides fragilis*, *Prevotella (Bacteroides) melaninogenica*, *Fusobacterium necrophorum*, *Fusobacterium nucleatum* e *Peptostreptococcus anaerobius*. Todos os microorganismos utilizados nesse estudo são comumente encontrados em canais infectados. Após o crescimento dessas bactérias em meio sólido, os materiais experimentais, recentemente misturados e deixados tomar presa por 24 horas, foram colocados sobre esses meios e incubados em atmosfera apropriada por 24 a 48 horas, a 37°C. Os discos impregnados com líquido do

Super-EBA (controle positivo) causaram vários graus de inibição para ambas as bactérias anaeróbias, facultativas e estritas. A conclusão chegada foi que o amálgama não teve efeito antibacteriano sobre nenhuma das bactérias testadas, o Super-EBA e o IRM tiveram algum efeito em ambos os tipos de bactérias testadas e o MTA teve algum efeito sobre algumas bactérias anaeróbias facultativas e nenhum efeito sobre as anaeróbias estritas. Com base no exposto acima, nenhum desses materiais testados teve efeito antibacteriano completo desejado para um material retrobturador.

Com a proposta de investigar *in vitro* o efeito antifúngico do MTA, Al-Nazhan e Al-Judai em 2003, realizaram uma pesquisa onde o MTA foi testado assim que manipulado e depois de 24 horas de tomar presa em relação à *Candida albicans*. O MTA foi incubado com a *Candida albicans* por 1h, 24h e 3 dias. Os resultados mostraram que o MTA recém manipulado foi efetivo na morte do fungo testado depois de 1 dia de contato, ao passo que o MTA que havia tomado presa depois de 24h, foi efetivo depois de 3 dias da incubação. A *C. Albicans* pode ser resistente a materiais como MTA por um período curto de tempo, isso pode justificar o crescimento positivo do fungo em ambos os grupos experimentais durante o período de 1 h de observação. Os autores concluíram que o MTA nos dois períodos testados, foi efetivo contra a *Candida albicans*.

Um estudo de investigação da citomorfologia dos osteoblastos na presença de MTA e produção de citocina foram examinados por Koh *et al* em 1998. O MTA

e o IRM foram preparados e colocados separados em discos de Petri. Os osteoblastos foram semeados nos discos, que foram incubados por 1 a 7 dias. Os espécimes foram vistos por microscopia eletrônica de varredura. Para avaliação da citocina, células cresceram sozinhas ou em outros discos contendo os materiais testes por 1 ou 144h. Foram removidas as médias pela análise Elisa de interleucina (IL)-1 α , IL -1 β , IL – 6 e fator estimulante de colônia de macrófago. A microscopia eletrônica de varredura revelou células saudáveis em contato com o MTA em 1 e 3 dias, em contraste, células na presença do IRM apareceram com circunferências. Os resultados do Elisa mostraram maiores níveis de todas as interleucinas em todos os períodos quando as células cresceram na presença do MTA; em contraste, células que cresceram sozinhas ou na presença do IRM produziram indetectáveis quantidades. O fator estimulante de colônia de macrófago foi produzido por células irrespectivas do grupo. Parece que o MTA oferece um substrato de atividade biologicamente ativa para células ósseas e estimula produção de IL.

A resposta tecidual do MTA então começou a preocupar os autores que iniciaram pesquisas a respeito desse item, para a verificação da biocompatibilidade do material.

Numa pesquisa feita por Torabinejad *et al.* (1995f), a reação tecidual do super-EBA e do MTA implantados em mandíbula de cobaias foi testada. Em sete animais, duas cavidades ósseas foram preparadas e os materiais testes foram colocados em tubos de teflon e implantados nas mandíbulas; duas cavidades

ósseas foram deixadas vazias e serviram como controles negativos. A presença de inflamação, tipo de célula predominante e a espessura de tecido conjuntivo fibrosado adjacente a cada implante foi registrado. Decorridos 60 dias, os animais foram sacrificados e as peças processadas para análise microscópica. As cavidades ósseas não tratadas cicatrizaram com novo osso e sem nenhum sinal de formação cicatricial. A reação tecidual ao MTA foi visivelmente menor do que a observada com os implantes de super-EBA. Todas as cinco amostras de Super-EBA tinham tecido conjuntivo fibrosado próximo ao cimento, ao passo que osso foi observado imediatamente adjacente em 1 das 5 amostras onde foi implantado o MTA. Todos os implantes de Super-EBA tiveram pouca inflamação, ao passo que 3 dos 5 implantes de MTA estavam livres de inflamação. As células inflamatórias achadas ao redor de ambos os materiais e sulcos retentivos nos tubos de teflon foram predominantemente macrófagos e células gigantes. Tecido conjuntivo fibrosado adjacente aos implantes de Super-EBA foi mais compacto que o visto próximo ao MTA. O estudo revelou que tanto o MTA quanto o Super-EBA são biocompatíveis. Devido ao pequeno número de espécimes a análise estatística não foi realizada.

Num estudo feito em cães, Torabinejad *et al.* (1995g), avaliaram a resposta do tecido periapical utilizando o MTA e o amálgama. Lesões foram desenvolvidas no tecido perirradicular de 46 raízes de seis cães da raça Beagle. Na metade das amostras, os canais foram instrumentados e obturados com guta-percha e cimento, e suas cavidades de acesso foram seladas com MTA. Os outros

canais radiculares foram instrumentados e obturados com guta-percha sem cimento endodôntico. As cavidades de acesso dos dentes desse grupo foram deixadas abertas na cavidade oral. Depois da ressecção cirúrgica das raízes, metade da porção apical dos remanescentes radiculares foram preenchidos com amálgama e a outra metade com MTA. As respostas do tecido perirradicular dos cães foram avaliadas histologicamente 2 a 5 semanas e 10 a 18 semanas depois das cirurgias paraendodônticas. Uma raiz extra que originalmente tinha que receber retrobturação com MTA foi acidentalmente preenchida com amálgama, duas espécimes do MTA foram excluídas do estudo devido a problemas técnicos que ocorreram durante a preparação histológica. Conseqüentemente, um total de 25 amostras de amálgama e 21 de MTA foram avaliados para o exame histológico. 24 amostras foram avaliadas no primeiro período e 22 amostras foram avaliadas no segundo período. O tecido perirradicular de todas as raízes retrobturadas com amálgama tiveram inflamação moderada a severa, ao passo que um terço das raízes preenchidas com MTA demonstraram inflamação moderada. Quando o amálgama foi usado como material retrobturador o tipo de célula predominante foram polimorfonucleares leucócitos no período de 2 a 5 semanas. O tipo celular predominante nas amostras do MTA no mesmo período foram os linfócitos. Os linfócitos também predominaram para os dois materiais no período de 10 a 18 semanas. A análise estatística dos resultados mostrou menor intensidade de inflamação do tecido periapical e maior reação fibrosa adjacente ao MTA, comparado com o amálgama. Além disso, a presença de cimento na superfície do MTA foi um achado freqüente (em 1 das 11 amostras do primeiro período e

10 das 10 amostras do segundo período). Os autores atribuíram essa ocorrência ao fato de que o MTA seria provavelmente capaz de atrair os cementoblastos e produzir uma matriz para a formação de cimento o que seria determinado pela sua capacidade seladora, seu elevado pH ou pela liberação de substâncias que ativariam os cementoblastos a formar uma matriz para a cementogênese. Os resultados mostraram que o MTA pode ser usado como material retrobturador.

Torabinejad *et al.* em 1997, realizaram um estudo para avaliar a resposta do tecido perirradicular em macacos utilizando o MTA e o amálgama como materiais retrobturadores. As polpas foram removidas de todos os incisivos maxilares de três macacos. Os canais radiculares foram preparados e preenchidos com a técnica da condensação lateral com gutta-percha e cimento, e o acesso das cavidades foram restaurados com amálgama. Retalhos mucoperiostais foram levantados e as porções apicais das raízes foram removidas antes dos preparos apicais com brocas. As cavidades apicais da metade dos dentes foram preenchidas com MTA e a outra metade com amálgama. A concentração, extensão da inflamação e tipo de células inflamatórias nos tecidos perirradiculares adjacentes aos materiais retrobturadores foram avaliados. A severidade da inflamação foi avaliada como: nenhuma, nenhuma célula inflamatória; média, poucas células inflamatórias; moderada, células inflamatórias não ocultavam os tecidos normais e severa, onde as células inflamatórias substituíam os tecidos normais. A extensão da inflamação da superfície do material retrobturador foi avaliada como $\leq 0.2\text{mm}$,

$\leq 0.5\text{mm}$ ou $\leq 1\text{mm}$. Presença ou ausência de bactérias dentro do dente, cápsula fibrosa, deposição de cimento sobre o coto radicular e sobre os materiais retrobturadores e uma nova formação óssea também foram avaliadas. Depois de 5 meses, a resposta do tecido perirradicular foi avaliada histologicamente num total de 6 amostras para cada material. Os resultados não mostraram nenhuma inflamação perirradicular adjacente em 5 dos 6 preenchimentos com MTA; também 5 dos 6 das amostras com MTA tiveram uma completa camada de cimento sobre a obturação e a outra amostra restante formou uma camada incompleta. Em contrapartida, todos os casos preenchidos com amálgama demonstraram inflamação perirradicular de moderada a severa e cimento não foi formado sobre o material retrobturador, contudo estava presente sobre o coto radicular, os linfócitos foram as células predominantes no volume das lesões, uma cápsula fibrosa foi achada em várias amostras quando o amálgama foi usado como retrobturador. Bactérias não foram observadas nas porções terminais das raízes ou nos canais radiculares de nenhum dente. Nova formação óssea foi observada depois da cirurgia no sítio no molde do ápice, indiferente do tipo de material retrobturador utilizado. Baseado nesses resultados e em investigações prévias, o MTA é recomendado como material retrobturador em humanos.

Torabinejad *et al.* em 1998, realizaram um estudo para investigar a reação tecidual ao implante de MTA, amálgama, IRM e Super-EBA em tíbias e mandíbulas de cobaias. Depois de anestésiar 20 porcos, levantar retalhos teciduais e preparar cavidades ósseas, os materiais a serem testados eram

colocados em copos de teflon e implantados nas tíbias e 10 dias depois nas mandíbulas. Os animais foram sacrificados 80 dias depois e os tecidos preparados para exames histológicos. A presença de inflamação, tipo de célula predominante e espessura do tecido conjuntivo adjacente de cada implante foram avaliados. A reação tecidual da implantação do MTA foi a mais favorável observada em ambos os sítios quando comparada aos outros materiais testados; assim como todos os espécimes foram livres de inflamação. Nas tíbias, o MTA foi o material mais freqüentemente observado com deposição direta de osso. O amálgama mais da metade dos implantes em ambos os sítios mostraram inflamação. As respostas teciduais do IRM e do Super-EBA foram intermediários entre as respostas do MTA e do amálgama em ambos os sítios. A diferença entre o IRM e o Super-EBA foi muito pequena e sem relevância estatística. Observou-se diferença estatisticamente significativa em relação à resposta inflamatória do MTA e dos outros materiais. Baseado nesses resultados, o MTA parece ser um material biocompatível, segundo os autores.

Holland *et al.* (1999b), realizaram um estudo para observar a reação dos tecidos apicais de dentes de cães depois da obturação dos mesmos com guta percha e MTA ou ionômero de vidro (Ketac-Endo) como selador. Trinta canais radiculares foram instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral com os materiais estudados. Os animais eram sacrificados 6 meses depois e os espécimes eram removidos e preparados para análise histológica. Os resultados mostraram nenhuma resposta inflamatória no tecido periapical e total fechamento do forame apical de todos os dentes selados com MTA, assim

como o total fechamento do canal principal com deposição de novo cimento. Os dentes selados com Ketac-Endo mostraram dois casos de fechamento parcial e diferentes graus de reação inflamatória crônica. Como conclusão, os autores chegaram que o MTA exibiu propriedades biológicas melhores que o Ketac-Endo.

Um estudo foi realizado por Holland *et al.* em 2002, para avaliar a reação do tecido conjuntivo subcutâneo de ratos ao implante de tubos de dentina preenchidos com MTA branco. Os implantes foram colocados em 10 ratos e os animais foram sacrificados depois de 7 e 30 dias depois das cirurgias, e os espécimes foram preparados para estudo histológico com luz polarizada e técnica de von Kossa para tecidos mineralizados. Os resultados observados aos 7 dias e 30 dias foram os mesmos. Granulações birrefringentes à luz polarizada e uma estrutura irregular como uma ponte, foram observadas próximos ao material; ambas von Kossa positivas. Assim como, nas paredes dos túbulos dentinários uma camada de granulações birrefringentes foi observada. Segundo os autores, além da cor ser um diferencial entre os dois materiais, o tempo de presa do MTA branco era melhor. Os resultados foram similares aos observados para o MTA cinza (Holland *et al.*, 1999a), indicando que os mecanismos de ação dos MTA branco e cinza são similares.

Com a proposta de comparar o efeito do MTA recém manipulado com o mesmo material tomado presa na cicatrização do tecido duro depois da cirurgia periapical, Apaydin, Shabahang e Torabinajed em 2004, realizaram um estudo

onde utilizaram 24 canais de pré-molares mandibulares de quatro cães beagles que foram obturados com o MTA. Duas semanas depois, metade das amostras tiveram seus ápices cirurgicamente expostos e removidos para o vedamento com o MTA já tomado presa do interior dos canais. Depois de expostos e removidos, os outros 12 ápices, as porções apicais das raízes foram preparadas com instrumentação ultrassônica e os preparos foram obturados com MTA fresco (recém-manipulado). Depois de 4 meses, os animais foram sacrificados. A cicatrização do tecido duro foi analisada histomorfometricamente. Os resultados indicaram que apesar do MTA fresco apresentar como resultados uma incidência significativamente maior de formação cementária, das 12 amostras 12 apresentaram-se assim, enquanto 8 das 12 amostras do MTA tomado presa, sendo $p = 0.028$, não houve diferença significativa na quantidade do cimento ou cicatrização óssea associada com o MTA colocado fresco ou tomado presa quando usado como material retrobturador.

Kettering e Torabinejad em 1995, considerando que há poucas informações disponíveis quanto à mutagenicidade dos materiais de retrobturação, através do teste de mutagenicidade de AMES, fizeram um estudo com o IRM, Super-EBA e MTA. Os autores concluíram que os materiais testados não possuem potencial carcinogênico.

Estudos de infiltração e microscopia eletrônica de varredura têm mostrado que o MTA usado como material retrobturador permite significativamente menos

infiltração e tem melhor adaptação que outros materiais comumente usados para esse fim. Devido a esses materiais estarem em contato com os tecidos perirradiculares, suas citotoxicidades devem ser avaliadas antes de testes em vivo. Com esse intuito, Torabinejad *et al.* (1995e), realizaram um estudo, utilizando os métodos de cobertura com agar, e radiocromo, para avaliar a citotoxicidade do Super-EBA, IRM, Amálgama e MTA. A análise estatística dos resultados com a técnica da cobertura com ágar evidenciou que o amálgama recém misturado e após tomar presa, foi significativamente menos tóxico do que os outros materiais, seguido pelo MTA. Também houve diferenças estatísticas significativas entre os materiais quando a citotoxicidade foi testada pelo radiocromo: o menos tóxico foi o MTA seguido pelo amálgama, Super-EBA e IRM. Os resultados da presente investigação indicam ser o MTA um material com potencial para ser usado em obturações retrógradas.

O MTA devido às suas propriedades físicas e biológicas, é um material que veda bem a comunicação entre a câmara pulpar e o tecido periodontal subjacente nos casos de perfurações que acidentalmente podem ocorrer durante a terapia do canal radicular ou preparação para colocação de núcleo em dentes multirradiculares ou ainda como resultado da extensão de uma reabsorção interna nos tecidos perirradiculares. Os outros materiais empregados para esse fim são inadequados trazendo pobre prognóstico aos casos, provavelmente devido à infiltração bacteriana ou falta de biocompatibilidade desses materiais reparadores, (ARENS e TORABINEJAD, 1997).

O reparo das perfurações pode ser feito intracoronalmente e ou por um acesso cirúrgico. Em estudo *“in vitro”*, Lee *et al.* (1993), avaliaram a capacidade seladora do MTA em reparar perfurações experimentalmente criadas nas raízes de 50 molares superiores e inferiores extraídos. Foram realizadas perfurações nas raízes mesiais num ângulo de 45 graus do longo eixo de cada dente. Os dentes foram colocados em solução salina onde permaneceram para simular uma condição clínica. As perfurações foram preenchidas com amálgama, IRM e MTA, e os dentes foram conservados por quatro semanas na solução salina, após isso, foram imersas em azul de metileno por 48 horas. Foram 4 grupos de 15 dentes para cada material e 5 dentes serviram de controle positivo. Depois de reparadas as perfurações dos grupos do amálgama, do IRM e do MTA, os dentes foram obturados com os mesmos materiais que serviram para preencher as perfurações. Os dentes foram seccionados e avaliados através do microscópio. Os resultados demonstraram que nos dentes que serviram de controles positivos houve infiltração total do corante, o amálgama e o IRM demonstraram considerável quantidade de penetração de corante enquanto o MTA teve estatisticamente menos infiltração quando comparado aos outros materiais testados, além de se adaptar às paredes dentinárias mais facilmente, necessitando menor força de condensação. Os autores atribuem esta ocorrência ao fato do MTA ter a característica hidrofílica.

Um estudo foi conduzido por Holland *et al.* (2001b) para observar o processo de cicatrização de perfurações radiculares laterais intencionais com o uso do

MTA. Quarenta e oito canais radiculares de dentes de cães foram instrumentados e obturados. Depois da remoção parcial da obturação, uma perfuração intencional foi realizada com uma broca na área lateral da raiz. As perfurações foram reparadas com MTA ou Sealapex – cimento de hidróxido de cálcio (grupo controle). As cavidades de acesso então foram preenchidas com Cimpat e amálgama. As análises histológicas ocorreram 30 e 180 dias depois do tratamento. Os resultados mostraram deposição de cimento sobre o MTA na maioria dos casos, assim como nenhuma inflamação. Aos 30 dias, 3 casos do grupo do MTA, apresentaram sobreobturação com reação inflamatória crônica moderada, sendo que no mesmo período 6 casos do Sealapex apresentaram esse tipo de inflamação. No período de 180 dias, o Sealapex exibiu inflamação crônica em todos os espécimes com células gigantes e numerosos macrófagos com partículas negras do material selador nos seus citoplasmas e leve deposição de cimento sobre o material em só três casos, enquanto o MTA, apresentou células gigantes e uma inflamação crônica moderada foi observada em 2 dos 4 casos de sobreobturação. Foram observadas nessa pesquisa 22 casos de sobreobturação, 7 com MTA e 15 com Sealapex. Um menor número de casos com MTA pode ser relatado por sua melhor resistência ao escoamento. Considerando que os melhores resultados foram obtidos quando o material não sobreobturou, isso é importante para o uso em procedimentos clínicos que mantêm o material no correto local. Em conclusão, o MTA exibiu melhores resultados que o grupo controle.

