

LÚCIA HELENA DENARDI ROVERONI FAVARETTO

**RESPOSTA PULPAR DE DENTES DE RATOS APÓS
TRATAMENTO CAPEADOR DIRETO COM SISTEMA
ADESIVO MONOCOMPONENTE OU
AUTOCONDICIONANTE**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de São
José dos Campos, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos
requisitos para a obtenção do título
de MESTRE, pelo Programa de
Pós-Graduação em
BIOPATOLOGIA BUCAL, Área
Biopatologia Bucal.

LÚCIA HELENA DENARDI ROVERONI FAVARETTO

**RESPOSTA PULPAR DE DENTES DE RATOS APÓS
TRATAMENTO CAPEADOR DIRETO COM SISTEMA
ADESIVO MONOCOMPONENTE OU
AUTOCONDICIONANTE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em BIOPATOLOGIA BUCAL, Área de Concentração em Biopatologia Bucal.

Orientador Prof. Dr. Silvio Issáo Myaki

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

2004

Apresentação gráfica e normalização de acordo com :

BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. Manual para elaboração de monografias: estruturas do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2002. 82p.

FAVARETTO, L.H.D.R. Resposta pulpar de dentes de ratos após tratamento capeador direto com sistema adesivo monocomponente ou autocondicionante. 2004. 212f. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal, Área Biopatologia Bucal) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos, 2004.

*“O que você fizer será insignificante,
mas é muito importante que você o faça.”*

MAHATMA GANDHI

DEDICO ESTA DISSERTAÇÃO

A **DEUS**, a quem tudo devo, agradeço minha vida e com ela todas as experiências que me fazem melhorar.

Aos meus pais, **Inês e José**, que sempre me inundaram com o seu amor, mostrando-me que formação e informação são os bens terrenos que melhor poderiam me legar. Sem os seus ensinamentos de perseverança e dedicação ao trabalho e à vida, chegar aqui teria sido impossível.

Ao meu marido e companheiro querido, **Walter**, sôfrego por conhecimento, sempre me incentivou a perseguir meus ideais, mesmo que para isso fosse necessário se abdicar dos seus, agradeço a cumplicidade, a paciência, a credibilidade e o amor, principalmente quando o meu período de estudo não coincidiu com o seu momento de vida.

Às minhas queridas irmãs, **Sílvia e Cláudia**, a quem estimo e me orgulho, com quem aprendi muitas lições que pude aplicar neste trabalho e na minha vida e de quem sempre recebi incentivo e amor.

Aos meus sogros, **Antonia e Walter**, que com palavras de incentivo, atos de cooperação e disponibilidade, procuraram sempre contribuir com o meu crescimento profissional e pessoal.

Aos meus cunhados, **Nivaldo e Vanessa**, pela oportunidade de convívio e compartilhamento de idéias que seguramente permitiram enriquecer a minha vida.

Ao meu tio **Luiz** (in memorian), ao meu avô **Irineu** (in memorian) e às minhas avós **Dezolina, Diomar** (in memorian) e **Neusa**, que me despertaram à beleza do aprender, ressaltando a importância não apenas do conhecimento, mas da partilha deste com nossos semelhantes.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Professor Dr. **Silvio Issáo Myaki**, meu orientador, a quem agradeço profundamente a forma competente, firme e humana, com que conduz o mister de ensinar, o meu muito obrigada.

O meu agradecimento à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, pela oportunidade a mim concedida e pela calorosa acolhida durante estes dois anos.

À amiga **Ana Raquel Benetti**, que não mediu esforços para me ajudar não apenas na execução deste trabalho, mas me acolhendo na chegada à São José e compartilhando todos os momentos durante nosso convívio, nos envolvendo com sua candura, com seu senso de justiça, sua garra e benevolência.

À **Marianne Spalding**, a quem posso considerar verdadeira amiga, aquela que cativa com seu entusiasmo, sua capacidade profissional, em sua incapacidade de ferir aqueles que a cercam, irradiando alegria a todos os corações.

Ao colega de longa data **Dárcio Kitakawa**, amigo e incentivador de minha carreira de magistério, que um dia eu possa ter um pouco de sua serenidade.

Às queridas amigas e colegas, **Elaine Dias do Carmo** e **Fernanda Bertini**, o meu muito obrigada pelos exemplos e ajuda em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos pela oportunidade .

Ao Conselho de Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Concentração de Biopatologia Bucal, coordenado pela **Professora Dra. Rosilene Fernandes da Rocha**, pela oportunidade concedida.

Ao Professor **Luiz Eduardo Blumer Rosa**, pela prestatividade com que atendeu a meus pedidos, colaborando com as fotografias e por tantas outras contribuições na execução deste trabalho e durante todo o curso de pós-graduação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biopatologia Bucal, em especial às Professoras **Adriana Aigotti Haberbeck Brandão e Janete Dias Almeida**, pelo constante incentivo, pelos conselhos, pelo auxílio e pela amizade.

Aos Professores **Ana Sueli, Antônio Luiz Cabral, Cristiane, Maria Nadir, Mônica, Olavo e Yasmin**, pelos ensinamentos advindos da convivência durante o curso de pós-graduação.

À Diretora Técnica de Serviços de Biblioteca e Documentação, **Ângela de Brito Bellini**, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, por sua dedicação e competência em corrigir este trabalho.

Às minhas companheiras de morada, **Carolina Baptista Miranda e Sílvia Helena Barboza**, pelo carinho com que me acolheram e pelos conselhos cheios de sinceridade e otimismo que muitas vezes me deram, meu carinho e minhas respeitadas considerações.

Aos colegas **Fernando Augusto Magalhães, André Destéfani Monteiro e Carolina Júdice Ramos** pelo incentivo, pela paciência e pela colaboração despendida neste trabalho; com quem pude compartilhar meus preceitos de que a união é essencial para se alcançar o almejado.

Às secretárias da seção de Pós-graduação, **Rosemary de Fátima Salgado Pereira, Erena Michie Hasegawa e Maria Aparecida**, pelo zelo com que cuidam de nossos interesses.

Aos técnicos **Salete, Ana Lourdes e Walter**, cuja contribuição foi essencial neste trabalho e cujo convívio foi gratificante, deixando muitas recordações na memória do coração.

Às auxiliares técnicas **Talita, Eliete, Iara e Stela**, que me cativaram com sua doçura e otimismo e nunca mediram esforços no intuito de colaborar na execução deste trabalho.

À **Universidade Ibirapuera**, representada pelos Professores **Sigmar de Mello Rode e Luiz Alberto Plácido Penna**, pela disponibilidade em ceder suas instalações, além da forma cordial e atenciosa com que me acolheram e se propuseram a me ensinar novas metodologias que pudessem otimizar este trabalho.

Às pessoas do Departamento de Patologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, na figura do **Professor Carlos Alberto de Souza Costa**, pela prestatividade e pela amabilidade com que me receberam.

Às secretárias **Therezinha, Sílvia e Ivoneide**, pela colaboração e auxílio neste e noutros trabalhos.

Ao **Marcel Frederico de Lima Taga**, pelo interesse e disposição ao tratamento estatístico deste trabalho.

À **Cristina Giovaneti Del Conte Zardetto**, pelo auxílio oferecido na correção da versão em inglês do resumo.

Aos demais colegas de Pós-graduação, sou eternamente grata pelo convívio de amizade e respeito.

Aos funcionários do Biotério, **Antonio, Valdir e Lourival**, cuja participação neste trabalho foi essencial.

Aos funcionários do **Serviço Técnico de Informática**, em especial ao **Marcelo Moraes Acquilino**, pelo auxílio na montagem das pranchas fotográficas.

Aos meus **clientes**, que compreendendo a importância deste trabalho à minha formação e realização profissional, constituíram verdadeiros incentivadores do meu desenvolvimento.

Às empresas **J Morita Brasil** e **3M ESPE**, pelo fornecimento dos sistemas adesivos empregados no presente trabalho.

À **CAPES** pelo auxílio financeiro concedido.

Àqueles a quem a memória traiu e que, direta ou indiretamente, contribuíram com este trabalho, presto as minhas sinceras homenagens.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	15
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	16
RESUMO.....	18
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	24
2.1 Capeamento pulpar direto com a utilização de hidróxido de cálcio	25
2.2 Capeamento pulpar direto com a utilização de sistemas adesivos...	55
3 PROPOSIÇÃO.....	104
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	105
5 RESULTADOS.....	112
5.1 Análise descritiva	113
5.1.1 Cimento de hidróxido de cálcio (Dycal) – sete dias.....	113
5.1.2 Single Bond – sete dias.....	115
5.1.3 One-up Bond F – sete dias.....	116
5.1.4 Dycal – trinta dias.....	121
5.1.5 Single Bond – trinta dias.....	122
5.1.6 One-up Bond F – trinta dias.....	124
5.1.7 Dycal – 45 dias.....	129
5.1.8 Single Bond – 45 dias.....	130
5.1.9 One-up Bond F – 45 dias.....	131
5.2 Análise Inferencial	136

6 DISCUSSÃO.....	139
7 CONCLUSÃO.....	184
8 REFERÊNCIAS	185
<i>ANEXO</i>	211
<i>ABSTRACT</i>	212

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-	Esquema da distribuição dos tratamentos.....	108
FIGURA 2-	Distribuição da variável resposta inflamatória celular (RIC) segundo o material em sete dias.....	118
FIGURA 3-	Distribuição da variável organização do tecido pulpar (OTP) segundo o material em sete dias.....	118
FIGURA 4-	Distribuição da variável formação de dentina reparadora (FBD) segundo o material em sete dias.....	119
FIGURA 5-	Distribuição da variável identificação bacteriana (IB) segundo o material em sete dias.....	119
FIGURA 6-	Dycal sete dias. ► Infiltrado inflamatório focal. ➔ Camada odontoblástica preservada. → Matriz dentinária. Aumento original de 100x (HE).....	120
FIGURA 7-	Dycal sete dias. Maior aumento da FIGURA 6. Infiltrado inflamatório. ➔ Polpa dentária com vasos dilatados. → Matriz dentinária. Aumento original de 400x (HE).....	120
FIGURA 8 -	Single Bond sete dias. ► Exposição pulpar. → Necrose total da polpa dentária. Aumento original de 200x (HE).....	120

FIGURA 9 -	Single Bond sete dias. ► <i>Debri</i> dentinário. → Infiltrado inflamatório intenso. ➡ Perda odontoblástica. Aumento original de 100x (HE)....	120
FIGURA 10 -	One-up Bond F 7 dias. ► Material capeador. ➡ Camada odontoblástica reorganizada. → Polpa dentária com poucas células inflamatórias. Aumento original de 200x (HE).....	120
FIGURA 11 -	One-up Bond F 7 dias. Maior aumento da FIGURA 10. ► Material capeador. ➡ Camada odontoblástica. → Polpa dentária com vasodilatação. Aumento original de 400x (HE).....	120
FIGURA 12 –	Distribuição da variável resposta inflamatória celular (RIC) segundo o material em trinta dias...	126
FIGURA 13 –	Distribuição da variável organização do tecido pulpar (OTP) segundo o material em trinta dias...	126
FIGURA 14 -	Distribuição da variável formação de dentina reparadora (FBD) segundo o material em trinta dias.....	127
FIGURA 15 –	Distribuição da variável identificação bacteriana (IB) segundo o material em trinta dias.....	127
FIGURA 16 -	Dycal trinta dias. ➡ Inflamação leve. ➡ Barreira dentinária. → Dentina reacional. Aumento original de 400x (HE).....	128

FIGURA 17-	Dycal trinta dias. ➡ Polpa dentária organizada. → Camada odontoblástica reorganizada. ➡ Barreira dentinária. ➡ <i>Debris</i> dentinários. Aumento original de 200x (HE).....	128
FIGURA 18-	Single Bond trinta dias. ➡ Necrose pulpar total. ➡ Exposição pulpar. Aumento original de 400x (HE).	128
FIGURA 19 -	Single Bond trinta dias. ➡ Necrose pulpar total. ➡ Exposição pulpar. Aumento original de 200x (HE).	128
FIGURA 20 –	One-up Bond F trinta dias. ➡ Necrose pulpar parcial. → <i>Debris</i> dentinário. ➡ Matriz dentinária reacional. ➡ Inflamação pulpar moderada. Aumento original de 200x (HE).....	128
FIGURA 21 –	One-up Bond F trinta dias. ➡ Inflamação pulpar leve. ➡ Barreira dentinária. ➡ Reorganização odontoblástica. Aumento original de 400x (HE).....	128
FIGURA 22 –	Distribuição da variável resposta inflamatória celular (RIC) segundo o material em 45 dias.....	133
FIGURA 23 –	Distribuição da variável organização do tecido pulpar (OTP) segundo o material em 45 dias.....	133
FIGURA 24 –	Distribuição da variável formação de dentina reparadora (FBD) segundo o material em 45 dias.....	134

FIGURA 25 –	Distribuição da variável identificação bacteriana (IB) segundo o material em 45 dias.....	134
FIGURA 26 –	Dycal 45 dias. ➔Necrose pulpar total. ➡Dentina reparativa. ➔ <i>Debris</i> dentinário. Aumento original de 200x (HE).....	135
FIGURA 27-	Dycal 45 dias. ➔Necrose pulpar parcial. ➡Neoformação da camada odontoblástica. ➡Barreira dentinária. ➔Polpa dentária com inflamação leve e vasodilatação. Aumento original de 100x (HE).....	135
FIGURA 28-	Single Bond 45 dias. ➔Necrose pulpar total. ➔ <i>Debris</i> dentinários. ➡Exposição pulpar. Aumento original de 200x (HE).....	135
FIGURA 29-	Single Bond 45 dias. ➡Contaminação bacteriana. Aumento original de 200x (Brown & Breen).....	135
FIGURA 30-	One-up Bond F 45 dias. ➡Necrose pulpar total. ➔ <i>Debris</i> dentinários. ➔Exposição pulpar. Aumento original de 200x (HE).....	135
FIGURA 31-	One-up Bond F 45 dias. ➡Necrose pulpar total. ➔Barreira dentinária. ➡Colônia Bacteriana. Aumento original de 400x (HE).....	135

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Distribuição dos dentes da amostra conforme o grupo.....	132
TABELA 2- Valores de p nas comparações entre os materiais.....	137
TABELA 3- Comparações múltiplas entre os materiais para OTP e FBD.....	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

AQ = AQ Bond

Bis-GMA = Bisfenol A-glicidil-metacrilato

C&B = Super Bond C& B

Ca (OH)₂ = Hidróxido de cálcio

CD = Cirurgiã - dentista

CLB2 = Clearfil Liner Bond 2

CLB2V = Clearfil Liner Bond 2V

EDTA = Ácido Etilenodinitrilotetracético

FDI = Federação Dentária Internacional

FDR = Formação de Dentina Reparativa

FOSJC = Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

g = Grama

HA = Hidroxiapatita

HE = Hematoxilina e Eosina

ID = Identificação Bacteriana

IF = Imperva Flurobond

ISO = do inglês, *International Standard Organization*

MEV = Microscópio Eletrônico de Varredura

MHz = Megahertz

ml = Mililitro

mM = Milimolar

MTA = Agregado trióxido mineral

MTYA1-Ca = Methacryloyl tirosina amida 1-cálcio

OBF = One-up Bond F

OS = One Step

OTP = Organização do tecido pulpar

PA = Pró-análise

PAS = do inglês, *Periodic Acid-Schiff*

PB 2.0 = Prime & Bond 2.0

PBF = Perme Bond

PBNT = Prime & Bond NT

pH = Potencial hidrogeniônico

PMNs = Polimorfonucleares neutrófilos

4 META = 4 Methacryloylxyethyl trimellitato anidrido

4-META/MMA = 4 Methacryloxyethyl trimellitato anidrido/
metilmetacrilato- tri-n-butyl-borano