A perfuração de furca é um incidente que pode ocorrer durante a terapia endodôntica ou no procedimento de preparo para núcleo em dentes multirradiculares. O pobre prognóstico dessa iatrogenia é provavelmente devido a infiltração bacteriana ou a pouca biocompatibilidade dos materiais de reparação. Os estudos recentes das propriedades físicas e biológicas do MTA, se determinou que este material pode ser capaz de selar a comunicação entre a polpa e os tecidos periodontais subjacentes (ARENS e TORABINEJAD, 1997).

Pitt Ford *et al.*, em 1995, avaliaram a resposta histológica de perfurações de furca intencionais em 28 pré molares em 7 cães. A metade dos dentes, as perfurações foram reparadas imediatamente com amálgama ou MTA; e o restante das perfurações foram deixadas abertas para contaminação salivar antes do reparo. Todas as perfurações reparadas foram deixadas por 4 meses antes do exame histológico de seções através do seu sítio. No grupo reparado imediatamente, todos os espécimes do amálgama foram associados com inflamação moderada ou severa, ao passo que só um dos seis com MTA tinha inflamação; além disso, os cinco espécimes que não apresentaram inflamação do MTA apresentaram algum cimento sobre o material reparador. No grupo deixado aberto, todos os espécimes com amálgama tinham inflamação freqüentemente severa e mais extensa; em contraste, só quatro dos sete preenchidos com o MTA estavam inflamados. De acordo com os resultados, o MTA é um material mais adequado que o amálgama para o reparo de

perfurações, particularmente quando usado imediatamente depois de ocorrido esse acidente.

A perfuração do assoalho da câmara pulpar, durante o tratamento endodôntico, é um acidente que pode provocar a perda do dente. Quando ocorre a comunicação da perfuração com o sulco gengival, além da inevitável contaminação, o epitélio juncional pode migrar para a apical. Ambos os fatores podem prejudicar o reparo. Como tratamento preconizado tem-se utilizado o preenchimento das perfurações, a hemiseção, a amputação radicular e a extração dentária em último caso. Vários materiais têm sido recomendados para o selamento das perfurações de furca como amálgama de prata, resinas, ionômero de vidro, hidróxido de cálcio e o MTA (MORAES, 2002).

Uma das indicações do MTA é como material capeador, utilizado em pulpotomias e em capeamentos, sendo um material de boa aceitação.

Eidelman, Holan e Fuks em 2000, realizaram um estudo que tinha como objetivo comparar o efeito do MTA e o formocresol (FC) como agentes de recobrimento pulpar em molares decíduos com cárie e polpa exposta. 55 molares decíduos de 26 crianças foram tratados com uma técnica convencional de pulpotomia. Os dentes foram aleatoriamente divididos entre o grupo do MTA (experimental) e o grupo do formocresol (controle). Depois da remoção da polpa coronal e hemostasia dos cotos pulpare, esses eram recobertos pela pasta do MTA no grupo experimental. No grupo controle, FC era colocado com

uma bolinha de algodão sobre os cotos pulparez por 5 minutos e removido; os cotos pulparez então eram cobertos com pasta de óxido de zinco e eugenol (OZE). Os dentes de ambos os grupos foram restaurados com coroas de aço. 18 crianças com 32 dentes voltaram para avaliação clínica e radiográfica de 6 e 30 meses. As avaliações revelaram somente uma falha (reabsorção interna detectada em uma avaliação pós-operatória de 17 meses) em um molar tratado com formocresol. Nenhum dos dentes tratados com MTA demonstrou qualquer patologia clínica ou radiográfica. A obliteração do canal radicular foi observada em 9 dos 32 (28%) dos molares avaliados. Esse achado foi observado em 2 dos 15 dentes tratados com FC (13%) e em 7 dos 17 tratados com MTA (41%). O MTA demonstrou sucesso clínico e radiográfico como protetor pulpar quando usado em pulpotomias de dentes decíduos e pode ser um substituto do formocresol para esse fim.

Koh *et al.* em 2001, apresentaram dois casos clínicos com dens invaginatus, onde cada paciente tinha um dente afetado com um tubérculo proeminente na superfície oclusal do segundo pré-molar. Foram realizadas uma pulpotomia parcial e colocação do MTA. Depois de seis meses, os dentes foram removidos devido a planejamento de tratamento ortodôntico. Após o exame histológico desses dentes, foi verificado uma aparente formação de ponte de dentina contínua abaixo do MTA em ambos os dentes e as polpas estavam livres de inflamação. Esses casos mostram que o MTA pode ser usado como uma alternativa de material no tratamento profilático de dens invaginatus. Esses autores concordam com Torabinejad *et al.* (1995g), quando esses dizem que o

MTA é um material biocompatível, como eles comprovaram com os dois pacientes que não apresentaram sintomas e uma excelente saúde histológica depois de 6 meses.

De acordo com Witherspoon e Ham em 2001, o MTA tem demonstrado eficiência como material retrobturador e suas propriedades podem promover benefícios para apicificação. Esse material reage com fluidos tissulares para formar barreira de tecido duro apical. É um material valioso para a sua utilização no tratamento de apicificação, com uma visita clínica, em dentes imaturos com necrose pulpar. Schwartz *et al.*, em 1999, afirmam que o MTA é um material desenvolvido para endodontia que permite o crescimento de cimento e pode facilitar a regeneração do ligamento periodontal.

A busca da manutenção da vitalidade e integridade pulpar tem sido um fato corriqueiro na odontologia moderna. Tentativas de proteção pulpar direta ocorrem desde o século XVIII. Vários materiais têm sido propostos com essa finalidade, apresentando qualidades favoráveis e desfavoráveis que devem ser consideradas. Em 1920, Hermann introduziu o hidróxido de cálcio, que se tornou um marco histórico para a preservação pulpar. A partir dessa época, várias outras substâncias e associações foram propostas, desde o cimento OZE até materiais mais recentes, como o MTA (DEZAN Jr. e GARCIA, 1998).

O hidróxido de cálcio tem sido selecionado como uma ótima medicação para várias situações clínicas devido a sua biocompatibilidade, estimulação na

formação de tecido mineralizado e sua ação antimicrobiana. Os efeitos biológicos e químicos do hidróxido de cálcio, sua dissociação entre os íons cálcio e hidroxila e sua ação no tecido e bactéria tem determinado propriedades importantes (HOLLAND *et al.*, 1999a).

Pitt Ford *et al.* (1996), realizaram um estudo onde examinaram a resposta pulpar em macacos ao uso do MTA e Hidróxido de Cálcio (Dycal, L.D. Caulk) como materiais capeadores pulpares. Depois da exposição das polpas de 12 incisivos mandibulares, elas foram capeadas com MTA ou hidróxido de cálcio. Num período pós-operatório de cinco meses, os animais foram sacrificados e as peças submetidas à análise histológica. Os autores não notaram nenhum tipo de inflamação em cinco dos seis casos capeados com MTA e todas as seis polpas desse grupo tiveram uma completa formação de ponte dentinária. Em contrapartida, de todos os casos capeados com hidróxido de cálcio, dois apresentavam ponte e todos estavam inflamados. Não foram observadas bactérias nas paredes da cavidade em nenhum dos casos do MTA mas foram detectadas bactérias em uma amostra do hidróxido de cálcio que foi obturada com amálgama. Os autores da pesquisa chegaram a conclusão que o MTA parece ter qualidades de um bom capeador pulpar durante a terapia da polpa viva, pois estimula formação de ponte de dentina e previne microinfiltração.

Soares (1996), avaliou histologicamente, a resposta pulpar ao MTA comparada ao Hidróxido de Cálcio, em dentes de cães da raça Beagle submetidos à pulpotomia. Foram utilizados três animais e em cada um deles, foram

executadas pulpotomias nos terceiros incisivos, caninos, segundos, terceiros e quartos pré-molares de ambas as arcadas, em um total de 16 tratamentos. Dois grupos experimentais foram selecionados: Grupo I- Pasta de hidróxido de cálcio PA (pró-análise) com propilenoglicol (a amostra com esse material constou de 16 pulpotomias) e o Grupo II- MTA, com água destilada (a amostra com esse material constou de 32 pulpotomias). Em ambos os grupos, após a inserção do revestimento foi colocada uma camada de cimento de hidróxido de cálcio (Hidro C) e os dentes restaurados com amálgama de prata. Quatro espécimes de cada grupo foram desprezados por apresentarem problemas de fratura coronária ou perda de selamento. Portanto as amostras constaram, ao fim, de 12 e 28 pulpotomias para os grupos I e II respectivamente. Decorrido o período de 90 dias, os animais foram sacrificados, as peças removidas e processadas para análise histológica. Os cortes foram feitos seriadamente, no sentido méso-distal, com 6 micrômetros de espessura, abrangendo a cavidade onde foram colocados os materiais de revestimento e obturação, bem como o tecido pulpar remanescente, corados pela hematoxilina e eosina e analisados pela microscopia ótica. O exame histopatológico constou de uma análise descritiva e de uma análise quantitativa dos fenômenos mais marcantes ocorridos no local da colocação do material de revestimento e no tecido pulpar remanescente. Os dados foram registrados e submetidos à análise estatística através do teste t de Student. O quadro histopatológico visto nos 28 casos tratados com MTA, foi muito semelhante àquele observado para o hidróxido de cálcio. Em 27 casos tratados com MTA, houve o registro de presença de barreira de tecido duro (96,42%) e sua ausência em apenas um espécime

(3,57%). Entre as presentes, 25 casos (89,28%) foram de barreiras completas e 2 incompletas. Na sua maioria, foram consideradas espessas ou muito espessas (26 casos – 92,85%). Necrose parcial foi observada em um caso e outro revelou necrose total. Os percentuais de casos que apresentaram, simultaneamente, barreira de tecido duro e tecido pulpar normal foi de 66,66%, dos espécimes tratados com hidróxido de cálcio e de 82,14%, nos dentes em que se utilizou o MTA, portanto contabilizando um total de 22 casos (78,57%) do total analisado foi verificada polpa normal ou com manifestações desprezíveis. Não foram observados fenômenos de reabsorção interna nem dispersão de material para o interior da polpa. A autora sugere que o mecanismo de reparo para o MTA deve ser próximo ao do hidróxido de cálcio, devido aos aspectos histológicos serem muito semelhantes e sugere a realização de estudos clínicos experimentais para avaliar o comportamento do MTA como material de recobrimento pulpar.

Shabahang *et al.* (1999), fizeram um estudo que comparava a eficácia da proteína osteogênica-1, MTA com o hidróxido de cálcio na formação de tecido duro em dentes imaturos de cães (apicificação). Foram utilizados 64 dentes de cães que apresentavam rizogênese incompleta. Após a indução de lesões periapicais, os canais foram instrumentados e preenchidos com hidróxido de cálcio. Decorridos 7 dias, o hidróxido de cálcio foi removido e os canais preenchidos com os materiais experimentais. Os animais foram sacrificados após 12 semanas do término dos procedimentos clínicos e as peças processadas para análise histomorfológica. Os resultados demonstraram que o

MTA produziu formação de tecido duro apical com maior consistência do que os outros materiais estudados. A diferença entre a formação de tecido duro em relação aos três materiais não foi estatisticamente significativa. Levando-se em consideração à resposta inflamatória, não houve diferença entre os grupos experimentais.

Injúrias na dentição podem resultar na interrupção do desenvolvimento radicular. Se a polpa permanece vital depois de um trauma, o fechamento radicular pode ser induzido através da apicogênese. A severidade da injúria influencia na vitalidade pulpar que pode ser mantida com o capeamento pulpar ou pulpotomia. O sucesso do tratamento por sua vez, depende da extensão do dano pulpar e do potencial de restauração do dente envolvido. Quando a polpa está necrótica, a colocação de uma barreira apical pode ser utilizada como alternativa para estabilizar o meio que facilita o fechamento do ápice (apicificação). Vários materiais são utilizados para ambos os casos com o hidróxido de cálcio e o MTA, este último material com algumas vantagens em relação ao primeiro citado como sua superior habilidade de selamento, biocompatibilidade e redução da solubilidade (SHABAHANG e TORABINEJAD, 2000). Segundo Giuliani *et al.* em 2002, além dessas vantagens do MTA sobre o hidróxido de cálcio ainda pode-se citar a vantagem, no caso da apicificação, da velocidade do tratamento concluído que se torna consideravelmente mais rápido.

Um estudo foi realizado por Holland *et al.* (1999 a), para avaliar a reação do tecido conjuntivo subcutâneo de ratos ao implante de tubos de dentina preenchidos com hidróxido de cálcio ou MTA em água destilada. Os implantes foram colocados na região subcutânea dorsal, em cada lado da linha média em 40 ratos. Para o controle, tubos dentinários vazios foram implantados em 12 animais adicionais. Os animais foram sacrificados depois de 7 e 30 dias depois das cirurgias e os espécimes foram preparados para estudo histológico. Alguns espécimes não foram descalcificados e foram preparados para análise histológica com luz polarizada e técnica Von Kossa para cálcio. Aos setes dias, uma camada de exsudato com neutrófilos foi observado ao redor dos tubos implantados. Próximo a essa área, a população celular foi representada por fibroblastos e células inflamatórias crônicas. Os tubos dentinários foram preenchidos com uma massa eosinofílica com raros neutrófilos. Trinta dias depois da implantação, as amostras controles apresentaram algumas células inflamatórias, preenchendo em alguns casos todo o espaço do tubo. Fora , os tubos eram rodeados por uma fina cápsula fibrosa exibindo reação média de inflamatório crônico. Os resultados foram similares para ambos materiais estudados. Na abertura dos tubos, tinham granulações Von Kossa positivas que eram birrefringentes à luz polarizada. Próximo a essas granulações, havia um tecido irregular como uma ponte que era Von Kossa positivo. As paredes dentinárias dos tubos exibiram em seus túbulos uma estrutura altamente birrefringente à luz polarizada. Essa estrutura formava uma camada que era observada em diferentes profundidades. A área calcificada normalmente mostrava inclusões de núcleos celulares em sua massa e exibia diferente

espessura. Ao redor dessa área, havia tecido conjuntivo com suave ou moderada reação inflamatória e algumas células gigantes. Aos 30 dias, os dados eram quase os mesmos. As reações birrefringentes Von Kossa positivas à luz polarizada eram constantemente observadas. Do mesmo modo, a estrutura birrefringente à luz polarizada era observada dentro dos túbulos dentinários. Tecido conjuntivo ao redor das áreas irregulares calcificadas era fibroso, com células gigantes e suave reação inflamatória crônica. Segundo os autores é possível que o mecanismo de ação de ambos os materiais tenham alguma similaridade devido a observação dos mesmos resultados em ambos os materiais estudados. Os autores acreditam que a estrutura birrefringente à luz polarizada observada nos túbulos dentinários é similar ao observado com o hidróxido de cálcio. É possível que ambos sejam cristais de calcita. O MTA não tem hidróxido de cálcio mas ele tem óxido de cálcio que pode reagir com os fluidos teciduais para formar o hidróxido de cálcio.

Segundo Bakland em 2000, injúrias traumáticas em dentes permanentes jovens podem ter efeitos adversos em toda dentição. Se a necrose pulpar ocorrer em um dente antes de sua completa formação radicular, o dente pode ser perdido devido à fratura, resultando em complicações ortodônticas. A manutenção da saúde pulpar durante o desenvolvimento do dente torna-se um importante objetivo na condução de injúrias traumáticas na dentição imatura. Em contraste com o hidróxido de cálcio que se deteriora com o tempo, desse modo deixando espaço potencial para microinfiltração, o MTA não muda durante o tempo. Por essa razão, ele preserva a proteção da cobertura

superficial, por exemplo, desenvolvendo dentina reparativa, prevenindo invasão bacteriana da polpa. A dentina reparativa é mais uniforme e espessa abaixo do MTA comparada ao hidróxido de cálcio. As diferenças na técnica da terapia da polpa vital quando o MTA é usado no lugar do hidróxido de cálcio são importantes para serem considerados. O primeiro ponto, é que não é importante que o sangramento da ferida pulpar esteja completamente parado antes da colocação do MTA; na presença de sangue, assim como qualquer outro fluido, tem mostrado que o material trabalha muito bem (Torabinejad *et al.*, 1995c). Segundo, o MTA precisa de um tempo antes da colocação de uma restauração definitiva, então necessitando de duas consultas. E terceiro, que o MTA não se deteriora ou desintegra com o tempo, deixando espaço para microinfiltração, como pode ocorrer como hidróxido de cálcio.

Rocha *et al.*(2000), realizaram uma pesquisa onde utilizaram quatorze pulpotomias em molares decíduos de pacientes entre quatro e sete anos de idade, sendo nove com hidróxido de cálcio e cinco com MTA. Além das condições gerais do elemento dental que permitissem o selamento e o isolamento absoluto, o tecido pulpar coronário deveria apresentar “corpo” e exibir hemostasia espontânea. Depois de realizados os passos da técnica, foi colocada sobre os filetes da polpa radicular remanescentes uma pasta de Ca(OH)_2 mais propilenoglicol ou MTA com água destilada. Sobre os agentes capeadores, foi colocado ionômero de vidro e restaurado com resina composta. Os dentes foram avaliados clínica e radiograficamente três, seis, nove e doze meses após o tratamento. Foi considerado sucesso quando o dente não

apresentava mobilidade, dor espontânea ou provocada, rarefação perirradicular, fístula e reabsorção interna. A reabsorção externa deveria estar ocorrendo na mesma velocidade (fisiologicamente) que o dente contralateral. Como resultados foram obtidos: oito sucessos com o hidróxido de cálcio (90%) e um insucesso (10%) , sendo que dos cinco dentes testados com MTA todos foram sucessos, totalizando 100% dos casos. Os autores concluíram com a pesquisa que as pulpotomias em dentes decíduos podem levar a resultados positivos quando todos os princípios biológicos são seguidos e que os materiais testados se comportaram bem como materiais capeadores.