RIC = Resposta inflamatória celular

SB = Single Bond

SBL = Super Bond Liner 2

SMP = Scotchbond Multi Purpose

TM = Teethmate

UDMA = Uretano-dimethacrilato

UNESP = Universidade Estadual Paulista

W = Watt

ZOE = Óxido de zinco-eugenol

% = por cento

FAVARETTO, L.H.D.R. **Resposta pulpar de dentes de ratos após tratamento capeador direto com sistema adesivo monocomponente ou autocondicionante.** 2004. 212 f. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2004.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta pulpar de dentes de ratos a diferentes sistemas adesivos diretamente aplicados sobre exposições pulpares. Foram realizados preparos oclusais com exposição pulpar nos primeiros e segundos molares superiores. O grupo C (controle, n=34) recebeu como material capeador o cimento de hidróxido de cálcio Dycal, no E₁ (n=31) foi aplicado o sistema adesivo Single Bond e no E₂ (n=30) o sistema adesivo auto-condicionante One-up Bond F. Os materiais foram aplicados conforme especificações dos fabricantes e todas as cavidades restauradas com resina composta. Os animais foram sacrificados após sete, trinta e 45 dias e as polpas dentárias foram histologicamente avaliadas. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o teste exato de Fisher. Observou-se que aos sete dias não houve diferença entre C e E₂ com relação à resposta inflamatória e à organização pulpar, predominando quadros de inflamação crônica focal e perdas odontoblásticas localizadas. O E₁ demonstrou diferença estatisticamente significativa em relação ao E₂, exibindo maior número de casos com necrose. Aos sete dias a contaminação bacteriana da polpa foi menor no grupo tratado com One-up, porém, todas as diferenças mencionadas foram perdidas com o decorrer do tempo, equiparando-se os três grupos aos 45 dias, período em que predominou a necrose pulpar. Houve um aumento no número de barreiras dentinárias formadas e na contaminação bacteriana do tecido pulpar com o aumento do tempo experimental. Concluiu-se que o tratamento capeador direto, conforme o modelo experimental empregado, demonstrou ser histologicamente insatisfatório, independentemente do material empregado.

PALAVRAS-CHAVE: Polpa dentária; capeamento da polpa dentária; hidróxido de cálcio; adesivos dentinários.

1 INTRODUÇÃO

A polpa é um tecido vivo, capaz de responder de diferentes formas a estímulos biopatológicos direcionados ao órgão dentário (STANLEY & PAMEIJER¹²⁶, 1985; GOLDBERG & LASFARGUES³⁷, 1995; BARTHEL et al.⁵, 2000; NASCIMENTO et al.⁹⁵, 2000). A capacidade reacional favorável, traduzida pela formação de dentina esclerótica e dentina reparativa, é diretamente dependente da intensidade e da natureza da agressão a que o tecido foi submetido (YAMAMURA¹⁵³, 1985). Sendo o dente o principal objeto de trabalho na prática odontológica restauradora, torna-se essencial a compreensão das alterações pulpares induzidas pelas técnicas restauradoras, bem como pelos materiais corriqueiramente empregados na clínica odontológica.

Por muitos anos a polpa não recebeu o enfoque merecido e a terapia endodôntica radical foi indiscriminadamente praticada, às expensas de uma terapia pulpar conservadora. Os estudos, no entanto, permitiram uma melhor compreensão da importância pulpar na manutenção da integridade dentária, uma vez que ela confere ao dente flexibilidade e umidade, características que asseguram resistência apropriada aos esforços mastigatórios. Os danos pulpares respondem pela perda destas características, bem como reduzem a propriocepção dentária, justificando a tentativa de sua

preservação (ZANDER et al.¹⁵⁷, 1950; STANLEY & GAINESVILLE¹²⁴, 1989).

O capeamento pulpar direto consiste em uma terapia conservadora indicada em casos de pequenas exposições pulpares em que a polpa encontra-se com vitalidade e com potencial responsivo positivo, e visa preservar a integridade pulpar de modo que continue a responder reativamente aos estímulos que a ela recaírem (PHANEUF et al.¹⁰⁵, 1968; LIEBENBERG⁷⁶, 1993; KOPEL⁷⁴, 1997; OLMEZ et al.⁹⁹, 1998). Estudos clínicos recentes e de longo período de observação apontam índices de sucesso entre 80 e 90% para o tratamento capeador direto (HORSTED et al.⁴⁸, 1985; MATSUO et al.⁸¹, 1996). A aplicação da técnica de capeamento pulpar direto em polpas exposta por cárie ainda é controversa, pois as informações a respeito do emprego desta técnica em dentes nesta condição são limitadas e na maioria das vezes empiricamente fundamentadas. Muito embora o resultado do trabalho de Matsuo et al.⁸¹ (1996) sugira que a indicação do tratamento capeador direto em condições de exposição por cárie seja possível, outros estudos (MJÖR⁸⁵, 2002; TROPE et al.¹³⁹, 2002; SWIFT JÚNIOR et al.¹³¹, 1998) expõem resultados contrários ao emprego do tratamento capeador direto nestas condições.

Como inicialmente exposto, os materiais restauradores exigem especial atenção quando se considera a resposta pulpar, pois atuam como estímulos diretos ou indiretos, modulando esta resposta (STANLEY & PAMEIJER¹²⁶ 1985; WHITE et al.¹⁵¹, 1994; GWINNETT & TAY³⁹, 1997; COSTA et al.¹⁴, 2000; RIBEIRO et

al.¹⁰⁹, 2000). Um material capeador ideal deveria manter as funções e a vitalidade pulpar, induzir a formação de barreira dentinária, ter propriedades mecânicas apropriadas, adesão à dentina para prevenir a microinfiltração e ter um fácil manuseio. Até então, nenhum material capeador preencheu satisfatoriamente todas estas exigências (NIINUMA⁹⁶, 1999). O hidróxido de cálcio foi um dos primeiros materiais empregados sobre exposições pulpares, na tentativa de potencializar uma resposta pulpar favorável, com a formação de barreira dentinária e manutenção de sua integridade tissular (RIBEIRO et al.¹⁰⁹, 2000). Sob diferentes formas de apresentação comercial (P.A., pasta, cimento), é ainda hoje o material mais empregado nos tratamentos de capeamento pulpar direto, tendo seu sucesso comprovado por inúmeras pesquisas (STANLEY & PAMEIJER¹²⁵, 1985; LIM & KIRK⁷⁸, 1987; KOPEL⁷⁴, 1997; NASCIMENTO et al.⁹⁵, 2000). Porém, outros materiais foram introduzidos no mercado, dentre eles as resinas compostas, as quais são largamente empregadas na odontologia; mas seus efeitos sobre a polpa ainda não são conclusivos (SAWUSCH¹¹³, 1963; PHANEUF et al.¹⁰⁵, 1968; BURGOS & SANTOS⁸, 1997; GWINNETT & TAY³⁹, 1997; SWIFT & WALTON¹³¹, 1998; CORTÈS et al.¹², 2000; NASCIMENTO et al.⁹⁵, 2000). Estes materiais surgiram como uma exigência estética e principalmente como uma necessidade de se assumir uma postura conservadora, buscando a preservação das estruturas dentárias sadias. O condicionamento ácido do esmalte proposto por Buonocore (1955) representa um marco importante neste processo, uma vez que cria microretenções para o material

restaurador, representando uma possibilidade de execução de preparos cavitários conservadores, com preservação de estrutura dentária sadia. Subseqüentemente houve a extensão deste conceito retentivo à dentina, que por suas particularidades estruturais e constitutivas exigiu o desenvolvimento dos sistemas adesivos, responsáveis pela retenção do material restaurador resinoso à cavidade, por meio da formação da camada híbrida. Convencionalmente os sistemas adesivos exigem o condicionamento ácido prévio da cavidade e nas primeiras gerações, o *primer* e o adesivo apresentavam-se acondicionados separadamente e da mesma forma deveriam ser aplicados à cavidade. Uma outra geração de sistemas adesivos foi desenvolvida a partir da necessidade de simplificação técnica, haja vista a correlação direta entre o número de etapas de um processo e a susceptibilidade ao insucesso a que está sujeito. Estes sistemas adesivos são denominados monocomponentes; o *primer* apresenta-se combinado ao adesivo em frasco único ou em dois frascos separados, devendo nestes casos ser misturados antes da aplicação à cavidade previamente condicionada com ácido. Recentemente surgiram no mercado os sistemas adesivos auto-condicionantes, apresentando-se como frasco único onde ácido, *primer* e adesivo encontram-se combinados (KUGEL & FERRARI⁷⁵, 2000; CARINI⁹, 2002; SWIFT JUNIOR¹²⁹, 2002).

Os materiais resinosos estão emergindo como uma alternativa ao hidróxido de cálcio no capeamento pulpar direto por proporcionarem um selamento marginal mais efetivo. A baixa resistência mecânica, o alto grau de solubilidade e a falta de adesão à estrutura dentária foram consideradas características negativas do

hidróxido de cálcio (HEITMAN & UNTERBRINK⁴³, 1995) e fatores predisponentes à infiltração bacteriana tardia, podendo comprometer, a longo prazo, o sucesso da terapia de capeamento pulpar direto; problemas que seriam supostamente sanados pelos sistemas adesivos (COX et al.²⁷, 2001). Estudos clínicos e laboratoriais repetidamente têm demonstrado notável aprimoramento na qualidade adesiva dos sistemas adesivos mais modernos. A busca constante por terapias restauradoras minimamente invasivas vem ampliando o emprego dos materiais adesivos. Uma consequência imediata deste processo tem sido a drástica redução no emprego de bases e *liners* sob restaurações adesivas. Deste modo, os sistemas adesivos são aplicados diretamente à dentina sem o emprego de um material de forramento. Um passo ainda maior tem resultado em uma das aplicações mais controversas dos sistemas adesivos na odontologia adesiva moderna, que seria o emprego destes materiais como capeadores diretos, visando a preservação da vitalidade do tecido pulpar exposto, privando-o de práticas endodônticas pouco conservadoras (FUJITANI et al.³², 2002).

Assim sendo, o estudo da reação pulpar aos materiais restauradores, em especial aos sistemas adesivos modernos, torna-se fundamental para que o clínico tenha possibilidade de adequar o tratamento, buscando a escolha do melhor material, a redução dos efeitos iatrogênicos inerentes a toda terapia restauradora e com isto a preservação das estruturas dentárias, em especial a manutenção da integridade pulpar.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O capeamento pulpar direto é uma terapia fundamentada na preservação da polpa dentária e para que este objetivo seja alcançado cuidados devem ser direcionados na escolha do material capeador. O desenvolvimento de novos materiais é impulsionado pela necessidade de melhorias, pela busca à resolução dos problemas encontrados com os recursos disponíveis. Inspirado neste conceito, os sistemas adesivos foram desenvolvidos, aprimorados e vêm ampliando a sua indicação de uso. Os sistemas adesivos emergem como uma recente opção de material capeador direto, porém seus efeitos sobre o tecido pulpar ainda são pouco conhecidos quando comparados ao hidróxido de cálcio. Procurando facilitar a compreensão dos aspectos envolvidos na terapia de capeamento pulpar com o hidróxido de cálcio e com os sistemas adesivos, distintamente, optou-se pela subdivisão da revisão de literatura com base no material capeador, seja hidróxido de cálcio ou sistema adesivo, abrangendo este último grupo as últimas gerações de sistemas adesivos.

2.1 Capeamento pulpar direto com a utilização de hidróxido de cálcio

A utilização do cimento de hidróxido de cálcio no tratamento capeador direto é bastante discutida na literatura e constitui um material há muito tempo empregado na clínica odontológica.

Sawuch¹¹³ (1963) em estudo utilizando dentes decíduos humanos cariados, avaliou a resposta pulpar por meio de parâmetros clínico-radiográficos, comparando o hidróxido de cálcio nas formas de pasta e cimento quando empregados no capeamento pulpar direto. O autor ainda comparou a resposta pulpar, considerando o tratamento prévio da exposição com soro fisiológico ou eugenol. As lesões cariosas foram classificadas radiograficamente quanto à sua profundidade relativa à polpa. O autor confirmou a eficiência do hidróxido de cálcio em ambas as apresentações comerciais, bem como registrou a ausência de influência do material empregado no tratamento prévio da exposição na resposta pulpar. Porém, determinou forte correlação do insucesso do tratamento pulpar conservador à profundidade da lesão cariosa, havendo um maior índice de fracasso nas lesões que radiograficamente apresentavam comprometimento pulpar estabelecido.

Pisanti & Sciaky¹⁰⁶ (1964) desenvolveram um estudo com 16 dentes de cães, no qual investigaram a provável fonte de cálcio das barreiras dentinárias formadas em exposições pulpares mecanicamente criadas. Estudos anteriores demonstravam uma

improvável participação do cálcio dos materiais capeadores à base de hidróxido de cálcio na neoformação dentinária em exposições pulpares. Os autores procuraram investigar uma provável origem plasmática do cálcio destas barreiras dentinárias. Para esta avaliação foi empregado hidróxido de cálcio endovenoso, com marcação e as aplicações foram feitas durante três semanas, em intervalos de sete dias, iniciando-se após a instituição do tratamento capeador direto com pasta de hidróxido de cálcio. Os resultados apresentados neste trabalho apontaram o plasma como a fonte de cálcio das barreiras dentinárias.

Takehashi et al.⁶⁰ (1965) observaram as alterações patológicas resultantes de exposições pulpares não tratadas em ratos *germ-free* e as comparou com os resultados obtidos em um grupo de ratos convencionais, com uma microbiota normal. Após um período de um a 42 dias, realizou-se a análise histológica que revelou, para o grupo de animais convencionais, danos pulpares severos e extensos, sem evidências de reparo pulpar. Nos períodos mais tardios, todos os espécimes deste grupo apresentaram necrose pulpar total, com formação de granuloma e abscesso. Os animais *germ-free* não apresentaram necrose pulpar, granuloma periapical ou abscesso e a formação de barreira dentinária teve início a partir do 14^o dia. Entre o 21^o e 28^o dia, esta barreira apresentava-se completa, independentemente da severidade e do ângulo em que houve a exposição. Os autores concluíram que mesmo nas condições experimentais apresentadas, com impacção alimentar e de *debris*, a

contaminação bacteriana foi considerada fator de importância maior na determinação da capacidade reparativa do tecido pulpar.

Harrop & Mackay⁴¹ (1968) avaliaram o processo reparativo em polpas de incisivos de rato ao microscópio de luz e eletrônico de transmissão, durante 14 dias subseqüentes à intervenção cirúrgica de exposição pulpar mecânica e capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio. Na zona de lesão criada no tecido pulpar, pelo procedimento operatório, células inflamatórias mantiveram-se presentes até o quinto dia pós-operatório. O processo reparativo teve início no segundo dia, com proliferação mitótica de células pulpares ao redor da exposição e, decorridos mais dois dias, considerável diferenciação morfológica destas células com sua organização às margens da exposição foi evidenciada. Ao terceiro dia, fibrilas colágenas foram evidenciadas na região de reparação e, ao quarto dia, arranjos extensos irregulares de fibras colágenas foram evidenciados por entre os espaços celulares. A deposição inicial de cristais para formação do tecido mineralizado reparador ocorreu em íntima relação com as fibras colágenas. Os autores sugeriram que a formação de uma barreira dentinária tubular seria possível apenas posteriormente a reestruturação de uma nova camada odontoblástica, durante a progressão e espessamento do novo estrato dentinário em formação.