Faraco Jr. e Holland em 2001, realizaram uma pesquisa para observar a resposta da polpa dental quando capeadas com o MTA e hidróxido de cálcio. Depois da exposição das polpas de trinta dentes, eles foram capeados com MTA ou cimento de hidróxido de cálcio. Dois meses depois do tratamento os animais foram sacrificados e a análise histológica foi realizada. Durante a análise dos resultados detalhes eram observados como: ponte de tecido duro (continuidade, aspectos morfológicos, espessura, localização), reação inflamatória (crônica ou aguda, número de células e extensão da reação), presença de células gigantes, partículas de materiais capeadores e microrganismos. Todos os eventos foram avaliados pelos escores de 1 a 4, sendo 1 para o melhor resultado e 4 para o pior. Os dados foram submetidos a análise estatística. Os resultados mostraram um processo de cicatrização com formação de ponte de dentina tubular completa e nenhuma inflamação nas polpas capeadas com MTA e nenhum microrganismo. Por outro lado, só cinco

espécimes do grupo do cimento do hidróxido de cálcio formaram uma ponte completa de dentina, e nesse grupo experimental também se observou inflamação em doze casos com variável intensidade e extensão, cocos gram-positivos foram observados na polpa coronal em quatro espécimes. Os autores concluíram que o MTA exibiu melhores resultados que o cimento de hidróxido de cálcio para capeamentos pulpares em cães.

Aeinehchi *et al.* em 2002, realizaram um estudo para comparar o MTA com o hidróxido de cálcio quando usado como materiais capeadores em dentes humanos. Onze pares de terceiros molares maxilares entre 20 e 25 anos de idade que necessitavam de extração sem cirurgia e com o mínimo trauma, com polpas sadias foram submetidos à exposição mecânica pulpar. As polpas expostas foram capeadas com MTA ou hidróxido de cálcio, cobertas com OZE e restauradas com amálgama. Um total de 14 dentes foram extraídos depois dos períodos de 1 semana (dois molares), 2 meses (três molares), 3 meses (cinco molares), 4 meses (dois molares) e 6 meses (dois molares). Duas amostras não voltaram para extração (num total de quatro) e duas outras só extraíram um dente e dois dentes foram perdidos na preparação para o processo histológico – totalizando oito. A avaliação histológica do MTA foi: 1 semana- Nenhuma ponte de dentina foi formada, e uma moderada inflamação crônica no sítio da exposição com leve hiperemia e necrose foi observada. Linfócitos e poucos polimorfos nucleares leucócitos foram vistos. 2 meses- pontes de dentina, com inflamação crônica moderada com linfócitos dominando a área inflamatória, moderada hiperemia e áreas necróticas puderam ser vistas

em só uma amostra, outra amostra apresentou calcificações e poucos odontoblastos. 3 meses- todas as amostras apresentaram pontes de dentina mais espessas e odontoblastos, calcificações e linfócitos também puderam serem vistos. 4 meses- pontes de dentina com maior espessura. Inflamação, hiperemia, necrose, calcificação ou camada odontoblástica não foram vistas. 6 meses- pontes de dentina mais espessas e uma camada odontoblástica próxima foi notada, nenhuma inflamação, necrose ou calcificações foram notadas. Em relação ao hidróxido de cálcio: 1 semana- nenhuma ponte de dentina foi observada, inflamação crônica e aguda no sítio da exposição e hiperemia foram notadas, não houve calcificações, polimorfos nucleares leucócitos e poucos linfócitos. 2 meses- Nenhuma ponte dentinária foi formada, inflamação crônica e aguda, hiperemia e calcificações, polimorfos nucleares leucócitos e linfócitos foram predominantes. 3 meses- inflamação crônica, moderada hiperemia e necrose, linfócitos foram as células inflamatórias dominantes, uma ponte dentinária irregular foi observada, nenhuma calcificação ou camadas odontoblásticas foram vistas. 4 meses- pontes dentinárias mais espessas, com inflamação crônica com linfócitos predominando. Nem calcificações nem camada odontoblástica foram observadas. 6 meses- Calcificações e necrose foram observadas, ponte de dentina mais espessa, moderada hiperemia e moderada inflamação crônica com predomínio de linfócitos. Apesar da análise estatística não ter sido realizada nesse estudo, devido ao pequeno número de amostras, os resultados mostraram que a inflamação foi vista com mais frequência e com mais severidade nas amostras capeadas com hidróxido de cálcio. Com o MTA, as

pontes de dentina formadas foram menos espessas e a presença de camada odontoblástica foi um achado freqüente. Poucas amostras capeadas com MTA tiveram hiperemia, ao passo que a hiperemia foi observada em muitas amostras capeadas com hidróxido de cálcio, assim como a necrose foi um achado mais freqüente com o hidróxido de cálcio. Apesar dos resultados favorecerem o uso do MTA, mais estudos com o número de amostras e um período maior de avaliação são sugeridos pelos autores.

2.2.CIMENTO PORTLAND

O cimento Portland é o produto obtido pela pulverização de um “clinker” que corresponde a um produto de natureza granulosa, resultante da calcinação de uma mistura de materiais, conduzida até a temperatura de sua fusão incipiente. É constituído essencialmente de silicatos hidráulicos de cálcio e sulfato de cálcio natural, contendo, eventualmente, adições de substâncias que modificam suas propriedades ou facilitam seu emprego. É um material amplamente utilizado na Engenharia Civil (BAUER, 1982).

Estrela *et al.* (2000), realizaram um estudo com o objetivo de investigar a ação antimicrobiana do MTA, cimento Portland, pasta de hidróxido de cálcio, Sealapex e Dycal. A análise química dos elementos presentes no MTA e nas duas amostras de cimento Portland foi feita com um Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X. Os resultados da pesquisa demonstraram que a

atividade antimicrobiana da pasta de hidróxido de cálcio foi superior a todas as outras substâncias, sobre todos os microrganismos testados, apresentando zonas de inibição com 6-9,5 mm e zonas de difusão com 10-18 mm. O MTA, o cimento Portland e o Sealapex apresentaram somente zonas de difusão e, dentre estes, o Sealapex apresentou a maior zona. O Dycal não apresentou halos de inibição, nem de difusão. Os cimentos Portland contêm os mesmos elementos químicos que o MTA, com a exceção que o MTA também apresenta, na sua constituição, o bismuto. O fato dos principais componentes do MTA também estarem presentes no cimento Portland poderia justificar porque os resultados dos testes de atividade antimicrobiana foram similares para estes dois materiais. Na avaliação química do cimento Portland, os componentes que estavam presentes de acordo com a seguinte média de percentual foram os seguintes: CaO (58.5%), SiO₂ (17.7%), Al₂O₃ (4.5%), MgO (3.3%), SO₃ (3.0%), Fe₂O₃ (2.9%), K₂O (0.9%), Na₂O (0.2%). Após manipulado, durante o primeiro minuto, o pH do cimento Portland se elevou até 12.3 e depois continuou crescendo até o máximo de 12.9 após 3 horas. Os íons potássio e sódio presentes vem claramente de constituintes óxidos alcalis, que também suprem uma fonte adicional de íons hidroxila .

Holland *et al.* (2001a), estudaram a reação do tecido subcutâneo de 30 ratos ao implante de tubos de dentina preenchidos com MTA, cimento Portland ou hidróxido de cálcio. Com o propósito de controle, 10 animais sofreram implante de tubos de dentina vazios. Os animais foram sacrificados após 7 ou 30 dias e os espécimes, não descalcificados, foram preparados para análise histológica

com luz polarizada e técnica de Von Kossa para tecidos mineralizados. No grupo controle, observou-se aos 7 dias os tubos implantados rodeados por uma camada de exudato com neutrófilos. Sobre essa área havia fibroblastos jovens e células inflamatórias crônicas. Aos 30 dias esse grupo, houve crescimento de tecido conjuntivo com células de inflamação crônica suave, fora dos tubos estavam rodeados por uma fina cápsula fibrosa com reação inflamatória crônica em 5 casos. Os resultados foram similares para os materiais estudados. Próximo às aberturas dos tubos foram observadas granulações Von Kossa positivas, birrefringentes à luz polarizada. Próximo a essas granulações existia um tecido irregular na forma de uma ponte, também Von Kossa positivo. As paredes de dentina dos tubos exibiram uma estrutura altamente birrefringente à luz polarizada, no interior dos túbulos, formando uma camada em diferentes profundidades. Diante do observado, os autores acharam que possivelmente o mecanismo de ação dos materiais estudados sejam similares entre si.

Com o objetivo de comparar histologicamente o MTA e o cimento Portland, Paim e Reiss em 2001, realizaram um estudo onde foram utilizados dois grupos de ratos com cinco animais cada, *Ratus norvegicus* da linhagem Wistar. As cirurgias foram realizadas nas áreas de filtro superior onde receberam um tubo de polietileno contendo MTA (lado esquerdo do animal) e o cimento Portland (lado direito do animal). Depois dos retalhos suturados, os animais ficaram em quarentena e após o fim de 2 semanas metade dos animais foram sacrificados (Grupo I) e depois de 12 semanas a outra metade (Grupo II). As

áreas onde foram realizadas as cirurgias foram removidas em bloco e acondicionadas em formol 10% para o preparo histológico para leitura em microscopia óptica. No Grupo I do cimento Portland, o infiltrado inflamatório variou de discreto a intenso em áreas específicas, sugerindo processo inflamatório agudo, tecido fibroso, vasos congestos, neoangiogênese, fibroblastos, neutrófilos e macrófagos. No Grupo II do mesmo cimento, já havia busca da resolução do processo inflamatório, reação granulomatosa, formação de tecido fibroso, aumento da vascularização, reação inflamatória de caráter crônico com predominância de linfócitos, macrófagos e fibroblastos. Em uma das amostras observou-se tecido conjuntivo de aspecto normal com raros macrófagos. No Grupo I do MTA, observou-se ausência de células inflamatórias agudas, infiltrado inflamatório brando com presença de macrófagos, fibroblastos, tecido fibroso, vasos congestos, aumento da vascularização, capilares neoformados. No Grupo II do MTA a proliferação vascular com busca da resolução do processo inflamatório foi observado, assim como tecido conjuntivo com aspecto de normalidade, tecido fibroso, fibroblastos e macrófagos. Os resultados demonstraram uma reação inflamatória após 2 semanas de caráter agudo para ambos os cimentos com uma aceitação biológica discretamente melhor do MTA em comparação ao cimento Portland, existindo uma semelhança histológica com relação aos componentes tissulares entre os cimentos após o período de 12 semanas na amostra avaliada, com tendência à cronificação. O cimento Portland segundo os autores pode ser especulado para uso odontológico, contudo, sugere-se ainda outros estudos.

Com o objetivo de comparar o efeito citotóxico *in vitro* e a reação tecidual do MTA e do cimento Portland em implantes ósseos em mandíbulas de porcos, Saidon *et al.* em 2003, utilizaram cultura com material recém manipulado ou tomado presa colocados dentro de cultura com células L929 já fixadas. Depois de um período de incubação de 3 dias, a morfologia celular e a contagem das células foram estudadas. Também foram realizadas cavidades ósseas bilaterais nos animais e os materiais recém manipulados foram colocados com aplicadores de Teflon dentro das cavidades. Cada animal recebeu dois implantes, um preenchido com ProRoot e um com cimento Portland. Os animais foram sacrificados depois de 2 ou 12 semanas e os tecidos foram processados para avaliação histológica por meio de microscopia óptica. Não houve diferença na reação celular *in vitro*. A cicatrização óssea e mínima resposta inflamatória adjacente aos implantes de ProRoot e cimento Portland foram observados em ambos os períodos experimentais, sugerindo que ambos os materiais são bem tolerados. MTA e o cimento Portland mostraram biocompatibilidade quando avaliados *in vivo* e *in vitro*. Os resultados sugerem que o cimento de Portland tem potencial para ser usado como um mais barato material retrobturador, como um possível substituto do MTA em aplicações clínicas de um modo geral. Porém mais estudos em seres humanos são necessários para a indicação de usos clínico dessa substância.

Trindade, Oliveira e Figueiredo (2003), com o objetivo de avaliar a resposta tecidual, em tecido subcutâneo de ratos, utilizaram implante de tubos de polietileno contendo MTA, cimento Portland, cimento Portland acrescido de

20% de óxido de bismuto e cimento Portland acrescido de 30% de óxido de bismuto, nos tempos experimentais de 7, 15 e 30 dias. Foram utilizados no experimento 30 ratos, com aproximadamente 60 dias de idade e 200 gramas de peso, divididos em três grupos de 10 espécimes cada, de acordo com os tempos experimentais. Cada animal recebeu quatro amostras, uma de cada material em teste, no tecido subcutâneo, na região do dorso. Decorridos os períodos experimentais para cada grupo, foi procedida a análise histopatológica nas porções próximas à extremidade dos tubos, sendo os eventos inflamatórios classificados de acordo com os critérios de severidade da resposta tecidual. A análise estatística dos dados obtidos mostrou não haver diferenças significativas entre as respostas teciduais, para os diferentes materiais testados, nos três tempos experimentais. Todos os materiais mostraram significativa redução no grau inflamatório ao longo do tempo.

Considerando várias informações sobre a similaridade entre a composição química do MTA e do cimento Portland, Holland *et al.* (2001c), realizaram um estudo para observar o comportamento das polpas de dentes de cães depois de pulpotomias e proteção direta pulpar com esses materiais. Depois das pulpotomias, os cotos pulpare de 26 raízes de dentes de cães foram protegidos com MTA ou cimento Portland, e as unidades foram então seladas com óxido de zinco e eugenol e amálgama. Sessenta dias depois do tratamento, os animais foram sacrificados e as espécimes removidas e preparadas para análise histomorfológica. Dos treze casos do MTA dez apresentavam pontes de tecido duro e polpa vital sem nenhuma reação

inflamatória. As pontes de tecido duro observadas com o uso do MTA, variavam de espessura e mostraram uma área de leve calcificação irregular na porção mais coronal da ponte, eram tubulares e em continuidade com a dentina lateral formada depois do tratamento. Em 3 casos, as polpas dentárias mostraram infiltrado inflamatório crônico moderado e alguns neutrófilos foram observados adjacentes às pontes. Em relação ao cimento Portland observou-se também pontes de tecido duro formadas em 11 casos que também variavam de espessura e mostraram uma área de leve calcificação irregular na porção mais coronal da ponte, eram tubulares e em continuidade com a dentina lateral formada depois do tratamento, sem nenhuma reação inflamatória. Em um dos casos, observou-se ponte parcial tubular e polpa dentária com reação inflamatória crônica e células neutrofilicas dispersas. Alguns macrófagos exibiram poucas partículas de material em seus citoplasmas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais. Considerando que ambos os materiais estudados possuem similaridade em suas formulações químicas exceto o óxido de bismuto que o MTA possui (Estrela *et al.*, 2000), e pelos resultados obtidos nessa pesquisa que foram os mesmos para o MTA e o cimento Portland, pôde-se concluir que o óxido de bismuto não influencia nos resultados do tratamento do tecido pulpar.

Moraes, Aragão e Heck (2001), avaliaram a biocompatibilidade do cimento Portland em comparação ao implante de tubos de polietileno vazios como controle, observaram a ocorrência de um infiltrado inflamatório crônico ao redor dos implantes aos 7 dias com a presença de macrófagos cheios de partículas

do cimento extravasado, aos 21 dias, o tecido conjuntivo mostrou-se mais organizado no grupo do cimento Portland que no grupo controle, e aos 60 dias, diferenças na espessura da cápsula fibrosa envolvendo os implantes e um tecido conjuntivo mais denso para o cimento Portland que para o grupo controle. Os autores concluíram que o cimento Portland provocou, inicialmente, reação inflamatória crônica, evoluindo para a formação de uma cápsula de tecido conjuntivo denso em volta do tubo de polietileno, mostrando a boa tolerância ao material por parte dos tecidos, além da diminuição no grau de inflamação no decorrer dos tempos experimentais.

Moraes em 2002, realizou dois casos clínicos de perfuração de assoalho da câmara pulpar que foram tratados com cimento Portland que foram acompanhados por 18 meses e onde se demonstrou em ambos os casos reparo das perfurações. Foi acrescentado ao cimento Portland o sulfato de bário, que lhe conferiu radiopacidade. Segundo o autor, o cimento Portland é uma opção de material para o reparo de perfurações de furca, apesar do mesmo considerar o número de casos extremamente pequeno para indicar seu uso rotineiro no tratamento de perfurações de furca.

O MTA conhecido comercialmente como Pro Root (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Okla), tem sua composição química similar a do cimento Portland. A companhia brasileira Ângelus (Odonto-Lógica, Ind. Prod. Odont. Ltda, Londrina, Paraná, Brasil) selecionou um cimento Portland com um conteúdo mínimo de arsênico. Óxido de bismuto foi adicionado para promover a mesma

radiopacidade do Pro Root. Este material é agora comercialmente disponível como MTA- Ângelus (DUARTE *et al.*, 2003). Esses autores afirmam que o pH do MTA tem sido testado só *in vitro*, com nenhum teste da quantidade de cálcio liberado. Além disso, nenhum estudo tinha sido conduzido para comparar o MTA- Ângelus com o Pro Root. Por essa razão, o objetivo do estudo realizado por eles foi medir, *in vitro*, o íon cálcio liberado e o pH do MTA- Ângelus e a comparação dessas propriedades com as do Pro Root. Os materiais estudados Pro Root (75% de cimento Portland, 5% de cálcio e 20% de óxido de bismuto) e o MTA-Angelus composto de 80% de cimento Portland e 20% de óxido de bismuto. Os materiais foram misturados com água deionizada e inseridos em tubos plásticos. Um total de 5 amostras foram usadas para cada material. Cada tubo foi selado em um frasco contendo 10 ml de água deionizada. O pH foi medido em 3, 24, 72 e 168 horas depois da espatulação. Depois de cada mensuração, os tubos eram movidos para novos frascos com água destilada. Um total de 5 amostras para cada material também foram usadas para analisar a liberação de cálcio. Cada tubo foi selado em um frasco contendo 10 ml de água destilada. A quantidade de liberação de cálcio foi determinado em 3, 24, 72 e 168 horas depois da espatulação. Depois de cada mensuração, os tubos eram movidos para novos frascos com água deionizada fresca. Os autores tiveram como resultado da pesquisa que os valores para o pH e liberação de cálcio foram maiores durante as três primeiras horas, quando depois tenderam a decrescer. Os valores de pH e a liberação de cálcio registrados para o MTA-Angelus foram levemente maiores em todos os períodos de tempo em relação ao Pro Root. Segundo os autores, ambos os materiais testados foram alcalinos

e liberaram cálcio. Valores maiores foram registrados durante o período inicial da colocação.