Weiss & Bjorvatn¹⁵⁰ (1970) avaliaram histologicamente a resposta pulpar de 31 dentes de macacos, incluindo dentes decíduos e permanentes recém erupcionados, que sofreram exposição pulpar cirúrgica e receberam tratamento capeador direto. Foram comparados quatro materiais capeadores: hidróxido de cálcio

em pasta com soro fisiológico; cimento de hidróxido de cálcio Dycal; mistura de hidróxido de cálcio – cresatina e cimento de óxido de zinco-eugenol de presa rápida. Foi empregado cimento de óxido de zinco-eugenol modificado para restauração e selamento cavitário. A análise histológica revelou resultados bastante favoráveis. Houve preservação da vitalidade pulpar em todos os grupos, com formação de zona de necrose localizada e barreira dentinária nos grupos em que o hidróxido de cálcio foi utilizado. No grupo tratado com cimento de óxido de zinco-eugenol não foi evidenciada a mesma capacidade de formação de barreira dentinária, nem tampouco a de indução de uma zona de necrose. Não houve diferença nas reações pulpares entre dentes decíduos e permanentes. Não foi evidenciada diferença na resposta reparativa do tecido pulpar quando empregado hidróxido de cálcio na forma de pasta ou de cimento e sua associação à cresatina demonstrou favorecer o processo reparativo pulpar, induzindo zonas de necrose mais estreitas e formando barreiras dentinárias com padrão bem calcificado, enquanto nos outros dois grupos as barreiras dentinárias variaram de fina e fibrosa à espessa e densamente calcificada.

Stanley et al.¹²⁷ (1972) desenvolveram um estudo *in vivo* com dentes humanos, na intenção de avaliar o comportamento do tecido pulpar frente ao capeamento pulpar direto com cimento de hidróxido de cálcio Dycal (Dentsply). Trinta e cinco dentes hígidos ou com pequenas lesões de cárie/desgastes por atrição foram intencionalmente submetidos à exposição pulpar em sua face oclusal ou vestibular, capeados com o cimento de hidróxido de cálcio e

restaurados com amálgama. Os dentes foram extraídos para avaliação microscópica em um período entre um e trezentos e trinta dias. Ao exame microscópico, o tecido pulpar revelou-se, na maioria dos espécimes, em condições favoráveis, bastante próximas à normalidade. Nos estágios iniciais, registrou-se a formação de uma estreita camada mumificada subjacente ao material capeador, a qual foi posteriormente reabsorvida por macrófagos e substituída por tecido de granulação, levando à formação de nova camada odontoblástica e a deposição de dentina reparadora imediatamente abaixo do material capeador, que sendo radiopaco, dificultou a delimitação radiográfica da ponte dentinária. Não foi observado retardo na formação da ponte dentinária quando comparado aos resultados obtidos de estudos com outras fórmulas contendo hidróxido de cálcio. Os autores registraram os resultados bem sucedidos da terapia pulpar com o cimento de hidróxido de cálcio Dycal, porém sugeriram a reavaliação de alguns aspectos envolvidos no capeamento pulpar direto, como o potencial de cauterização do material capeador sobre a polpa, a embolização de partículas do material capeador no tecido pulpar e a melhor definição de critérios que pudessem nortear a escolha do tratamento pulpar, facilitando a decisão entre procedimentos mais ou menos conservadores.

A preservação da vitalidade pulpar deveria ser almejada inclusive quando do envolvimento de dentes decíduos, condição em que os cuidados na escolha terapêutica não deveriam recair apenas no dente decíduo afetado, mas em seu sucessor permanente já em formação. Segundo Frigoletto³¹ (1973), para a

preservação de um dente decíduo no arco, muitas vezes o profissional deve lançar mão de terapias pulpares, dentre as quais o capeamento pulpar direto, que deveria estar restrito a dentes decíduos ou permanentes jovens, em que houvesse um bom suprimento sangüíneo e conseqüentemente um bom potencial de cicatrização, caso contrário, terapias menos conservadoras deveriam ser adotadas, como a pulpotomia ou a pulpectomia. Muitos medicamentos têm sido empregados num esforço à preservação dentária e as terapias pulpares conservadoras exigem o uso de medicamentos pouco cáusticos, que sejam capazes de destruir os microrganismos, causando uma mínima resposta inflamatória, por um curto período de tempo. Na experiência do autor, o hidróxido de cálcio, seja isoladamente ou em combinação com drogas não cáusticas como a Cresatina ou a tetraciclina, seria o medicamento mais adequado no capeamento pulpar direto de pequenas exposições pulpares, em casos bastante selecionados, envolvendo dentes decíduos.

Tronstad¹³⁸ (1974) avaliou histologicamente a reação do tecido pulpar mecanicamente exposto de dentes de macacos ao hidróxido de cálcio. O hidróxido de cálcio foi empregado como material capeador direto nas formas de pasta (pó e soro) e cimento (Dycal). Para o grupo tratado com pasta de hidróxido de cálcio foram adotados os tempos experimentais de oito e 82 dias, enquanto a análise do grupo tratado com Dycal foi realizada após 48 horas, oito, 14, trinta e 82 dias. Foram obtidos resultados favoráveis com ambos os materiais, os quais preservaram a vitalidade do tecido pulpar, favorecendo sua reparação, com restabelecimento da camada

odontoblástica e formação de barreira dentinária, mantendo níveis inflamatórios leves ou nulos. No entanto, diferenças histológicas significativas foram registradas, incluindo a não formação de uma zona necrótica subjacente ao Dycal. Esta condição permitiu com que não houvesse perda tecidual e a polpa afetada se reorganizasse totalmente, ocasionando a formação da barreira dentinária na interface material capeador-polpa e não a distância do sítio de exposição, como ocorria quando o tratamento era realizado com hidróxido de cálcio em pasta. As características estruturais das barreiras dentinárias dos dois grupos foram bastante semelhantes, sendo na maioria barreiras dentinárias completas, embora algumas apresentassem inclusões de tecido mole. Assim sendo, o autor concluiu ser o cimento de hidróxido de cálcio Dycal um material biologicamente aceitável no tratamento de exposições pulpares cujo tecido se encontre livre de inflamação.

Heys et al.⁴⁴ (1980) compararam a formação de ponte dentinária e a resposta pulpar inflamatória induzida por quatro materiais a base de hidróxido de cálcio com diferentes pH (Dycal -pH > 11/ Dentsply ; Pulpdent - pH12/ Caulk; MPC - pH 10/ Kerr; MPC12 - pH 12/ Kerr) empregados no capeamento pulpar direto em dentes permanentes e decíduos de primatas. Os materiais foram aplicados sobre o tecido pulpar exposto e as cavidades, classe V, foram restauradas com amálgama. A análise histológica foi realizada em três dias, cinco semanas e oito semanas. A resposta pulpar em três dias, tanto nos dentes permanentes quanto nos dentes decíduos, foi moderada, com ruptura do tecido pulpar subjacente à exposição, uma zona de inflamação aguda e hemorragia. Na quinta semana, diferenças

histológicas entre os quatro medicamentos foram registradas, com o Dycal produzindo menor irritação pulpar e formação de ponte dentinária em 50% dos dentes permanentes. O MPC-12 estimulou a formação de uma ponte dentinária, enquanto Pulpdent e MPC não demonstraram nenhuma evidência de formação de ponte dentinária. A resposta pulpar ao Dycal foi moderada, enquanto para os outros materiais esta variou de moderada à severa. Neste mesmo intervalo de tempo, os dentes decíduos não apresentaram formação de ponte dentinária e a resposta pulpar foi moderada, independentemente do material empregado. Na oitava semana os quadros histológicos foram semelhantes aos da quinta semana, com os melhores resultados para o Dycal e os piores para o MPC. Os autores atestaram que o pH foi um fator relevante no sucesso da terapia com hidróxido de cálcio, de modo que a alteração no pH dos materiais avaliados interferiu na resposta obtida, porém não foi o único, pois a capacidade de solubilização e liberação de íons cálcio do material também pareceu influenciar na resposta obtida.

Heys et al.⁴⁵ (1981) avaliaram a resposta pulpar de dentes de macacos a diferentes materiais empregados como capeadores diretos, incluindo: hidróxido de cálcio (pasta e cimentos Life e Dycal), óxido de zinco, fosfato tricálcio, MPC e Synthos. Foram considerados aspectos histológicos de formação de barreira dentinária e resposta inflamatória induzida. Foram realizados, em dentes de macacos, preparos classe V com extensão pulpar. Para o controle hemorrágico empregaram “bolinhas” de algodão estéreis sob ligeira pressão. Os materiais capeadores foram aplicados

aleatoriamente, de forma que cada um dos 12 grupos experimentais avaliados contivesse oito espécimes, incluindo dentes anteriores e posteriores, superiores e inferiores. A avaliação histológica foi realizada após 8 semanas da intervenção cirúrgica e revelou melhores resultados nos grupos em que o hidróxido de cálcio foi empregado, seja na forma de pasta ou de cimento. Os cimentos Dycal e Life, juntamente com a pasta de hidróxido de cálcio, quando comparados aos demais compostos ou associações, demonstraram diferença significativa no potencial de indução à formação de barreira dentinária, apresentando-se superiores. A análise comparativa da resposta inflamatória induzida e da formação de barreira dentinária revelou uma relação inversamente proporcional entre os fatores, de modo que níveis inflamatórios mais elevados estavam relacionados a uma menor formação dentinária. Pelos resultados obtidos no estudo os autores concluíram que os materiais a base de hidróxido de cálcio foram eficazes na reparação do tecido pulpar exposto e na indução à formação de barreira dentinária. Os demais materiais foram ineficientes na promoção do reparo do tecido pulpar quando aplicados como material capeador direto, contrariando alguns estudos anteriores e os contra-indicando nesta terapia pulpar.

Paterson et al.¹⁰³ (1981) utilizando o modelo experimental em ratos, avaliaram histologicamente o efeito pulpar de dois cimentos de hidróxido de cálcio (Dycal/ Caulk e MPC/ Kerr), quando aplicados como materiais capeadores diretamente sobre o tecido pulpar. Foram realizados preparos cavitários classe I nos primeiros e segundos molares superiores de dez ratos albinos. As

exposições pulpares foram obtidas utilizando-se uma sonda exploradora. Irrigação do preparo com soro fisiológico e secagem com pontas de papel absorvente foram realizadas como medidas para remoção de detritos e hemostasia. Cada hemiarcada recebeu um dos materiais capeadores, definido aleatoriamente, e todos os dentes foram restaurados com amálgama. Utilizou-se tempo experimental de 28 dias, após o qual seguiu-se a análise histológica do tecido pulpar. A coloração de Gram Weigert possibilitou registrar a presença de bactérias em todas as zonas de necrose, independentemente do material empregado. Foram constatadas diferenças significativas entre os grupos. Os dentes tratados com Dycal apresentaram, em sua maioria, formação de barreira dentinária e necrose pulpar localizada no ponto de exposição; ao contrário do grupo MPC, cujos tecidos pulpares exibiram extensas áreas de necrose. Estes resultados permitiram aos autores concluir que o Dycal induziu uma resposta pulpar favorável em dentes de ratos, ao passo que o MPC exibiu um comportamento desfavorável, estando contra-indicado no tratamento capeador direto.

A escolha de uma terapia pulpar frente a exposições pulpares, se conservadora ou não, exige a observação de fatores como o tamanho da exposição, o intervalo decorrido entre o acidente e a instauração da terapia e o estágio de desenvolvimento radicular do dente envolvido. Fuks et al.³³ (1982) colocando esta dificuldade clínica na definição da terapia pulpar, compararam os índices de sucesso obtidos com capeamento pulpar direto e com pulpotomia em dentes permanentes jovens, utilizando cimento de hidróxido de cálcio

(Dycal - Dentsply ou Calxil –Otto & Co.). Trinta e oito incisivos permanentes jovens, com pequenas exposições pulpare e formação radicular completa foram tratados por capeamento direto. A pulpotomia foi o tratamento de escolha para trinta e oito incisivos com desenvolvimento radicular incompleto, independentemente do tamanho da exposição. Índice de sucesso de 92% foi alcançado com a pulpotomia e 81,5% foi o índice de sucesso para o capeamento pulpar direto. Os autores concluíram que a pulpotomia não deve ser considerada um tratamento interino que deva ser seguido por tratamento endodôntico e consideraram aceitáveis os resultados obtidos com o capeamento direto, indicando-o na prática odontológica.

Watt & Paterson¹⁴⁶ (1981) elaboraram um estudo no qual expuseram cirurgicamente polpas dentárias de cães e ratos e estabeleceram subsequente terapia de capeamento direto utilizando cimento de hidróxido de cálcio Dycal ou mistura de óxido de zinco-água. A análise histológica considerou o grau de inflamação e/ou necrose pulpar; o comprometimento dos tecidos periapicais e a formação de barreira dentinária. Foram comparados os resultados dos dois materiais e das duas espécies animais. Ambos os materiais capeadores produziram respostas pulpare favoráveis, em ratos, representadas por baixo índice de inflamação e alta incidência na formação de ponte dentinária. Os cães desenvolveram uma resposta pulpar considerada menos favorável, caracterizada por um maior grau inflamatório e pequeno índice de formação de ponte dentinária. Os resultados obtidos em ratos foram considerados importantes não

apenas por serem otimistas e superiores àqueles atingidos em cães, mas por se assemelharem aos resultados em humanos descritos na literatura. Algumas vantagens do uso do rato como modelo animal foram expostas e incluíram a semelhança constitucional do biofilme bucal de ratos e humanos e a possibilidade de uma melhor avaliação interindividual, haja vista a utilização de menos animais nos estudos com animais de maior porte, nos quais são empregados vários dentes de um mesmo animal, restringindo o número total de animais.

Watts & Paterson¹⁴⁷ (1982) avaliaram a migração de microrganismos e material capeador para o interior do tecido pulpar mecanicamente exposto de ratos e cães. Os autores utilizaram hidróxido de cálcio em diferentes apresentações – pasta, P.A., cimento, cimento de óxido de zinco, cimento de fosfato de zinco, cimento de silicato, cimento de policarboxilato, cimento de ionômero de vidro, sais metálicos, isobutil cianoacrilato, corticosteróide, etc, na avaliação da migração de material para o interior do tecido pulpar e ratos *germ-free*, gnotobióticos (*S. mutans* e *L. casei*) e convencionais, para a avaliação da migração de microrganismos. Tanto partículas de material quanto microrganismos migraram através da polpa dentária, no entanto, a migração de material demonstrou-se mais intensa nos cães, independentemente do material empregado. Os autores observaram uma migração mais superficial nos ratos. Quando a migração de material apresentava-se mais profundamente no tecido pulpar, se as partículas se encontrassem livres no tecido, observava-se intensa resposta inflamatória ou necrose tecidual. Caso o material estivesse fagocitado, mesmo que em posição profunda em relação ao

tecido pulpar, a resposta inflamatória era branda. Os autores não registraram invasão direta do tecido pulpar por bactérias, mesmo quando a polpa fora mantida exposta na cavidade bucal, em contato direto com saliva contaminada.

Jerrel et al.⁵⁸ (1984) avaliaram histologicamente os efeitos dos cimentos de hidróxido de cálcio Dycal (Dentsply) e Life (Kerr), na estimulação da resposta reparativa em polpas mecanicamente expostas em dentes decíduos não inflamados. Foram utilizados trinta dentes caninos não cariados nem restaurados e com rizólise inferior a um terço do comprimento radicular. Sobre as áreas das exposições foi aplicado o material capeador, de forma que cada paciente recebeu os dois materiais (Life e Dycal). O selamento das margens cavitárias foi obtido com cimento de óxido de zinco eugenol. A avaliação histológica, que incluiu a graduação da resposta inflamatória pulpar e a análise da formação de ponte dentinária, procedeu-se após sete ou 63 dias da instituição da terapia com hidróxido de cálcio. Os resultados obtidos foram confrontados estatisticamente, constatando-se ausência de diferenças estatísticas entre os materiais capeadores nos dois critérios histológicos analisados, independentemente do tempo adotado. Os autores concluíram ser o capeamento pulpar direto com cimento de hidróxido de cálcio em dentes decíduos não inflamados, um procedimento viável que, a semelhança dos dentes permanentes, preserva a vitalidade pulpar, estimulando a formação de ponte dentinária, sem contudo induzir reabsorção dentária interna.