No estudo de Trindade e Figueiredo em 2002, os autores tinham como objetivo analisar a microestrutura e a composição química do cimento Portland, do MTA (Pro Root) e do cimento Portland acrescido de diferentes substâncias radiopacizantes (citrato de chumbo, acetato de uranila, tetróxido de ósmio e ácido fosfotúngstico – PTA). O cimento foi manipulado com água esterilizada e as substâncias radiopacizantes. O MTA foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante. Após a manipulação os cimentos foram inseridos em molde cilíndricos de polietileno, com 5mm de comprimento e diâmetro interno de 1,3mm. Após a presa dos materiais, os moldes foram cortados, liberando os corpos de prova, que foram dessecados, por 72 horas, em temperatura ambiente, para então serem submetidos à análise estrutural e química através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) e sonda EDX (Energy Dispersive X-Ray). A superfície dos corpos de prova, avaliadas em MEV com aumento de 500X, mostrou a mesma estrutura microscópica para todos os corpos de prova. A análise da composição química, através da sonda EDX, mostrou os mesmos elementos para todas as amostras, exceto que o MTA contém bismuto e o cimento Portland contém potássio. Tungstênio foi encontrado nas amostras de cimento Portland manipulado com PTA. Nas demais misturas não foram encontradas traços dos elementos presentes nos radiopacizantes. Os autores presumem que com exceção do PTA a adição dessas substâncias radiopacizantes não altera a estrutura e composição química do cimento Portland.

Figueiredo et al. em 2002, observaram diferenças na consistência do cimento Portland quando a substância subnitrato de bismuto foi incorporada ao pó, em diferentes proporções.

PROPOSIÇÃO

3- PROPOSIÇÃO

Tendo como base os dados revistos da literatura, o presente trabalho se propõe a avaliar comparativamente o comportamento biológico do tecido conjuntivo submucoso de ratos, verificando o padrão de inflamação e reparo, ao implante de tubos de polietileno contendo MTA ou cimento Portland, sendo que este último material em sua fórmula pura e acrescida de 20% de óxido de bismuto.

MATERIAL E MÉTODOS

4- MATERIAL E MÉTODOS

4.1- DESIGN DA PESQUISA

O *design* deste trabalho é experimental verdadeiro – Grupo controle e Pós-Teste, enquadrado em um paradigma quantitativo além de uma avaliação qualitativa.

4.2- POPULAÇÃO E AMOSTRA

Este trabalho utilizou-se de uma amostra de 45 ratos da espécie *Ratus norvegicus* e linhagem Wistar, machos, de 250g a 300g de peso, distribuídos aleatoriamente em três grupos de quinze animais, constituindo uma amostra homogênea. Os animais foram acondicionados em gaiolas com dieta balanceada e água *ad libitum*.

A amostra foi estratificada da seguinte maneira:

- Grupo M – MTA (Pro Root[®] MTA - Dentsply, Tulsa Dental, EUA) – (Figura1)
- Grupo P – Portland (Cimento Zebu[®] – Companhia Atol, Brasil,P32) – (Figura2)
- Grupo PB – Portland acrescido de 20% de óxido de bismuto (Fórmula – Farmácia de manipulação)



Figura 1: PRO ROOT® - MTA.



Figura 2: Cimento Portland.

Cinco animais de cada grupo foram sacrificados após 1 semana, 2 e 12 semanas, de realizados os procedimentos cirúrgicos.

4.3-COLETA E INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS

Para a realização do procedimento cirúrgico os animais foram anestesiados com: Acepromazina 1% (Acepran® 1% - Univet), medicação pré-anestésica - neurológica, tranqüilizante, 0,3 ml/100g/PV, que deixava os animais mais receptivos ao anestésico geral e após dez minutos de intervalo foi administrada a Ketamina 0,2 ml/100g/PV (Dopalen® - Agribrands do Brasil LTDA), agente anestésico geral (Figura 3 e Figura 4).



Figura 3: Agentes Anestésicos.

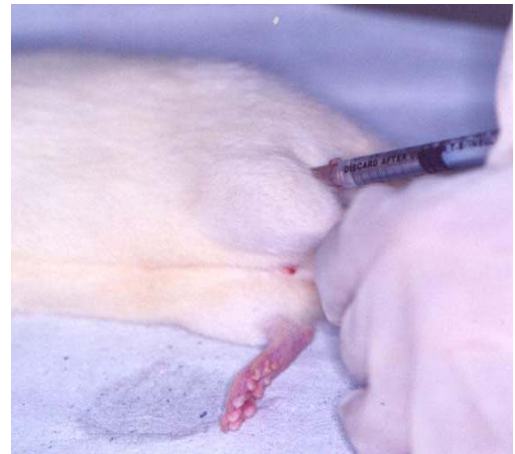


Figura 4: Animal sendo anestesiado.

A seguir foi realizado um retalho de cada lado da arcada superior do animal (região de filtro – local que corresponde ao fundo de sulco em humanos) utilizando cabo de bisturi com lâmina número onze (Surgyplast[®]) – (Figura 5). Em cada retalho confeccionado foi inserido um tubo de polietileno previamente esterilizado, escalpe de diâmetro inferior a 1,3 mm (Biojet[®]), cortado em aproximadamente 1 a 2 mm de comprimento, abertos em ambas as extremidades, contendo MTA ou cimento de Portland isolado ou acrescido de 20% de óxido de bismuto e o escalpe vazio do lado oposto ao preenchido que serviu como controle de cada animal (Figura 6). Sempre do lado direito do animal foi colocado o grupo experimental (Figura 7) e do lado esquerdo o grupo controle.



Figura 5: Retalho Cirúrgico.

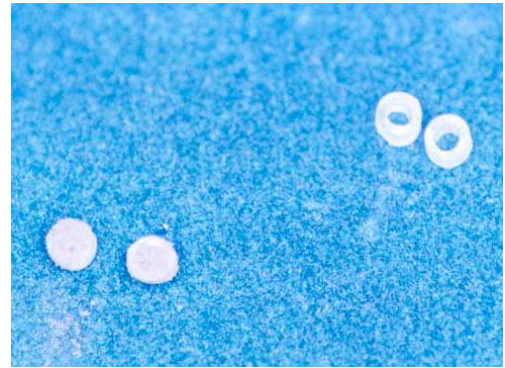


Figura 6: Escalpes representativos dos grupos experimental (preenchido com cimento) e do controle (sem cimento).

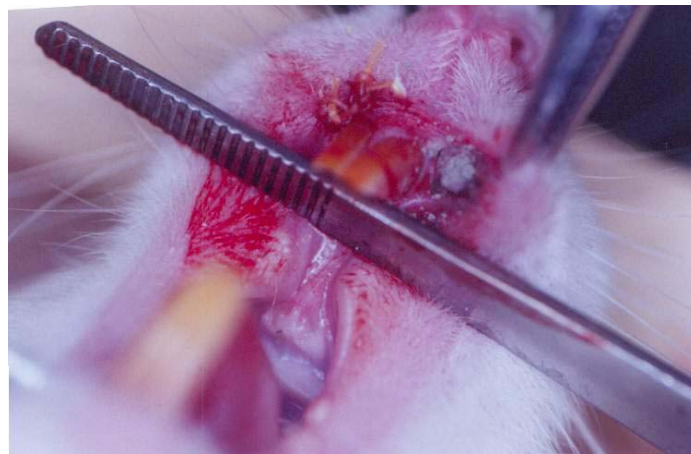


Figura 7: Inserção do escalpe com material no leito cirúrgico.

Os cimentos foram manipulados com soro fisiológico estéril (Endomed[®]) imediatamente colocados nos tubos e esses inseridos no interior dos retalhos. Após isso, foram realizadas suturas com agulha e fio reabsorvível (Catgut simples 3.0 – Somer Ville[®]).

Os animais retornaram às gaiolas segundo o agrupamento prévio (três gaiolas para cada grupo) e ao acordar da anestesia foram alimentados com dieta líquida no primeiro momento (permaneceram em quarentena). Os animais foram monitorados por todo o tempo pelo médico veterinário e bióloga responsáveis pelo Biotério da Universidade Estadual de Feira de Santana (Anexo A).

Ao final de uma semana após a cirurgia, 15 animais foram sacrificados, após duas semanas mais 15 animais foram sacrificados e após doze semanas os outros 15 animais foram sacrificados. As áreas da cirurgia foram removidas em bloco e as peças obtidas foram acondicionadas em formol a 10 %, incluídas em parafina e processadas pela técnica de rotina para Hematoxilina/Eosina (H/E) e a coloração de Picrosirius Red (como elemento ilustrativo) no Laboratório de Anatomia Patológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia. Duas peças do Grupo P (12 semanas) foram perdidas por problemas técnicos que ocorreram durante a preparação histológica

As principais alterações teciduais presentes nos locais das cirurgias foram avaliadas por microscopia de luz, o exame sendo responsabilidade de um avaliador experiente e cego em relação ao estudo. Foi realizada uma avaliação histopatológica descritiva considerando as características teciduais do processo inflamatório, como a presença de edema, necrose, reação de corpo estranho, neoformação vascular, hiperemia, tipo e severidade do infiltrado inflamatório, tipos de elementos celulares inflamatórios presentes

(polimorfonucleares neutrófilos, plasmócitos, linfócitos, eosinófilos, macrófagos, células gigantes tipo corpo estranho), fibroblastos e fibras colágenas. Também foi realizada avaliação semi-quantitativa onde de acordo com a presença e a intensidade de cada caractere morfológico avaliado foram atribuídos valores numéricos: 0 - ausente; 1 - leve; 2 - moderado e 3 - severo.

4.4- ANÁLISE DOS DADOS

O teste do Qui-Quadrado foi empregado na verificação da associação entre as variáveis mensuradas em escala qualitativa, enquanto que a prova não-paramétrica de Kruskal Wallis, seguida do teste de comparações múltiplas foi adotado na comparação de grupos independentes das variáveis do estudo. O nível de significância foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$). A análise foi realizada através do aplicativo STATA, versão 7.0. Statacorp, Stata Statistical Software. College Station, TX: Stata Corporation 2001.

RESULTADOS

5- RESULTADOS

Grupo Controle (1 semana)

Aos 7 dias do experimento no grupo controle observou-se nos espécimes avaliados, em região submucosa a presença de espaço vazio compatível com a área do tubo implantado. O tecido conjuntivo adjacente a esta área mostrou-se infiltrado por células inflamatórias predominantemente linfoplasmocitárias difusamente distribuídas com intensidade leve. Observou-se ainda áreas de edema residual e neoformação de vasos capilares, alguns deles apresentando hiperemia. Observou-se ainda a presença de fibrilas colagênicas delicadas dispostas paralelamente à superfície do tubo. Não foram observadas áreas de necrose tecidual ou micro-abscessos.

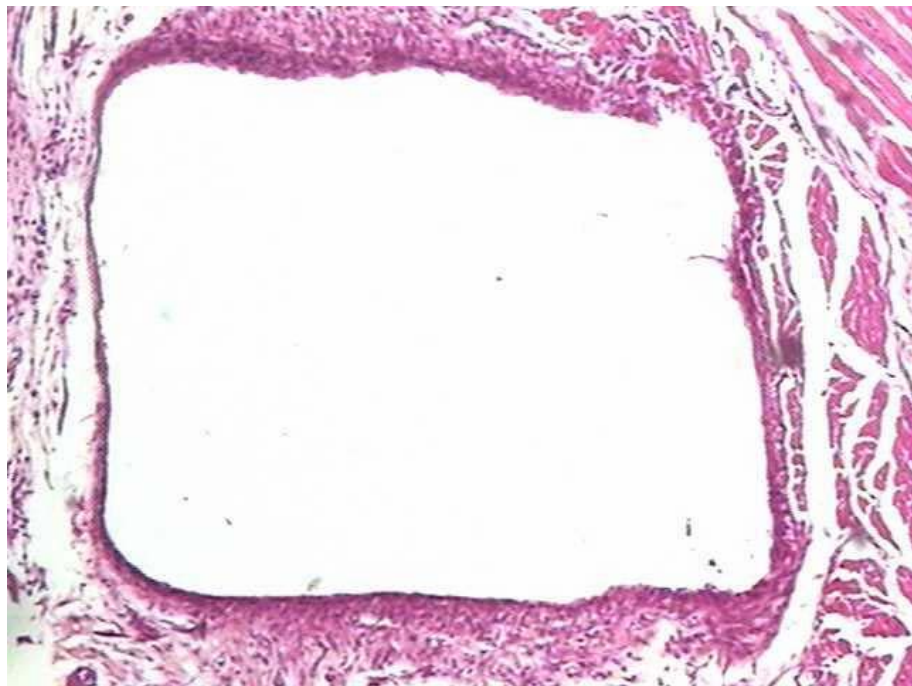


Figura 8 – Fotomicrografia do Grupo Controle (1 semana). Observa-se infiltrado linfoplasmocitário leve em região peritubular. H/E, aumento aproximado 40x.

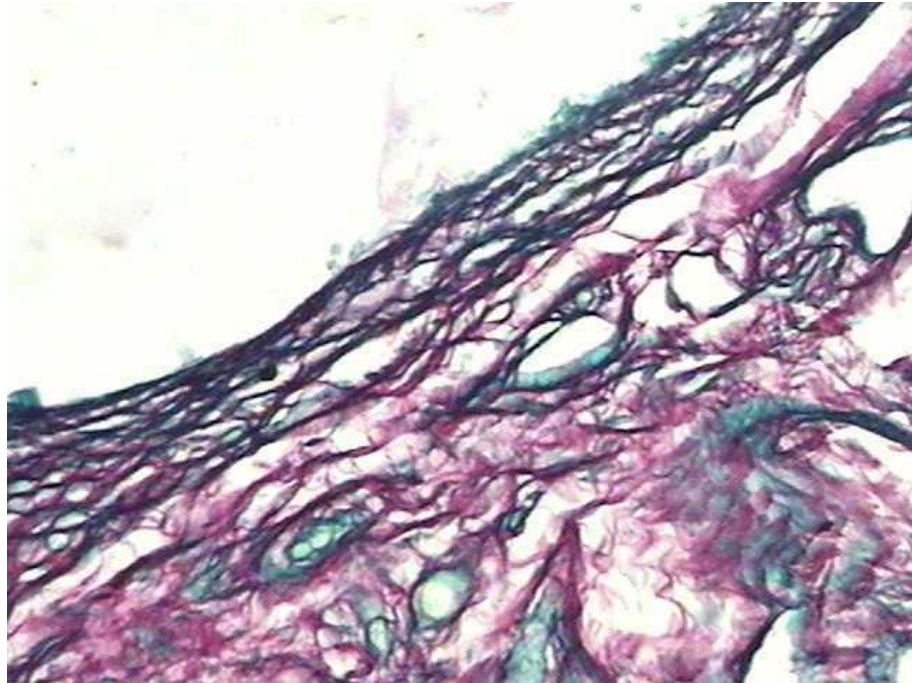


Figura 9 - Fotomicrografia do Grupo Controle (1 semana). Observa-se a presença de fibrilas colagênicas dispostas paralelamente à superfície do tubo. Picrosirius red, aumento aproximado 200x.

Grupo M (1 semana)

Aos 7 dias do experimento, no Grupo M observou-se a presença da área delimitada pelo tubo. O tecido conjuntivo adjacente mostrou infiltrado inflamatório moderado de celularidade mista destacando-se a presença de células gigantes multinucleadas e macrófagos, ambos realizando intensa fagocitose do material extravasado do tubo. Em 1 dos espécimes ocorreu invaginação tecidual no tubo e ocasionando reação inflamatória de maior severidade. Foi observada ainda neoangiogênese, hiperemia vascular e edema residual. Apesar de haver proliferação fibroblástica, as fibrilas colágenas formadas não envolveram o tubo de forma organizada.

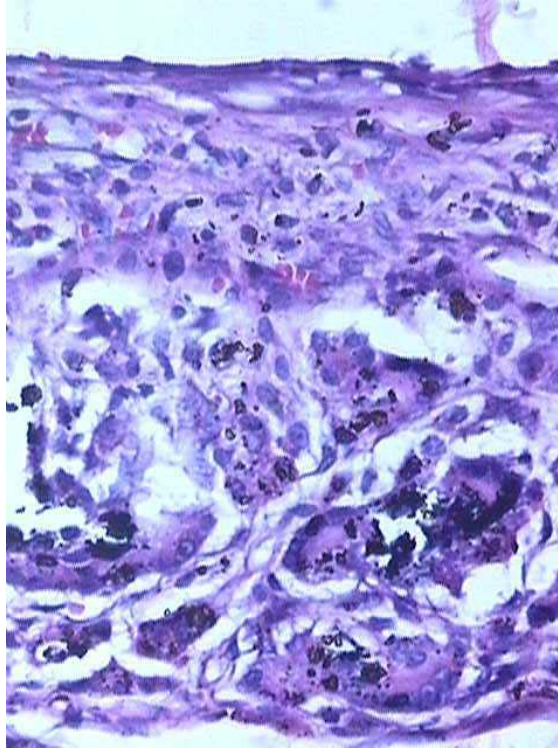


Figura 10 - Fotomicrografia do Grupo M (1 semana). Observa-se subjacente ao espaço ocupado pelo tubo presença de células gigantes multinucleadas tipo corpo estranho e macrófagos realizando fagocitose de material exógeno. H/E, aumento aproximado 200x.

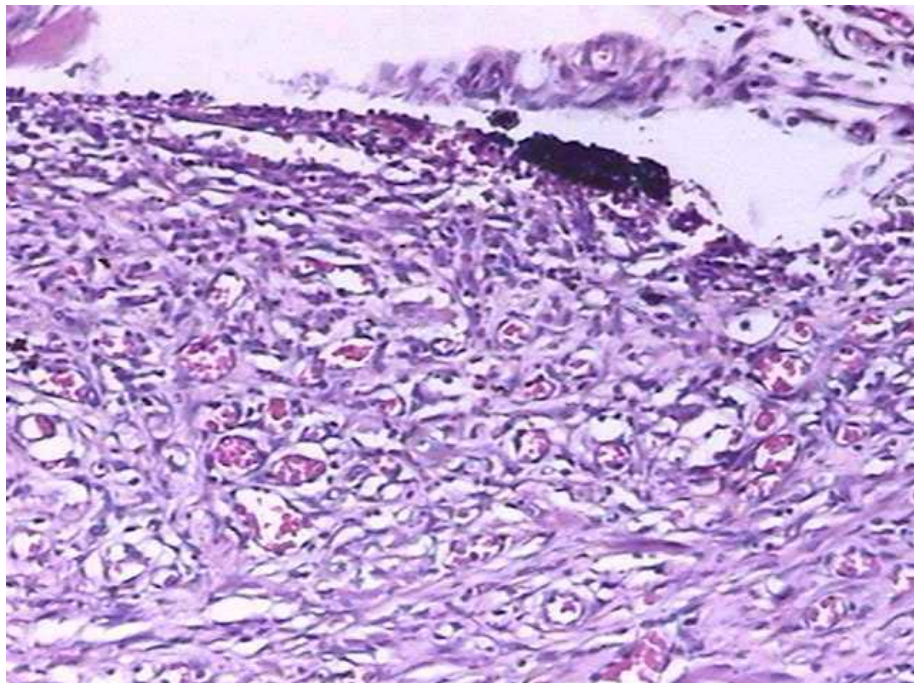


Figura 11 - Fotomicrografia do Grupo M (1 semana). Observa-se hiperemia vascular, edema e moderado infiltrado inflamatório de celularidade mista. H/E, aumento aproximado 100x.

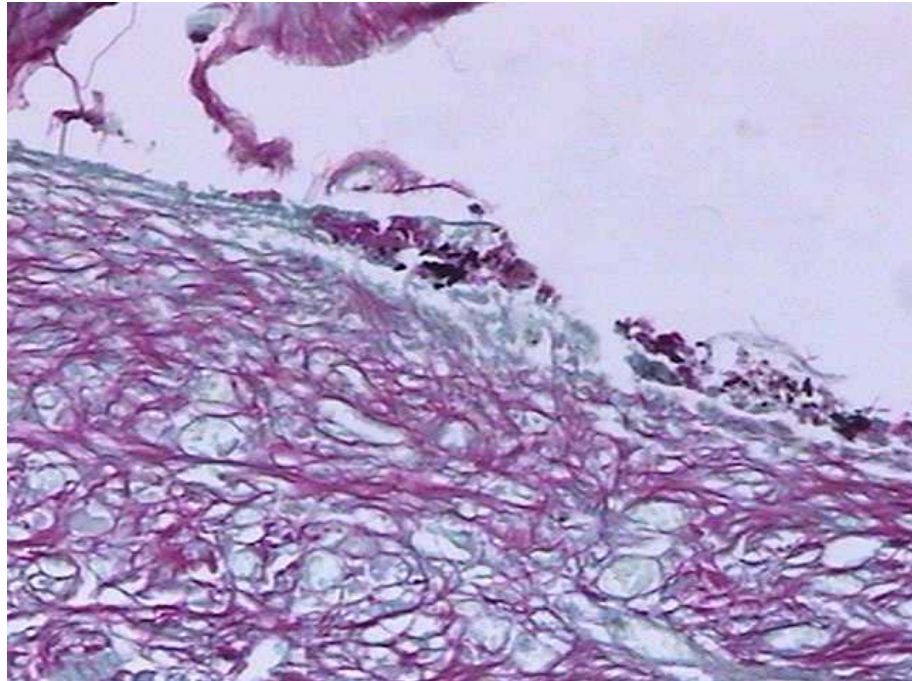


Figura 12 - Fotomicrografia do Grupo M (1 semana). Observa-se neoformação colagênica desorganizada envolvendo a superfície do tubo. Picrosirius red, aumento aproximado 100x.

Grupo PB (1 semana)

Aos 7 dias do experimento no Grupo PB observou-se a área correspondente ao tubo. Adjacente observou-se tecido de granulação apresentando infiltrado inflamatório de celularidade mista e intensidade moderada, com o predomínio de linfócitos e macrófagos. Foi observado neoformação vascular e um quadro de hiperemia moderado. Observou-se a presença de material exógeno disperso pelo tecido e interior de células gigantes multinucleadas e macrófagos. Não foi observado área de necrose ou micro-abscessos. A área ocupada pelo tubo apresentou delimitação por fibrilas colágenas delicadas.

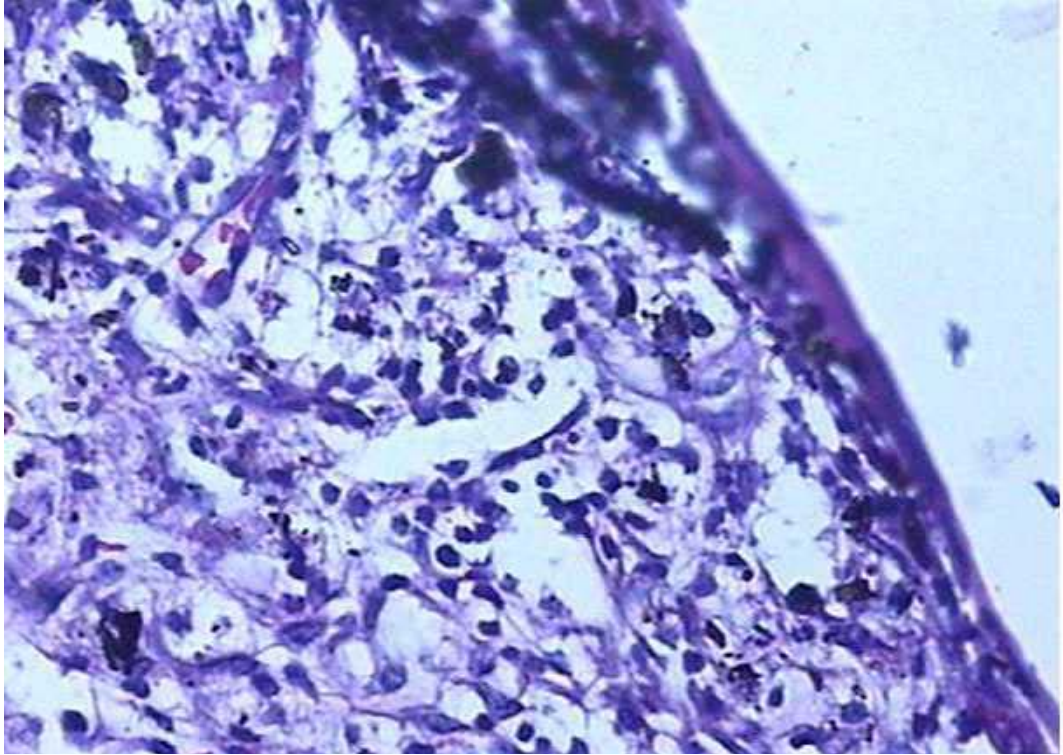


Figura 13 - Fotomicrografia do Grupo PB (1 semana). Observa-se pigmento exógeno disperso pelo tecido submucoso e no interior de macrófagos. H/E, aumento aproximado 200x.

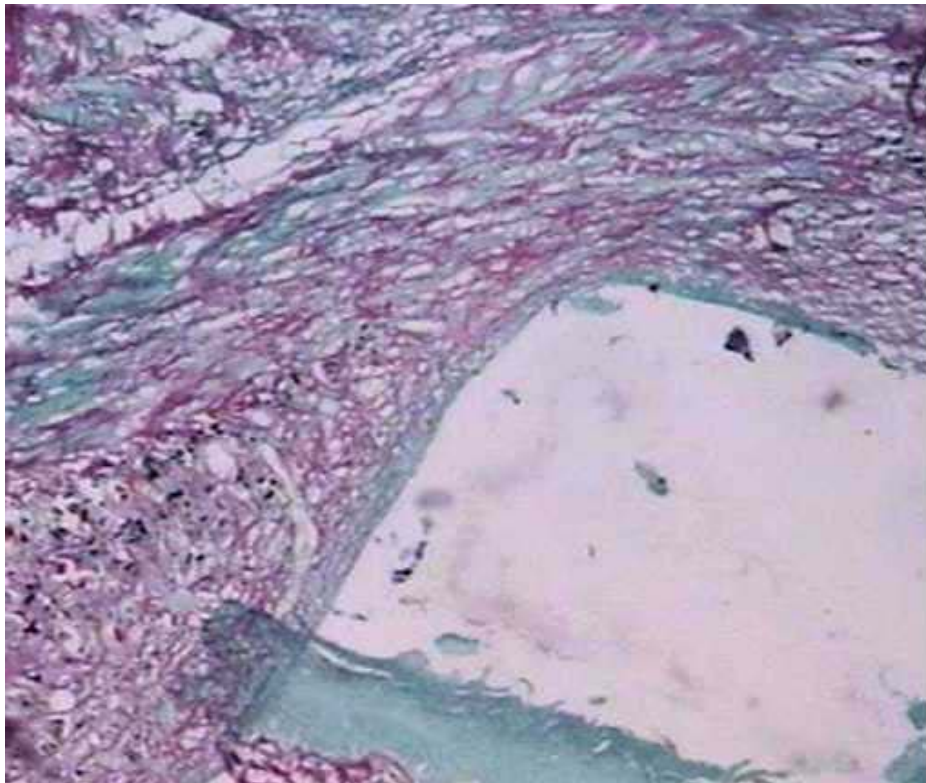


Figura 14 - Fotomicrografia do Grupo PB (1 semana). Observa-se fibrilas colágenas envolvendo a superfície do tubo de forma desorganizada. Picrosirius red, aumento aproximado 100x.

Grupo P (1 semana)

Aos 7 dias do experimento no Grupo P, observou-se circundando a área do tubo, tecido de granulação apresentando infiltrado inflamatório difuso de intensidade moderada e de celularidade mista. Observou-se a presença de células gigantes multinucleadas e macrófagos fagocitando o material implantado, além de pigmento exógeno difusamente distribuído pelos tecidos. Apesar de evidente proliferação fibroblástica, as fibras colágenas formadas não delimitam completamente a área do tubo. Em um dos espécimes observou-se hiperemia severa, em três moderada e em um leve. Áreas de edema residual foram observadas em todos os espécimes.

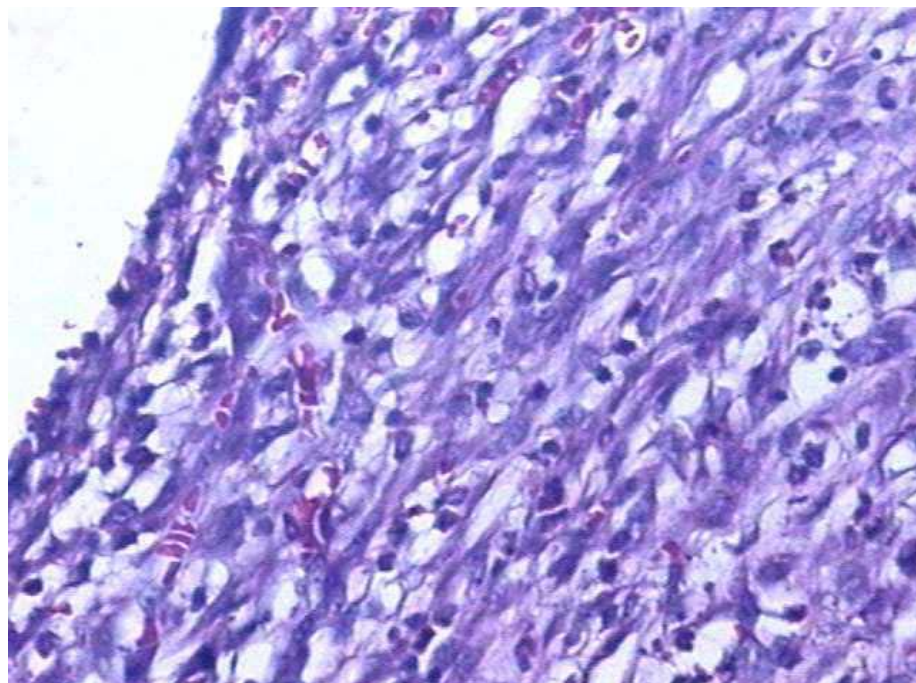


Figura 15 - Fotomicrografia do Grupo P (1 semana). Observa-se subjacente à área do tubo, intensa proliferação fibroblástica, delicados vasos capilares e infiltrado linfoplasmocitário discreto. H/E, aumento aproximado 200x.

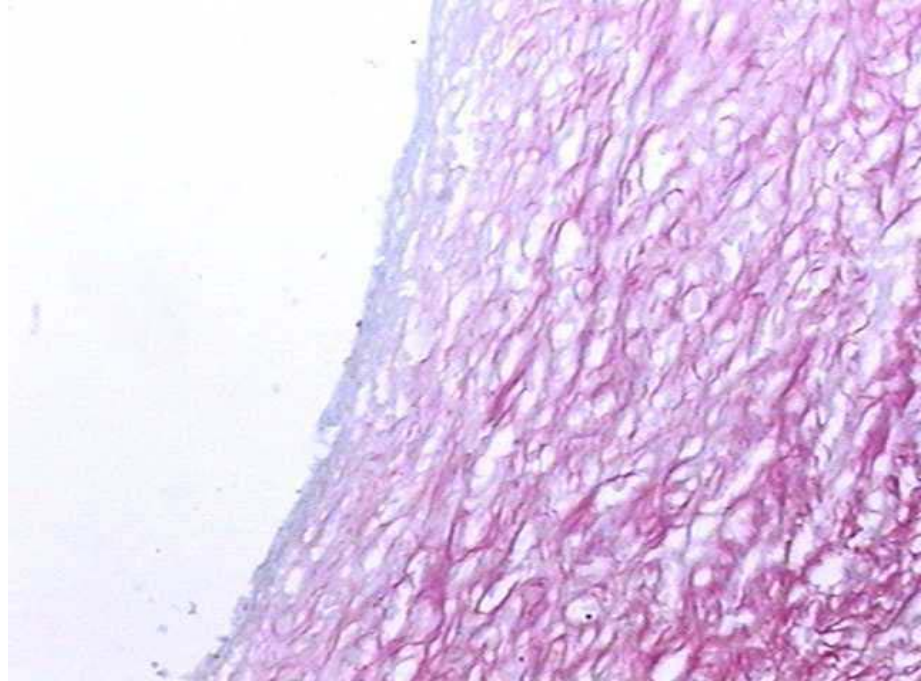


Figura 16 - Fotomicrografia do Grupo P (1 semana). Observa-se intensa deposição de fibrilas colágenas paralelamente à superfície do tubo, porém sem uma delimitação evidente da sua interface. Picrosirius red, aumento aproximado 100x.

Grupo Controle (2 semanas)

Aos 15 dias, no grupo controle observou-se a presença de maior condensação fibrosa peritubular caracterizada por fibras colágenas dispostas paralelamente à superfície do tubo. Não foi observado hiperemia, edema ou necrose, apenas um infiltrado linfoplasmocitário de intensidade leve.

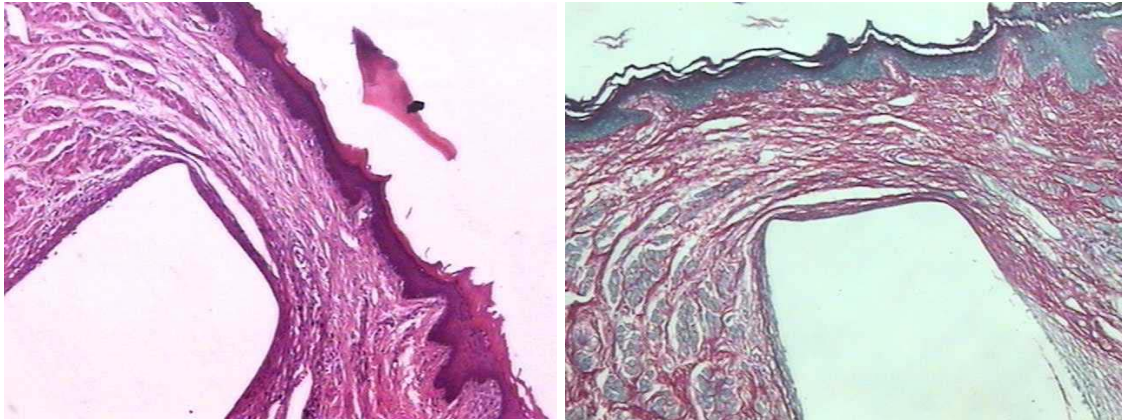


Figura 17 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo controle (2 semanas). Observa-se espaço ocupado pelo tubo em região submucosa delimitado por área de condensação fibrosa. H/E, aumento aproximado 40x (A); Picrosirius red aumento 40x (B).

Grupo M (2 semanas)

Aos 15 dias do experimento, observou-se nesse grupo o aumento da condensação fibrosa peritubular com maior organização das fibras colágenas. Houve persistência do quadro inflamatório cujo infiltrado predominantemente linfocitário variou de leve a moderado e presença de células gigantes fagocitando material exógeno.

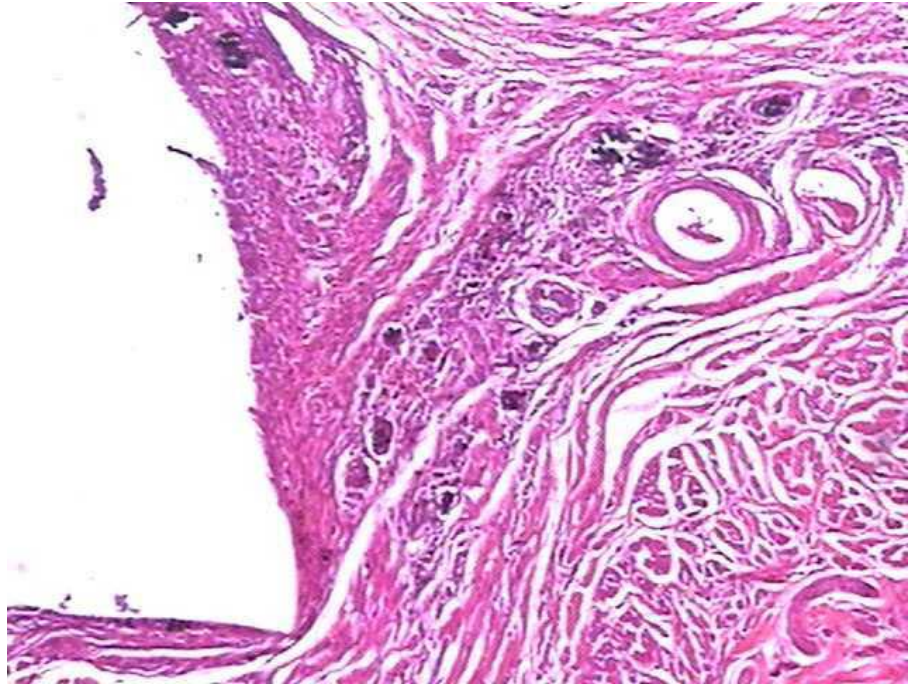


Figura 18 – Fotomicrografia do Grupo M (2 semanas). Observa-se área de condensação fibrosa peritubular e presente de material exógeno extravasado no interior de macrófagos e células gigantes multinucleadas. H/E, aumento aproximado de 40x.