Tagger & Tagger¹³⁴ (1985) realizaram um estudo com 15 dentes de macacos, com o intuito de comparar os efeitos da aplicação direta, sobre exposições pulpares, de dois cimentos de hidróxido de cálcio que apresentavam diferente potencial de liberação de íons hidroxila: Life (Sybron-Kerr) e Reolite (Vivadent). O primeiro, com pH inicial superior à dez, permanecia altamente alcalino (pH 9,7) por até cento e vinte minutos depois da presa do material, enquanto o pH inicial do Reolite era de aproximadamente nove, com redução para 7,35 em apenas trinta minutos. Foram realizadas, sob isolamento absoluto, exposições mecânicas em pré-molares (classe V) e molares (classe I), as quais receberam como capeamento direto um dos materiais avaliados, escolhidos aleatoriamente e as cavidades foram em seguida restauradas com amálgama. A análise histológica do tecido pulpar foi realizada após nove-dez semanas da intervenção cirúrgica. A detecção de contaminação bacteriana usando a técnica de Brown e Brenn foi feita em apenas um dos espécimes, o qual fora excluído por perda da restauração durante o experimento. Foi observada a formação de barreira dentinária na maioria dos espécimes tratados com Life, ao passo que o emprego de Reolite resultou na formação incompleta e deficiente de barreira dentinária, inflamação pulpar e dispersão de fragmentos do material capeador para o interior do tecido pulpar, algumas vezes acompanhado por calcificações irregulares. As falhas na formação de barreiras dentinárias, quando do emprego do Reolite, foram atribuídas à uma provável diferença no pH do material, que se apresentava próximo à neutralidade depois de sua presa. Porém, uma

vez que a composição de ambos os materiais se difere, os resultados poderiam ser consequência da irritação induzida por algum componente presente na formulação do Reolite e que estivesse ausente no Life. De qualquer modo, os resultados foram condizentes com a contra-indicação do cimento de hidróxido de cálcio Reolite como material capeador direto e favoráveis à indicação do Life para atender esta finalidade terapêutica.

A ação do hidróxido de cálcio como barreira protetora do tecido pulpar frente a exposições, neutralizando ácidos inorgânicos, bloqueando produtos tóxicos dos materiais restauradores e induzindo a formação de barreira dentinária é condição bem estabelecida e explorada desde 1930. Stanley & Pameijer¹²⁵ (1985) salientando as vantagens de um material de composição resinosa no que diz respeito ao controle do tempo de trabalho, à capacidade adesiva, produzindo restauração mais resistente e uniforme e à menor solubilidade em água e ácido, avaliaram o comportamento pulpar de dentes de macacos capeados diretamente com o cimento de hidróxido de cálcio modificado por resina Prisma VLC-Dycal (Dentsply). Sessenta e três dentes foram desgastados e polidos previamente à confecção de preparos cavitários de classe V. Os preparos na face vestibular de cada dente foram estendidos até a câmara pulpar, dando origem a pequenas exposições. Feita a hemostasia, o cimento de hidróxido de cálcio foi aplicado no local da exposição, conforme as indicações do fabricante. As cavidades foram restauradas com resina composta Prisma Fill (Dentsply) e após quatro, 62 e 64 dias realizou-se a análise histológica. Os resultados do estudo permitiram aos autores afirmar

que o material mantém as mesmas características de cicatrização pulpar e formação de barreira dentinária observadas com as formulações de hidróxido de cálcio convencionais, mantendo padrões de biocompatibilidade aceitáveis em primatas.

Em 1985, revendo a literatura, Schröder¹¹⁸ descreveu os fenômenos envolvidos no processo reparativo do tecido pulpar após o capeamento direto com hidróxido de cálcio. As alterações iniciais foram consideradas semelhantes às observadas em qualquer tecido conjuntivo, iniciando-se com fenômenos vasculares-exsudativos, seguidos por fenômenos reparativos. A fase reparativa incluiu a migração e proliferação de células pulpares mesenquimais e endoteliais e a formação de colágeno. O tecido pulpar livre de irritantes mostrou-se capaz de prover a diferenciação de novas células odontoblásticas, responsáveis pela formação de tecido semelhante à dentina, normalizando as funções pulpares. Considerou-se que a formação da barreira dentinária tem início com a calcificação distrófica da zona de necrose, a qual é seguida pela deposição de mineral sobre as novas fibras colágenas. Os íons cálcio liberados dos cimentos de hidróxido de cálcio estimulam a precipitação de carbonato de cálcio, favorecendo o início da mineralização. Diferenças no pH, na liberação de íons cálcio e hidroxila e na composição do material capeador são responsáveis por diferenças na resposta pulpar. O hidróxido de cálcio não demonstrou ser fator decisivo na reparação pulpar, porém o grau inflamatório, o tempo de exposição ao agente irritante, a presença de infecção e a localização da exposição, demonstraram ter efeitos diretos sobre o processo

reparativo. Concluiu-se que os efeitos benéficos do hidróxido de cálcio resultam da tolerância dos íons cálcio pelo tecido pulpar e da ação do material como um estímulo de baixa intensidade, preservando a capacidade adaptativa da polpa. Seu uso terapêutico deveria se restringir às condições em que o tecido pulpar estivesse livre de inflamação crônica, pois a somatória de estímulos sobreporia a capacidade reacional da polpa, não demonstrando efeitos benéficos em tais condições.

A partir da necessidade de compreensão e esclarecimento da influência dos efeitos tóxicos dos materiais restauradores e da microinfiltração bacteriana na patogenicidade da inflamação pulpar, Cox²¹ (1987) realizou estudo com intuito de avaliar o efeito direto sobre a polpa dos materiais restauradores mais comumente utilizados na odontologia da época: amálgama, cimento de fosfato de zinco, cimento de silicato e resina composta. Todos os materiais foram avaliados em duas condições, na primeira o material preenchia toda a cavidade até o nível cavo – superficial e na segunda, este era removido da metade externa da cavidade, a qual passava a ser preenchida por cimento de óxido de zinco eugenol, haja vista suas propriedades antimicrobianas. Foram utilizados três grupos controle, com cimento de óxido de zinco eugenol, com cimento de hidróxido de cálcio e com cimento de hidróxido de cálcio seguido de selamento superficial com cimento de óxido de zinco eugenol. A avaliação da biocompatibilidade dos materiais foi realizada por meio de análise histológica, considerando os critérios de resposta inflamatória celular, formação de tecido mineralizado e coloração bacteriana, após sete ou

21 dias da aplicação direta do material sobre a polpa dentária mecanicamente exposta na face vestibular de 84 dentes de macacos. Os resultados puderam ser histologicamente agrupados em dois padrões básicos. O primeiro, freqüente nos grupos não selados com cimento de óxido de zinco, caracterizou-se por quadro inflamatório severo ou necrose tecidual, associado à presença bacteriana, desorganização tissular e ausência de formação de barreira dentinária reacional. No segundo padrão histológico a polpa apresentou organização tecidual com grau de inflamação leve ou ausente e formação de barreira dentinária. Tal padrão mais freqüente nos grupos superficialmente selados com cimento de óxido de zinco eugenol. Com exceção do controle positivo que utilizou cimento de óxido de zinco eugenol em contato direto com a polpa, a cicatrização pulpar não foi comprometida por nenhum dos materiais avaliados. O grau de cicatrização e reparo mostrou dependência direta da capacidade de selamento marginal do material utilizado. O autor concluiu que os fatores químicos do material restaurador *per se*, são menos significativos na patogenicidade da inflamação pulpar quando comparados à contaminação bacteriana e que a cicatrização da polpa dentária exposta independe do efeito de um tipo particular de medicamento, que forneça íons cálcio ou hidroxila como o hidróxido de cálcio, mas da capacidade de o material restaurador prevenir a infiltração bacteriana.