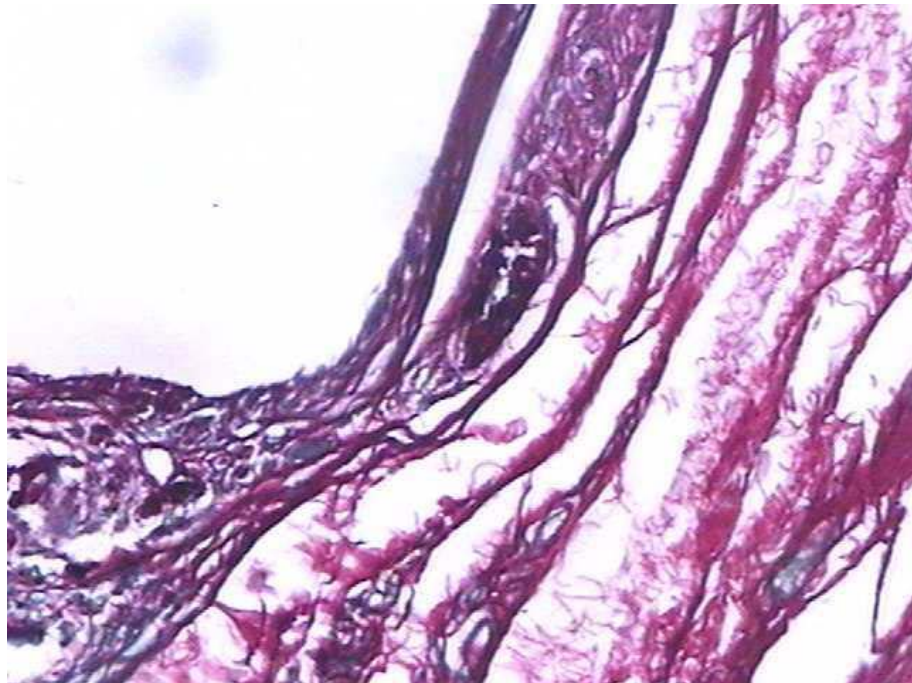


Figura 19 – Fotomicrografia do Grupo M (2 semanas). Observa-se área de condensação fibrosa de distribuição paralela à superfície do tubo. Picrosirius red, aumento aproximado de 100x.

Grupo PB (2 semanas)

Aos 15 dias do grupo experimental PB, observou-se circunjacente à área do tubo a presença de tecido de granulação com infiltrado inflamatório moderado crônico do tipo mononuclear. Observou-se a diminuição do edema residual e da hiperemia, apesar da menor quantidade de fibroblastos observou-se a condensação da matriz colágena com o aumento da espessura das fibras que neste grupo delimitaram a superfície do tubo e também circundou o material extravasado na intimidade do tecido conjuntivo. Observou-se ainda condensação fibrosa delimitando a área de cimento extravasado.

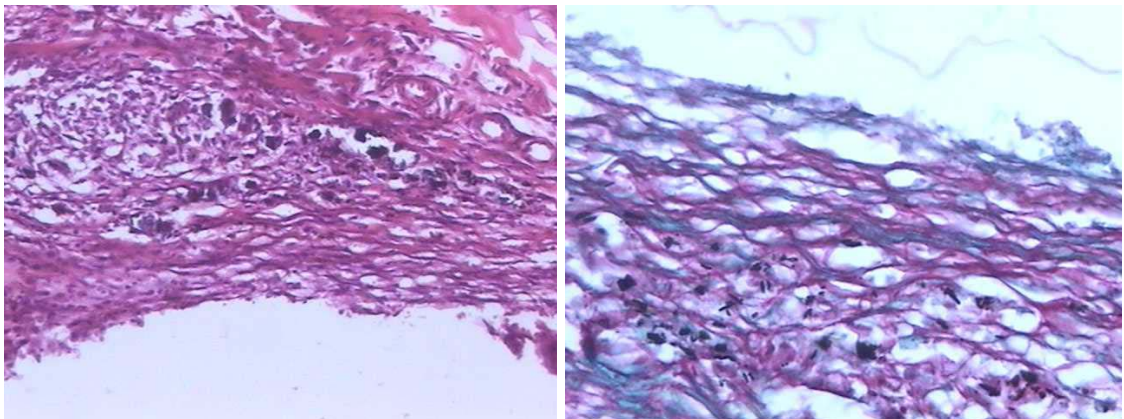


Figura 20 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo PB (2 semanas). Observa-se condensação fibrosa paralela ao espaço ocupado pelo tubo e subjacente, macrófagos contendo em seu citoplasma fragmento exógeno extravasado assim como o material disperso pelo tecido. H/E, aumento aproximado de 100x(A); Picrosirius red, aumento aproximado de 200x(B).

Grupo P (2 semanas)

Aos 15 dias do Grupo experimental P, observou-se persistência do quadro inflamatório que variou de leve a moderado composto predominantemente por

células mononucleares. O edema e hiperemia diminuídos, com aumento da condensação fibrosa peritubular. Áreas de extravasamento do material implantado e sua delimitação por fibras colágenas ou presença no interior de macrófagos e células gigantes tipo corpo estranho.

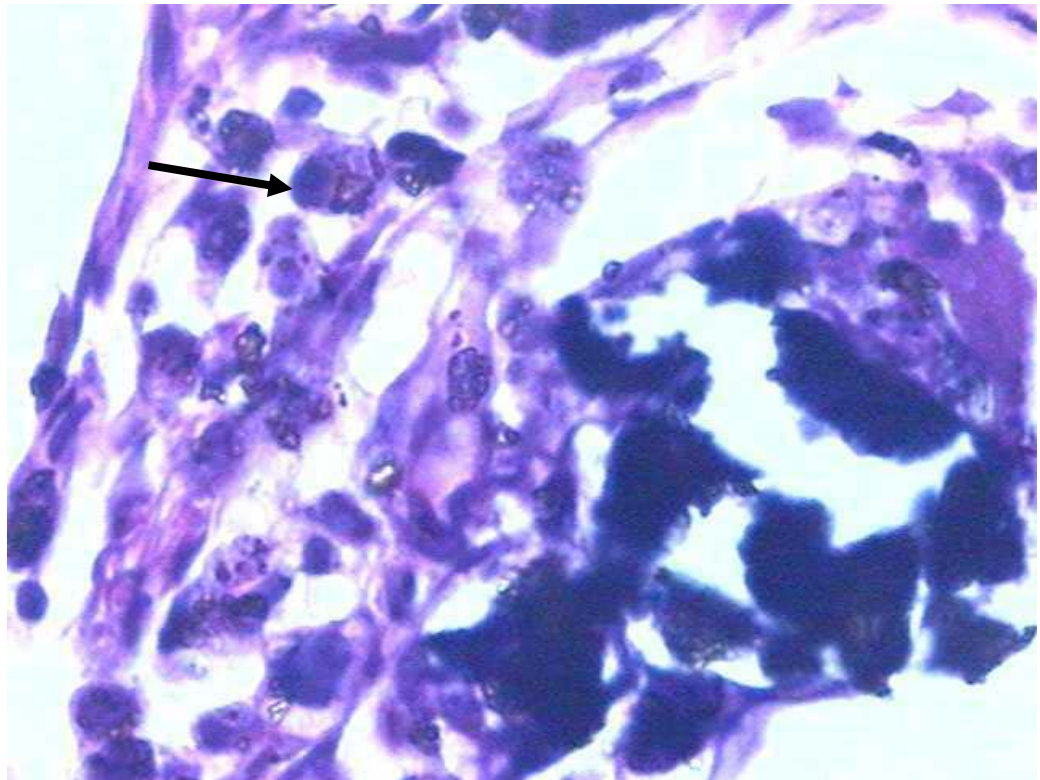


Figura 21 – Fotomicrografia do Grupo P (2 semanas). Observa-se a presença de macrófagos contendo em seu interior pigmento exógeno. H/E aumento aproximado de 400x.

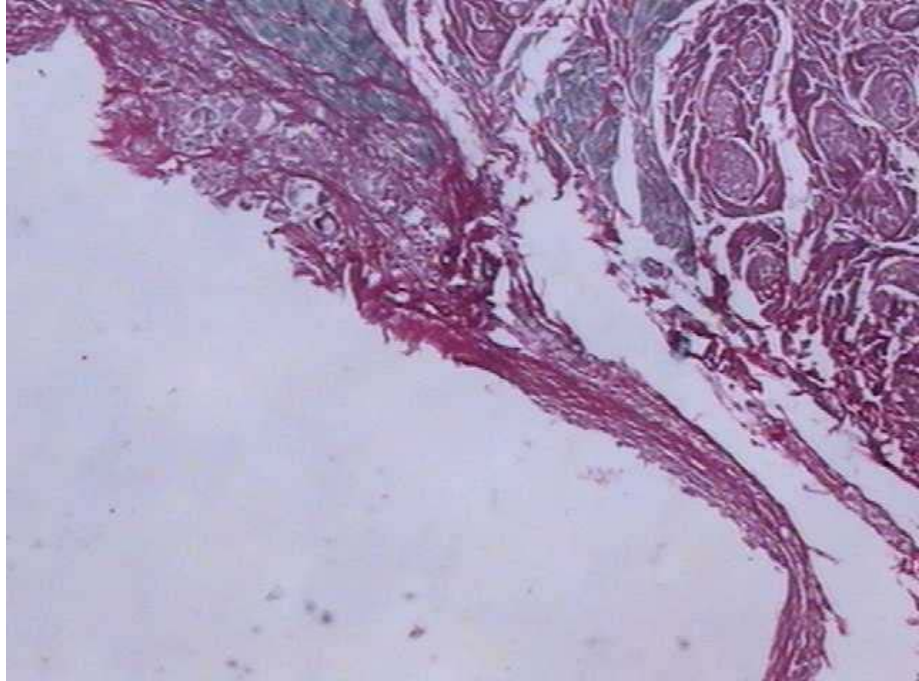


Figura 22 – Fotomicrografia do Grupo P (2 semanas). Observa-se condensação fibrosa paralela ao espaço ocupado pelo tubo. Picrosirius aumento aproximado de 100x.

Grupo Controle (12 semanas)

Às 12 semanas não foi observada reação inflamatória. Houve maior condensação fibrosa envolvendo o tubo com o aumento da espessura das fibras que permaneceram organizadas e dispostas paralelamente à superfície do tubo.

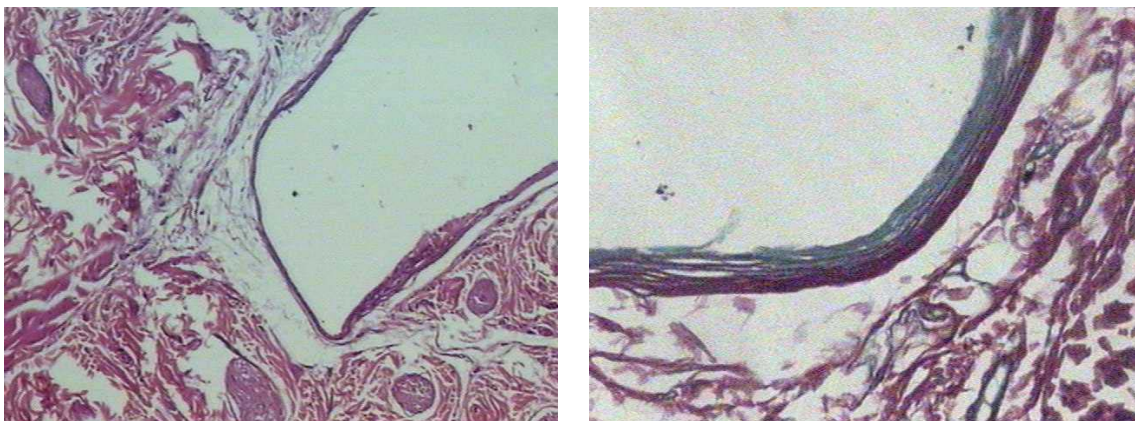


Figura 23 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo Controle (12 semanas). Observa-se delimitação do espaço peritubular por cápsula de tecido conjuntivo fibroso. H/E, aumento aproximado de 40x(A). Picrosirius red, aumento aproximado de 200x(B).

Grupo M (12 semanas)

Depois de 12 semanas, observou-se nesse grupo, em 1 espécime a persistência de infiltrado inflamatório moderado mononuclear associado à área do tubo com também a persistência de quadro de hiperemia de intensidade moderada. Houve a diminuição do número de fibroblastos, porque o tecido conjuntivo apresentou aspecto mais denso com aumento da condensação de fibras. Nos 4 espécimes restantes o infiltrado inflamatório residual foi leve, mais associado às áreas de extravasamento de cimento que ao tubo. O cimento esteve praticamente englobado por células gigantes e macrófagos estes delimitados por áreas de fibrose caracterizando reação de corpo estranho.

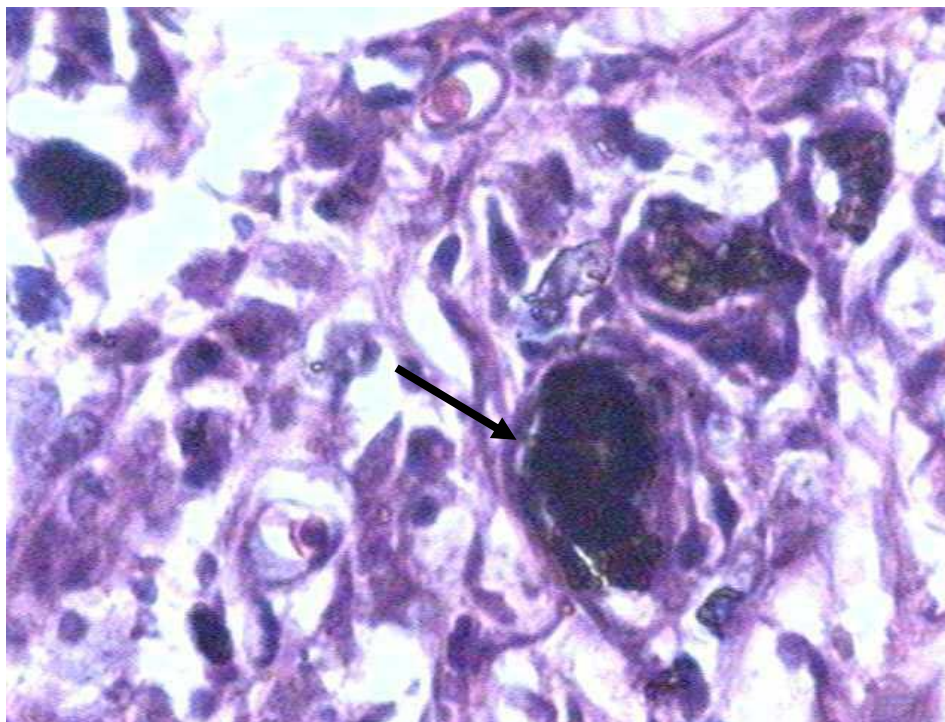


Figura 24 – Fotomicrografia do Grupo M (12 semanas). Observa-se reação de corpo estranho. H/E, aumento aproximado de 400x.

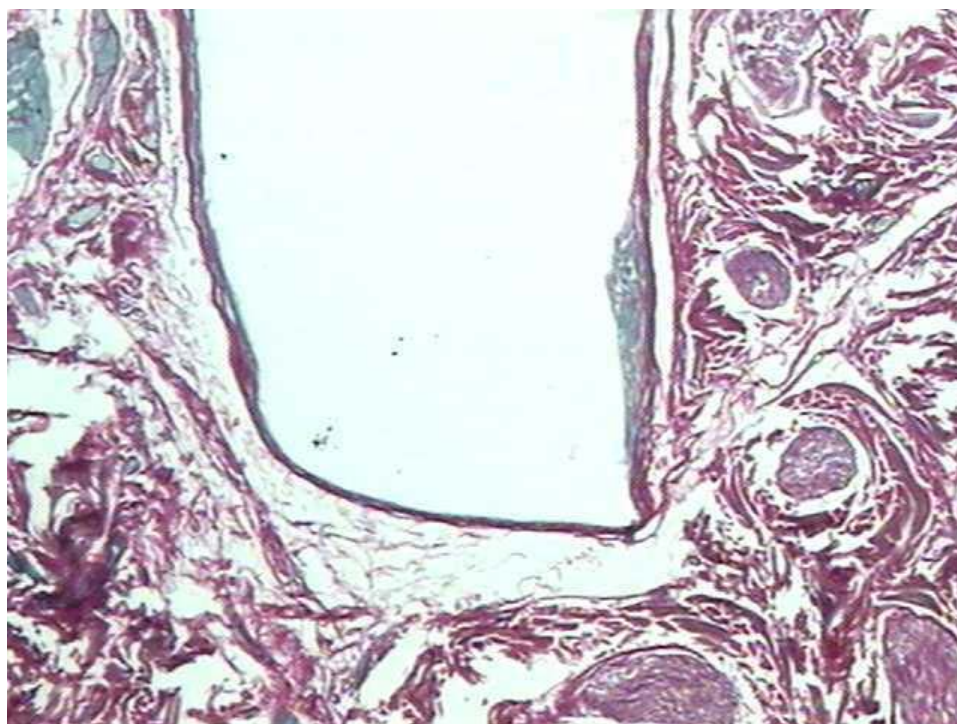


Figura 25 – Fotomicrografia do Grupo M (12 semanas). Observa-se condensação fibrosa peritubular. Picrosirius red aumento aproximado de 40x.

Grupo PB (12 semanas)

Passadas 12 semanas desse grupo em 40% dos espécimes o infiltrado inflamatório foi de intensidade moderada e em 60% o infiltrado inflamatório foi leve. Observou-se o aumento da espessura das fibras colágenas envolvendo o tubo e áreas residuais de aumento na sua maioria fagocitados por células gigantes e macrófagos bem delimitados por área de fibrose.

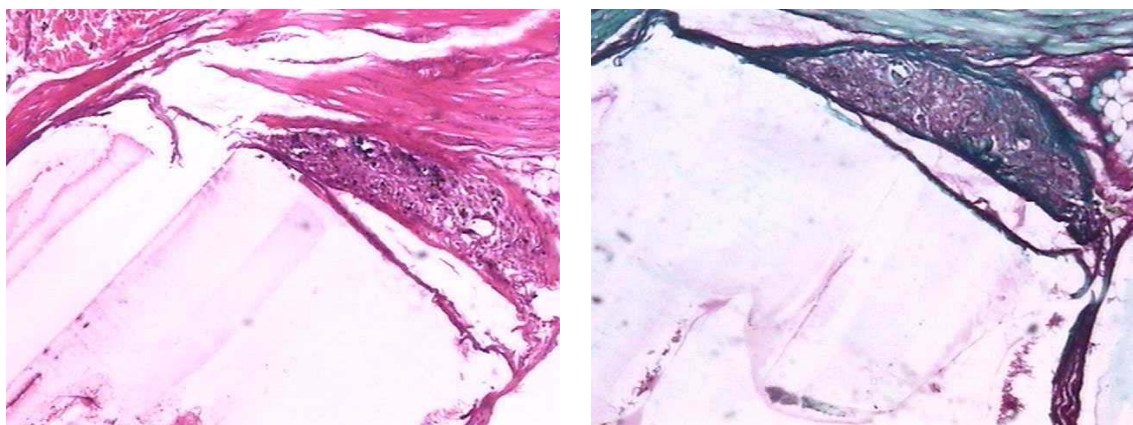


Figura 26 (A e B) – Fotomicrografia do Grupo PB (12 semanas). Observa-se reação de corpo estranho delimitada por cápsula de tecido fibroso. H/E, aumento aproximado 40x(A). Picrosirius red, aumento aproximado de 40x (B).

Grupo P (12 semanas)

Depois de 12 semanas observou-se nesse grupo a ausência de hiperemia, edema ou necrose, aumento da condensação de fibras colágenas perimplantar e envolvendo o material exógeno extravasado. Persistência de células gigantes multinucleadas caracterizando reação de corpo estranho.

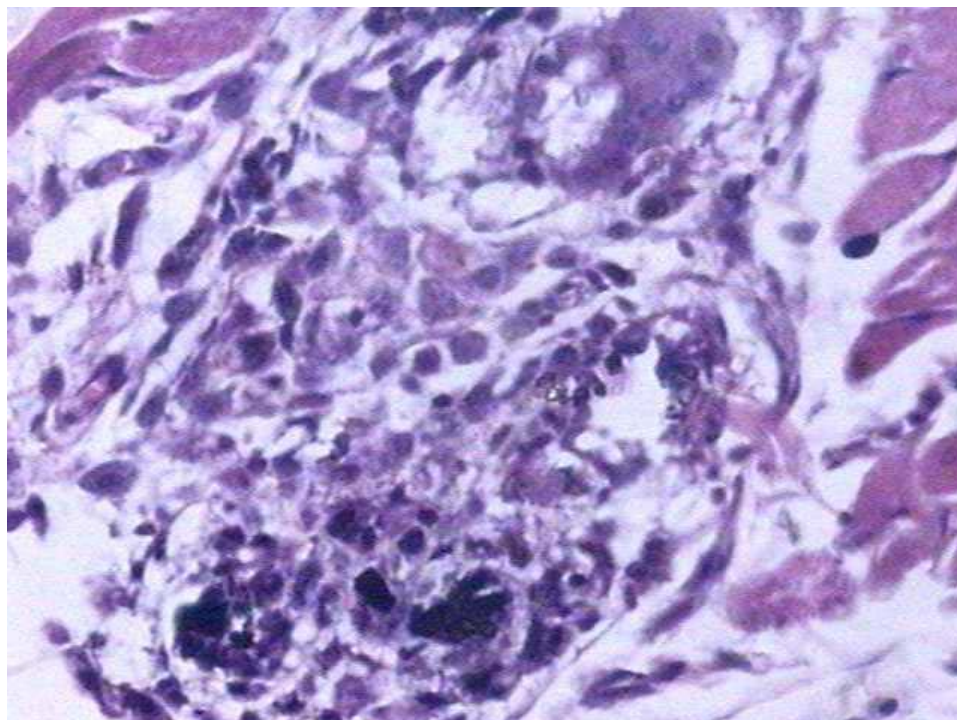


Figura 27 – Fotomicrografia do Grupo P (12 semanas). Observa-se reação de corpo estranho em tecido submucoso. H/E aumento aproximado de 200x.

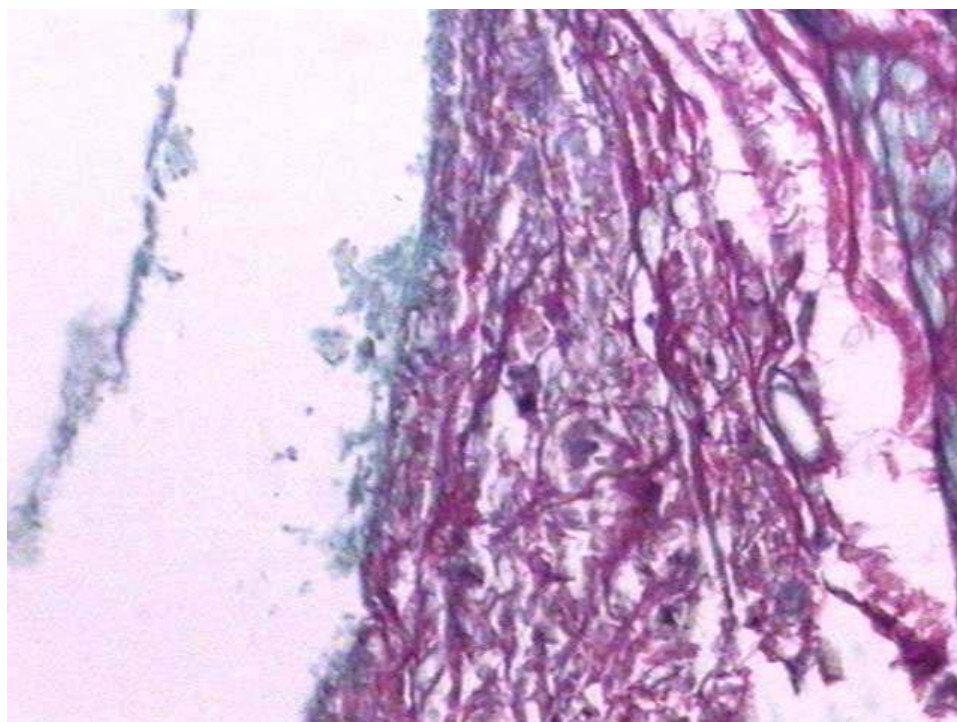


Figura 28 – Fotomicrografia do Grupo P (12 semanas). Observa-se condensação fibrosa peritubular. Picrosirius red aumento aproximado de 100x.

Na análise estatística, a presença de inflamação em cada material (M, P, PB) nos tempos diferentes, pôde-se observar para valores de $p < 0,05$ (Qui-Quadrado de Pearson), que houve diferença estatisticamente significativa em todos os casos devido aos controles no tempo de 12 semanas não apresentarem inflamação. Nos grupos M e PB, o valor de p foi de 0,002 e no grupo P, o valor de p foi igual a 0,004. Essa diferença no grupo foi devido à perda de 2 espécimes do grupo (Tabela 1 – Anexo B).

Na avaliação da presença de inflamação dos diferentes materiais no mesmo tempo (1 semana, 2 semanas ou 12 semanas) não houve diferença estatisticamente significativa quando se realizou a comparação entre eles.

Quando se realizou a avaliação do tipo de inflamação que ocorreu em cada material em tempos diferentes, no grupo do MTA (Grupo M) houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,009$) pois no tempo de 1 semana todo o grupo experimental apresentou inflamação aguda diferente dos tempos de 2 e 12 semanas. No grupo PB houve uma diferença entre as inflamações aguda e crônica mas só o acaso explicaria, assim como no grupo P que foi estatisticamente significativa, para valores de $p < 0,05$ (Qui-Quadrado de Pearson) (Tabela 2 – Anexo C).

Quando se comparou o tipo de inflamação que ocorreu em cada material no mesmo tempo avaliado não houve diferença estatisticamente significativa.

A comparação geral dos componentes celulares de cada material nos diferentes tempos pôde-se observar que para o grupo M neutrófilos ($p=0,0087$), plasmócitos ($p=0,0017$), linfócitos ($p=0,0004$) e macrófagos ($p=0,0301$), tiveram valores estatisticamente significantes. Para o grupo PB, neutrófilos ($p=0,0004$), linfócitos ($p=0,0007$), macrófagos ($p=0,0147$) e fibroblastos ($p=0,0065$) apresentaram diferença significativa e para o grupo P, somente neutrófilos ($p=0,0012$) e linfócitos ($p=0,0028$), apresentaram essa diferença. Para valores de $p < 0,05$ (Kruskal-Wallis). (Tabela 3 – Anexo D)

A comparação geral dos componentes não-celulares de cada material em diferentes tempos observa-se para o grupo M, fibras colágenas ($p=0,0001$), neoangiogênese ($p=0,0001$), hiperemia ($p=0,0019$), edema ($p=0,0001$); para o grupo PB as fibras colágenas ($p=0,0001$), neoangiogênese ($p=0,0009$), hiperemia ($p=0,0007$), edema ($p=0,0002$) e para o grupo P, fibras colágenas ($p=0,0001$) e neoangiogênese ($p=0,0011$), apresentaram diferença estatisticamente significativa. Em nenhuma das amostras dos materiais em todos os tempos testados apresentou necrose ou micro-abscesso. Para valores de $p < 0,05$ (Kruskal-Wallis). (Tabela 4 – Anexo E)

Quando foi realizada a comparação dos componentes celulares dos três materiais (M, P e PB) no mesmo tempo (1, 2 ou 12 semanas) não foi observada nenhuma diferença estatisticamente significativa. O mesmo ocorreu na comparação entre os componentes não-celulares dos diferentes materiais no mesmo tempo.

Em relação à severidade da inflamação de um mesmo material nos diferentes tempos, não houve diferença estatisticamente significante, assim como a severidade do processo inflamatório dos diferentes materiais, quando avaliados nos mesmos tempos.

DISCUSSÃO

6- DISCUSSÃO

O avanço técnico científico alcançado pela Odontologia leva a um aumento incessante de novos materiais odontológicos que são lançados anualmente no mercado. Antes do lançamento desses materiais, devem ser realizadas pesquisas científicas para a verificação das suas propriedades físicas e sobretudo biológicas. Para a avaliação de comportamento biológico algumas normas devem ser seguidas, para garantir a reprodutibilidade e a fidedignidade dos estudos.

O MTA é um material que vem revolucionando o mundo da odontologia por ser portador de muitas qualidades, inclusive alta biocompatibilidade. O cimento Portland (cimento de pedreiro - comumente usado na Engenharia Civil), começou a ser pesquisado no meio odontológico pois, descobriu-se que este possuía basicamente os mesmos componentes químicos do MTA com exceção do bismuto que confere radiopacidade ao MTA (ESTRELA *et al.*, 2000). Com esse dado em mãos, muitos pesquisadores começaram a questionar se o comportamento biológico de ambos os cimentos também eram semelhantes (HOLLAND *et al.*, 2001a; HOLLAND *et al.*, 2001c; PAIM e REISS, 2001; SAIDON *et al.*, 2003; TRINDADE, OLIVEIRA e FIGUEIREDO, 2003). Esse trabalho foi mais uma busca a respeito da biocompatibilidade não só do MTA que a cada dia que passa está mais respaldada, mas também do cimento Portland isolado ou acrescido de 20% de óxido de bismuto, que seria a substância utilizada para conferir radiopacidade ao material e se a resposta

tecidual à presença destes materiais em contato com o tecido conjuntivo se assemelharia independente da presença ou não do óxido de bismuto.

Exaustivas pesquisas comprovaram que o MTA possui várias indicações clínicas, se comportando bem como material retrobturador, promovendo um bom selamento (AQRABAWI, 2000; ARAÚJO *et al.*, 2004; BATES, CARNES e del RIO, 1996; PITT FORD *et al.*, 1994; SILVA NETO *et al.*, 2003; TORABINEJAD *et al.*,1993; TORABINEJAD *et al.*,1994; TANOMARU FILHO, TANOMARU e ISHIKAWA, 2003; VALOIS e COSTA Jr., 2003); perfurações de furca e radiculares (ARENS e TORABINEJAD, 1997; HOLLAND *et al.*, 2001b; LEE *et al.*, 1993; PITT FORD *et al.*, 1995); capeamentos pulpare e pulpotomias (EIDELMAN, HOLAN e FUKS, 2000; PITT FORD *et al.*, 1996; SOARES, 1996); apicificação de dentes imaturos (GIULIANI *et al.*, 2002; SHABAHANG *et al.*, 1999; SHABAHANG e TORABINEJAD, 2000).

O presente estudo foi realizado em ratos, pois o modelo experimental atende às exigências básicas necessárias para a proposta, além disso, houve facilidade de acesso aos animais, controle da dieta e saúde geral dos mesmos, já que o médico veterinário e bióloga responsáveis pelo biotério da Universidade Estadual de Feira de Santana, estiveram sempre presentes desde o momento operatório até no que diz respeito aos cuidados pós-operatórios.

Na seleção dos animais estes deveriam possuir entre 250g e 300g, sendo caracterizados como adultos jovens, possuíram dieta balanceada e água *ad libitum* após a cirurgia. A amostra portanto, foi homogênea favorecendo assim resultados mais fidedignos.

A análise dos resultados desta pesquisa que não evidenciaram a presença de necrose ou micro-abscessos relacionados ao implante de escalpe contendo MTA, e a presença de resposta inflamatória que decresceu de severidade com o decorrer do tempo associada a resposta do tecido conjuntivo no que diz respeito a formação de colágeno já evidenciada pelo aumento da população fibroblástica a partir de 1 semana e da condensação fibrosa peritubular e periimplantar (ao redor do cimento extravasado) nos tempos subseqüentes, nos permitiu verificar a boa tolerância biológica do MTA. Resultado semelhante foi descrito por TORABINEJAD *et al* (1997) que avaliaram o tecido perirradicular de macacos utilizando o amálgama e o MTA como materiais retroobturadores e após 5 meses não observaram inflamação na região perirradicular, além de terem observado que a obturação se achava completamente coberta por cimento na maioria dos espécimes do MTA avaliados. Apesar da metodologia ser diferente e dos tempos experimentais também, no presente trabalho às 12 semanas do experimento observou-se persistência de infiltrado inflamatório crônico de intensidade leve e a presença do cimento extravasado no interior de células fagocitárias estando completamente envolvido por fibras colágenas. Se o tempo experimental fosse prolongado, acredita-se na remissão do quadro inflamatório, porém os tempos

utilizados foram suficientes para caracterizar as propriedades biológicas dos materiais testados.

No estudo realizado por Estrela *et al.* (2000), além dos componentes químicos do MTA e do Cimento Portland, eles avaliaram a ação antimicrobiana do MTA, cimento Portland, pasta de hidróxido de cálcio, Sealapex e Dycal. Observaram que o MTA e cimento de Portland, apresentaram atividade antimicrobiana similar, atribuindo a isso o fato desses dois cimentos apresentarem basicamente a mesma composição química.

Holland *et al.* (2001a), avaliaram a reação tecidual subcutânea de 30 ratos ao implante de tubos de dentina preenchidos com MTA, cimento Portland ou hidróxido de cálcio, como os tempos experimentais de 7 e 30 dias. O grupo controle foi constituído de 10 animais que sofreram implante de tubos de dentina vazios. No grupo controle os resultados encontrados foram muito similares aos três materiais testados e os autores chegaram à conclusão que possivelmente o mecanismo de ação dos materiais estudados sejam semelhantes entre si.

Os resultados observados no presente estudo corroboram as assertivas dos autores supracitados a respeito da similaridade de propriedades entre o MTA e o cimento Portland, visto não haver diferença significativa entre os materiais testados em relação aos parâmetros do processo inflamação–reparo avaliados. Além disso, a análise destes resultados nos permite inferir que a adição de

20% de óxido de bismuto para conferir radiopacidade ao cimento parece não afetar as suas propriedades biológicas, pois os resultados encontrados no grupo do Cimento Portland acrescido de 20% de óxido de bismuto não diferiram significativamente dos outros dois grupos experimentais.

Resultado semelhante foi observado por Trindade, Oliveira e Figueiredo (2003), que realizaram uma pesquisa como objetivo de avaliar a resposta tecidual em tecido subcutâneo de ratos, ao implante de tubos de polietileno contendo MTA, cimento Portland puro e acrescido de 20% e 30% de óxido de bismuto, nos tempos experimentais de 7, 15 e 30 dias. Cada animal recebeu quatro implantes, uma de cada material a ser testado na região de dorso. Depois de decorridos os tempos, os animais foram sacrificados e foi procedida a análise histopatológica nas porções próximas aos tubos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro materiais nos tempos experimentais e todos mostraram significativa redução no grau inflamatório ao longo do tempo.

Holland *et al.* (2001c), realizaram uma pesquisa para observar o comportamento das polpas de dentes de cães depois de pulpotomias e proteção direta pulpar com MTA e cimento Portland. Depois de 60 dias de realizadas as manobras operatórias, os animais foram sacrificados e as espécimes removidas e preparadas para análise histomorfológica. De treze casos do MTA, dez apresentavam pontes de tecido duro e polpa vital sem nenhuma reação inflamatória. Em três casos, observou-se infiltrado inflamatório

crônico moderado e alguns neutrófilos adjacentes às pontes, Com relação ao cimento Portland foram observadas pontes de tecido duro em onze casos, sem nenhuma reação inflamatória. Em um caso, observou-se ponte parcial e polpa dentária com reação inflamatória crônica e células neutrofilicas dispersas. Alguns macrófagos exibiram poucas partículas de material em seus citoplasmas. No outro caso também observou-se inflamação crônica moderada. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais. Segundo os autores, o óxido de bismuto presente no MTA não influenciou nos resultados do tratamento do tecido pulpar. Tomando como guia essa afirmação realizada pelos autores e resultados encontrados em relação ao comportamento tecidual relacionado aos três grupos (M, P e PB), pode-se afirmar que o grupo PB utilizado como tratamento de proteção pulpar poderia apresentar resultados semelhantes aos do MTA e do cimento Portland, já que os autores afirmam que o óxido de bismuto não teria influência na resposta tecidual.

Trindade e Figueiredo (2002), avaliaram a microestrutura e a composição química do MTA, cimento Portland e do cimento Portland acrescido de diferentes substâncias com a finalidade de conferir radiopacidade. As análises estrutural e química foram realizadas através do microscópio eletrônico de varredura e sonda EDX. A superfície dos corpos de prova, mostrou a mesma estrutura microscópica. A análise da composição química, mostrou os mesmos elementos químicos para todas as amostras, exceto que o MTA contém bismuto e o cimento Portland potássio. Foi encontrado Tungstênio nas

amostras de cimento Portland manipulado com ácido fosfotúngstico (PTA). Nas demais misturas (citrato de chumbo, acetato de uranila, tetróxido de ósmio) não foram encontradas frações dos elementos presentes nas substâncias utilizadas para conferir radiopacidade. Os autores então chegaram à conclusão que a adição dessas substâncias não alteraria a estrutura e composição química do cimento Portland, com exceção do PTA. Quando se acrescentou o óxido de bismuto ao cimento Portland nesse estudo, buscou-se a maior proximidade possível do MTA que apresenta essa substância, justificando assim a sua escolha para conferir a radiopacidade ao cimento Portland.

No presente estudo, quando cada grupo foi avaliado em relação aos tempos experimentais, como já era de se esperar foram observadas diferenças estatisticamente significantes no tipo de células inflamatórias observadas em cada tempo e na presença e intensidade do processo inflamatório, comprovando que em todos os grupos existiu uma tendência para evolução positiva do processo de reparo. Além disso, a resposta inflamatória inicial também é atribuída parcialmente ao próprio ato cirúrgico e não somente pela presença dos cimentos, visto que no grupo controle uma semana também se observou resposta inflamatória de intensidade leve.

Em relação aos controles utilizados, observou-se que houve diferença entre estes e os grupos experimentais na intensidade do processo inflamatório observado, que nos controles não passou de leve, no tipo do infiltrado inflamatório onde predominaram células da inflamação crônica nos controles e

finalmente na ausência de inflamação observada no tempo de 12 semanas. Além disso, houve uma organização mais precoce das fibras colágenas neoformadas nos controles, assim como uma maior espessura, já visualizadas no tempo de 1 semana, enquanto esta disposição só foi observada nos grupos experimentais no tempo de duas semanas, aumentando progressivamente.

Moraes, Aragão e Heck (2001), avaliaram a biocompatibilidade do cimento Portland em comparação ao implante de tubos de polietileno vazios como controle, observaram a ocorrência de um infiltrado inflamatório crônico ao redor dos implantes aos 7 dias com a presença de macrófagos cheios de partículas do cimento extravasado, aos 21 dias, o tecido conjuntivo mostrou-se mais organizado no grupo do cimento Portland que no grupo controle, e aos 60 dias, diferenças na espessura da cápsula fibrosa envolvendo os implantes e um tecido conjuntivo mais denso para o cimento Portland que para o grupo controle. Os autores concluíram que o cimento Portland provocou, inicialmente, reação inflamatória crônica, evoluindo para a formação de uma cápsula de tecido conjuntivo denso em volta do tubo de polietileno, mostrando a boa tolerância ao material por parte dos tecidos, além da diminuição no grau de inflamação no decorrer dos tempos experimentais.

O presente estudo, utilizou-se do mesmo protocolo experimental empregado anteriormente por Paim e Reiss (2001), onde foi avaliado o comportamento histológico do MTA e do cimento Portland em dois tempos 2 e 12 semanas. Os autores observaram como resultados às 2 semanas uma aceitação biológica

discretamente superior do MTA em comparação ao cimento Portland. Com 12 semanas, ambos os cimentos tiveram reação inflamatória que caminhava para cronicidade. No presente estudo três materiais foram testados (MTA, cimento Portland e cimento Portland acrescido de 20% de óxido de bismuto) e mais um tempo foi estabelecido além dos dois do estudo supra-citado (o tempo de uma semana). Os resultados deste estudo conforme já foi relatado apontam para um comportamento biológico similar entre os materiais testados. O que além de estar em concordância com trabalhos previamente realizados (Holland *et al.*, 2001a; Holland *et al.*, 2001c; Trindade, Oliveira e Figueiredo, 2003) pode ser explicado pelo fato da metodologia da avaliação histológica ter sido diferente entre os dois estudos e, pelo fato da análise semi-quantitativa ser embutida de certo grau de subjetividade, inerente a cada examinador.

Na avaliação descritiva e também quando foi realizada a análise estatística dos diferentes materiais do experimento relacionados a cada tempo (1, 2 e 12 semanas), não foi observada diferença estatisticamente significativa, entre os materiais testados, mesmo que se saiba que o cimento Portland contém impurezas conforme foi demonstrado por Moraes, Aragão e Heck (2001). Desta forma, ainda são necessárias mais avaliações antes que se preconize o uso do cimento Portland como material odontológico devendo ser realizados maiores estudos sobre sua biocompatibilidade, potencial carcinogênico, atividade bacteriana. Opinião semelhante foi emitida por Saidon *et al.* (2003), avaliaram *in vitro* e *in vivo*, o cimento Portland e o MTA sugerindo que ambos os materiais seriam bem tolerados. Estes autores sugeriram que o cimento Portland teria

potencial para ser usado como material odontológico com menor custo que o MTA, sendo um possível substituto do MTA em aplicações clínicas de um modo geral, porém também salientaram a necessidade de mais estudos em seres humanos antes da sua comercialização.

CONCLUSÕES

7- CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados obtidos no experimento, foi possível concluir que, com relação ao comportamento biológico dos cimentos MTA, Portland e Portland acrescido de 20% de óxido de bismuto:

1- Os três materiais testados, M, P e PB provocaram reação inflamatória no tecido conjuntivo submucoso de intensidade moderada no período de 1 semana e reação residual crônica leve no período de 12 semanas;

2- Observou-se a presença de condensação fibrosa ao redor do tubo e do cimento extravasado nos três grupos experimentais avaliados;

3- Não houve diferença de comportamento biológico entre os materiais testados sendo que todos foram considerados de boa tolerância biológica;

4- O Grupo PB se comportou de maneira similar aos Grupos M e P, o que leva a crer que a presença do óxido de bismuto acrescido ao cimento Portland não modificou a resposta inflamatória nem a resposta do reparo

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ABEDI, H. R. e INGLE, J. I. Mineral Trioxide Aggregate: A Review of a new cement. **CDA Journal**, v.23, n.12, p.36-9, Dec., 1995.

AEINEHCHI, M. *et al.* Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Calcium Hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. **International Endodontics Journal**, v.36, p.225-31, 2002.

AI-NAZHAN, S. e AI-JUDAI, A. Evaluation of Antifungal activity of Mineral Trioxide Aggregate. **Journal of Endodontics**, v.29, n.12, p.826-7, Dec., 2003.

APAYDIN, E. S.; SHABAHANG, S. e TORABINEJAD, M. Hard tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end filling material. **Journal of Endodontics**, v.30, n.1, p.21-4, Jan., 2004.

AQRABAWI, J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. **British Dental Journal**, v.118, n.5, p.266-8, Mar., 2000.

ARAÚJO, R. A. de *et al.* Avaliação do selamento apical após retrobturações com a utilização de duas diferentes marcas de MTA. **JBE- Jornal Brasileiro de Endodontia**, v.5, n.7, p.150-6, Abr/Jun, 2004.

ARENS, D. E. e TORABINEJAD, M.. Reparación de perforaciones furcales con agregado de trióxido mineral. **Journal of Endodontics Practice**, v.3, n.3, p.73-8, 1997.

BAKLAND, L. K. Management of Traumatically Injured Pulp. **CDA Journal**, v.28, n.11, p.855-8, Nov., 2000.

BATES, C. F.; CARNES, D. L. e del RIO, C.E. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, USA, v.22, n.11, p.575-8, Nov., 1996.

BAUER, L. A. F. Cimento Portland. In: _____ **Materiais de Construção**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1982, cap.3, p.33-57.

BUSATO, A. L. S. *et al.* Agregado de trióxido mineral - indicações clínicas de um novo cimento dentário. **JBC- Jornal Brasileiro de Clínica & Estética em Odontologia**, Curitiba-PR, Editora Maio, v.3, n.18, p. 32-4, 1999.

DEZAN Jr.,E. e GARCIA, R. B. Tratamento conservador da polpa dental: aspectos atuais. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, p.01-13, 1998.

DUARTE, M. A. H. *et al.* pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.95, n.3, p.345-7, 2003.

ESTRELA, C. *et al.* Atimicrobial and chemical study of MTA, portland cement, calcium hydroxide paste, sealapex and dycal. **Brazilian Dental Journal**, v.11, n.1, p 3-9, Apr., 2000.

EIDELMAN, E.; HOLAN, G. e FUKS, A. B. Mineral Trioxide Aggregate vs. Formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. **Pediatric Dentistry**, v. 23, n.1, p 15-8, Dec., 2000.

FARACO, I. M. Jr. e HOLLAND, R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. **Dental Traumatology**, v.17, p 163-9, 2001.

FIGUEIREDO, J. A. P. *et al.* Comparative análise of the radiopacity of Portland cement with bismuth subnitrate and MTA. **Brazilian Endodontic Journal**, v.6, n.1, p 1-7, 2002.

GIULIANI, V. *et al.* The use of MTA in teeth with necrotic pulps and open apices. **Dental Traumatology**, v.18, p 217-21, 2002.

HOLLAND, R. *et al.* Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. **Journal of Endodontics**, v.25, n.3, p .161-6, Mar., 1999a.

HOLLAND, R. *et al.* Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. **Journal of Endodontics**, v.25, n.11, p. 728-30, Nov., 1999b.

HOLLAND, R. *et al.* Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate, portland cement or calcium hydroxide. **Brazilian Dental Journal**, v.12, n. 1, p. 3-8, 2001a.

HOLLAND, R. *et al.* Mineral Trioxide Aggregate repair of lateral root perforations. **Journal of Endodontics**, v.27, n. 4, p. 281-4, Apr., 2001b.

HOLLAND, R. *et al.* Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with Mineral Trioxide Aggregate or Portland cement. **Brazilian Dental Journal**, v.12, n. 2, p. 109-13, 2001c.

HOLLAND, R. *et al.* Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with a white mineral trioxide aggregate. **Brazilian Dental Journal**, v.13, n. 1, p. 23-6, 2002.

KETTERING, J. D. e TORABINEJAD, M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.11, p.537-9, Nov., 1995.

KOH, E. T. *et al.* Celular response to Mineral Trioxide Aggregate. **Journal of Endodontics**, USA, v.24, n.8, p.543-7, Aug., 1998.

KOH, E. T. *et al.* Prophylactic treatment of dens evaginatus using mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, USA, v.27, n.8, p.540-2, Aug., 2001.

LEE, S. J. *et al.* Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **Journal of Endodontics**, USA, v.19, n.11, p.541-4, 1993.

LEONARDO, M. R. e LEAL, J. M. Cirurgia paraendôntica. In: _____ **Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares**. 3ª ed, São Paulo: Editorial Médica Panamericana, 1998, cap.33, p. 737-99.

MORAES, S.H.; ARAGÃO, E. M. e HECK, A. R. Reação do tecido conjuntivo subcutâneo de rato ao implante de cimento Portland. **JBE**, v.2, n.7, p.326-9, 2001.

MORAES, S.H. Aplicação clínica do cimento de Portland no tratamento de perfurações de furca. **J. Bras Clín Odontol Int**. Curitiba, v.6, n.33, p.223-6, maio/jun.,2002.

PAIM, K. S. e REISS ARAÚJO, C. J. Estudo histológico comparativo entre o MTA e o cimento Portland. In: _____ **18ª Reunido Anual da SBPq-O Pesquisa Odontológica Brasileira**; 2001. Anais; 2001. v.15, I 387 (suplemento).

PITT FORD, T.R. *et al.* Assessment of mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling. **J. Dent. Res.**, Washington, v.73, p.804 - 9, 1994.

PITT FORD, T. R. *et al.* Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.79, n.6, p756 - 62, Jun., 1995.

PITT FORD, T.R. *et al.* Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. **JADA**, v.127, p1491 - 4, Oct., 1996.

ROCHA, M. J. de C. *et al.* O uso do hidróxido de cálcio e do agregado de trióxido mineral (MTA) em pulpotomias de dentes decíduos. **UFES Rev. Odontol.**, Vitória, v.2, n.1, p.38-44, jan./jun., 2000.

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

SCHMITT, D.; LEE, J. e BOGEN, G. Multifaceted use of ProRoot MTA Root Canal Repair Material. **American Academy of Pediatric Dentistry**, v.23, n.4, p 326 - 9, 2001.

SCHWARTZ, R. S. *et al.* Mineral Trioxide Aggregate: a new material for endodontics. **JADA**, v.130, p 967 - 75, Jul.,1999.

SHABAHANG, S. et al. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. **Journal of Endodontics**, USA, v.25, n.1, p1-5, Jan., 1999.

SHABAHANG, S. e TORABINEJAD, M. Treatment of teeth with open apices using mineral trioxide aggregate. **Pract Periodont Aesthet Dent**, v.12, n.3, p 315 - 20, 2000.

SILVA NETO, U. X. da et al. Infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com ProRoot – MTA, MTA – Angelus e Super- EBA. **JBE – Jornal Brasileiro de Endodontia**, Curitiba, v.4, n.13, p 149 - 52, 2003.

SOARES, I. M. L. **Resposta Pulpar ao MTA- Agregado de Trióxido Mineral-comparada ao Hidróxido de Cálcio, em pulpotomias. Histológico em dentes de cães.** Florianópolis-SC, 1996. p 1-74. Tese (Professor Titular na Área de Endodontia) - Universidade Federal de Santa Catarina- Faculdade de Odontologia.

TANOMARU FILHO, M.; TANOMARU, J. M. G. e ISHIKAWA, T. M.. Capacidade de selamento apical de materiais retrobturadores à base de agregado de tróximo mieral. **J Bras Endod**, Curitiba, v.4, n.12, p.20-3, jan/mar., 2003.

TORABINEJAD, M. et al. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root-end filling material. **Journal Endodontics**, USA, v.19, n.12, p. 591-5, Dec.1993.

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

TORABINEJAD, M. et al. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.3, p. 109-12, Mar., 1995a.

TORABINEJAD, M. et al. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.6, p. 295 - 9, June, 1995 b.

TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.7, p.349 - 53, July, 1995c.

TORABINEJAD, M. et al. Antibacterial effects of some root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.8, p. 403 - 6, Aug., 1995d.

TORABINEJAD, M. et al. Cytotoxicity of four root-end filling materials. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.10, p 489 - 92, Oct., 1995e.

TORABINEJAD, M. *et al.* Tissue reaction to implanted Super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.11, p.569 - 71, Nov.1995f.

TORABINEJAD, M. *et al.* Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. **Journal of Endodontics**, USA, v.21, n.12, p.603 - 8, Dec., 1995g.

TORABINEJAD, M. e PITT FORD, T. R. Root end filling materials: a review. **Endodontics & Dental Traumatology**, v.12, p.161 - 78,1996.

TORABINEJAD, M. *et al.* Histologic Assessment of Mineral Trioxide Aggregate as a Root-End Filling in Monkeys. **Journal of Endodontics**, USA, v.23, n.4, p.225 - 8, Apr., 1997.

TORABINEJAD, M. *et al.* Tissue Reaction to Implanted Root-End Filling Materials in the Tibia and Mandible of Guinea Pigs. **Journal of Endodontics**, USA, v.24, n.7, p.468 - 71, Jul., 1998.

TORABINEJAD, M. e CHIVIAN, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**,USA, v.25, n.3, p.197-205, Mar.,1999.

TRINDADE, A. C. e FIGUEIREDO, J. A. P. de. Análise química e estrutural do MTA e do cimento Portland, isolado e acrescido de substâncias radiopacizantes. In:_____ **19ª Reunião Anual da SBPq-O Pesquisa Odontológica Brasileira**; 2002. Anais; 2002. v.16, Pa 054 (suplemento).

TRINDADE, A. C.; OLIVEIRA, E. P. M. de e FIGUEIREDO, J. A. P. de. Análise comparativa da resposta tecidual ao Agregado de Trióxido Mineral (MTA) e ao Cimento de Portland, isolado e acrescido de substância radiopacizante. **Jornal Brasileiro de Endodontia**, v.4, n.15, p.309- 14, Oct/Dec.,2003.

VALOIS, C.R.A. e COSTA Jr., E.D. Efetividade do selamento apical promovido por três materiais retrobturadores. **J. Bras Endod.** v.4, n.14, p.219 - 22, 2003.

WITHERSPOON, D. e HAM, K. One-Visit Apexification: Technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. **Pract Proced Aesthet Dent.** v.13, n.6, p.455 - 60, 2001.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO B**TABELA 1:** Presença de Inflamação em cada material em tempos diferentes.

GRUPOS	N	%	VALOR DE p
M (1 semana)	10	100	0,002
M (2 semanas)	10	100	
M (12 semanas)	5	50	
PB (1 semana)	10	100	0,002
PB (2 semanas)	10	100	
PB (12 semanas)	5	50	
P (1 semana)	10	100	0,004
P (2 semanas)	10	100	
P (12 semanas)	3	50	

Para valores de $p < 0,05$

Qui-Quadrado de Pearson .

ANEXO C**TABELA 2:** Tipo de inflamação de cada material em tempos diferentes.

	AGUDA		CRÔNICA		VALOR DE p
GRUPOS	N	%	N	%	
M (1 semana)	5	50	5	50	0,009*
M (2 semanas)	0	0	10	100	
M (12 semanas)	0	0	5	100	
PB (1 semana)	2	20	8	80	0,196
PB (2 semanas)	0	0	10	100	
PB (12 semanas)	0	0	5	100	
P (1 semana)	1	10	9	90	0,507
P (2 semanas)	0	0	10	100	
P (12 semanas)	0	0	3	100	

Para valores de $p < 0,05$

Qui-Quadrado de Pearson

ANEXO D

TABELA 3: Componentes celulares de cada material em diferentes tempos

COMPARAÇÃO GERAL			
	M	PB	P
	1 semana x	1 semana x	1 semana x
	2 semanas x	2 semanas x	2 semanas x
	12 semanas	12 semanas	12 semanas
Neutrófilos	p = 0,0087*	p = 0,0004*	p = 0,0012*
Plasmócitos	p = 0,0017*	p = 0,0889	p = 0,1331
Linfócitos	p = 0,0004*	p = 0,0007*	p = 0,0028*
Eosinófilos	p = 0,2126	p = 1	p = 1
Macrófagos	p = 0,0301*	p = 0,0147*	p = 0,0953
Fibroblastos	p = 0,0660	p = 0,0065*	p = 0,1183
Céls. Gigantes	p = 0,5418	p = 0,8442	p = 0,7008

Para valores de $p < 0,05$

Kruskal-Wallis

*Houve diferença estatisticamente significativa

ANEXO E

TABELA 4: Componentes não-celulares de cada material em diferentes tempos

COMPARAÇÃO GERAL			
	M	PB	P
	1 semana x	1 semana x	1 semana x
	2 semanas x	2 semanas x	2 semanas x
	12 semanas	12 semanas	12 semanas
Fibras Colágenas	p = 0,0001*	p = 0,0001*	p = 0,0001*
Neoangiogênese	p = 0,0001*	p = 0,0009*	p = 0,0011*
Hiperemia	p = 0,0019*	p = 0,0007*	p = 0,2307
Edema	p = 0,0001*	p = 0,0002*	p = 0,1592
Necrose	p = 1	p = 1	p = 1

Para valores de $p < 0,05$

Kruskal-Wallis

*Houve diferença estatisticamente significativa