O sucesso da terapia pulpar conservadora depende de um adequado diagnóstico e da utilização de materiais restauradores que promovam selamento marginal. Desta forma, Lim & Kirk⁷⁸ (1987)

relacionam o prognóstico à condição pulpar e ao grau de contaminação bacteriana da polpa ao invés das dimensões da exposição. Os autores enumeram condições que exercem influência direta sobre o tratamento, sendo elas: a idade pulpar, considerando o grau de envelhecimento do tecido e conseqüentemente a capacidade de resposta aos estímulos biopatológicos; a contaminação bacteriana, tida como o principal fator prognóstico dos tratamentos pulpares conservadores; a interposição de coágulo sangüíneo entre o tecido pulpar e o material capeador, visto como desfavorável por agir como barreira ao material capeador e substrato bacteriano; a escolha do material capeador. É atribuída ao hidróxido de cálcio a capacidade de promover reparação pulpar, sendo o material capeador mais largamente aceito. Os autores acrescentam que o bom prognóstico do capeamento com hidróxido de cálcio está na dependência da ausência de sintomatologia dolorosa pré-existente e de condições ambientais favoráveis, tais quais a não formação de coágulo e ausência de contaminação bacteriana. Nos casos onde houver sintomatologia, o pré-tratamento com materiais adequados melhora o prognóstico.

Reconhecendo a importância do hidróxido de cálcio na odontologia, por sua pluralidade de aplicação, Foreman & Barnes³⁰ (1990) reviram as propriedades e aplicações do material, que vem sendo utilizado desde o início do século XX. O pH alcalino do material foi considerado responsável por seu efeito antibacteriano e por sua capacidade de induzir mineralização. Modificações na formulação foram introduzidas no decorrer dos anos, buscando satisfazer necessidades terapêuticas diferentes, haja vista variações na

resposta, conforme o tecido sobre o qual foi aplicado, se polpa ou periodonto. Quando empregado como agente capeador direto, o hidróxido de cálcio demonstrou a necessidade de cuidados diagnósticos, com rigorosa avaliação do grau inflamatório e contaminação do tecido pulpar. Para tal, parâmetros como sintomatologia dolorosa pré-operatória, extensão da exposição e presença de calcificação intrapulpar deveriam ser considerados, pois demonstraram comprometer o procedimento capeador por limitar o potencial reparativo da polpa. Apesar da vasta aplicabilidade clínica do hidróxido de cálcio, evidencia-se a falta de integral compreensão de seus mecanismos terapêuticos, acreditando ainda na possibilidade de ampliação de seu emprego com os resultados obtidos a partir de futuros trabalhos.

Em revisão de vários trabalhos a respeito de capeamento pulpar direto em dentes decíduos, Kopel⁷³ (1992) ressalva a importância da precisão diagnóstica no sucesso da terapia pulpar conservadora. Apesar da reconhecida capacidade reparadora do tecido pulpar vivo de dentes decíduos, o sucesso do tratamento capeador direto nestes dentes exige considerações, a semelhança dos dentes permanentes: seleção de casos com sinais clínicos de inflamação pulpar mínima ou ausente, ou tratamento de dentes sintomáticos com restaurações sedativas previamente à remoção do tecido cariado; assepsia do assoalho cavitário, alargando a exposição e removendo os *debris* dentinários com soluções não irritantes; controle de sangramento, evitando a formação de coágulo; aplicação de cimento de hidróxido de cálcio sobre a exposição, seguida de selamento

marginal para prevenir contaminação bacteriana por microinfiltração. O tratamento capeador quando bem sucedido preserva a vitalidade pulpar e induz resposta pulpar inflamatória mínima, clinicamente externada pela ausência de sintomatologia dolorosa. A formação de ponte dentinária e a ausência de reabsorção interna contribuem com o sucesso da terapia. O autor conclui que o sucesso do capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio em dentes decíduos com indicação precisa é viável e antes de uma rejeição dogmática do procedimento, como ocorria até então, novas investigações são justificáveis.

Subay & Asci¹³³ (1993) avaliaram a resposta pulpar de pré-molares humanos com indicação ortodôntica para extração, que receberam tratamento capeador direto com o cimento de hidróxido de cálcio Dycal ou hidroxiapatita (HA). Na face vestibular de 44 dentes foram confeccionados preparos cavitários classe V utilizando-se instrumento rotatório diamantado, de extremidade esférica, montado em turbina de alta velocidade, sob refrigeração com água. A extensão do preparo até o tecido pulpar foi realizada com broca carbide esférica, sob refrigeração com água, em micromotor de baixa velocidade. As exposições pulpares receberam HA ou Dycal como material capeador direto depois de adequado controle hemorrágico obtido com solução salina e “bolinha” de algodão. A restauração das cavidades foi feita com amálgama, com exceção de um terço dos dentes tratados com HA, nos quais a HA preencheu toda a cavidade, até a margem cavo superficial. A análise histológica dos dentes foi realizada após dois, trinta e sessenta dias e revelou quadros leves de

inflamação e formação de barreira dentinária nos dentes tratados com Dycal, ao passo que o uso de HA foi responsável por uma resposta inflamatória mais acentuada (moderada), provável consequência da incorporação de partículas de HA no tecido pulpar, sem formação de barreira dentinária, mesmo decorridos sessenta dias da intervenção clínica. Enquanto a HA demonstrou não haver qualquer efeito dentinogênico sobre o tecido pulpar humano, confirmou-se a eficácia do Dycal como material capeador direto, sendo responsável pela preservação da integridade pulpar, pela indução de pouca resposta inflamatória, favorecendo a formação de barreira dentinária.

Cox et al.²⁵ (1996) avaliaram a qualidade das pontes dentinárias formadas após terapia de capeamento pulpar direto com cimento de hidróxido de cálcio Dycal (Dentsply) ou Life (Kerr) em 235 dentes de primatas. Todos os dentes receberam cimento de hidróxido de cálcio como material capeador e foram restaurados com amálgama. A avaliação histológica procedeu-se em quatro intervalos de tempo: 14 dias, cinco semanas, um ano ou dois anos. Em 90% dos dentes, houve formação de ponte dentinária, sendo que 89% destas apresentaram múltiplos defeitos tipo túnel, os quais estavam associados à rápida migração de contaminantes bucais e partículas do material capeador para o interior da polpa. A formação de uma ponte dentinária não sólida pareceu estar relacionada à persistência de vasos próximos à interface do medicamento durante o processo de reparo e formação da ponte dentinária. Ao contrário do observado na literatura, não foi constatada redução do número de defeitos em longo prazo. Assim sendo, o estudo reenfatizou a necessidade do emprego de

medidas biologicamente relevantes no sentido de prover um selamento duradouro contra microinfiltração, quando da prática do capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio.

Matsuo et al.⁸¹, em 1996, procurando avaliar a aplicabilidade do capeamento pulpar direto em dentes com exposição pulpar por cárie desenvolveram um estudo clínico com 44 dentes, no qual foram considerados fatores como a idade do paciente, a resposta a estímulos térmicos, elétricos e à percussão, a experiência de dor espontânea, a dureza e a cor da dentina adjacente à exposição, o tamanho da exposição, o grau de sangramento pulpar e o grupo dentário a que cada dente pertencia, ou seja, se uni, bi ou trirradicular. Procuraram correlacionar estes fatores aos índices de sucesso ou falha, alcançados com o tratamento e estabelecer critérios clínicos que pudessem ser empregados como indicadores prognósticos. A remoção do tecido cariado foi feita por curetagem e complementada com o uso de instrumento rotatório em baixa velocidade. A área de exposição foi irrigada com hipoclorito de sódio a 10% e água oxigenada a 3% e capeada com cimento de hidróxido de cálcio; a cavidade foi selada com cimento de óxido de zinco-eugenol e provisoriamente restaurada com cimento de ionômero de vidro. O sucesso do tratamento foi determinado com base em achados radiográficos, sinais e sintomas. O índice de sucesso foi elevado, de 81,8% e dentre os fatores avaliados, o grau de sangramento durante a exposição pulpar demonstrou valor prognóstico importante, estando este relacionado ao sucesso terapêutico na sua proporção inversa. Os demais fatores não demonstraram influência sobre os resultados alcançados. Os autores

inferiram que o cimento de hidróxido de cálcio demonstrou resultados satisfatórios quando empregado no tratamento capeador direto de exposições pulpares em dentes cariados, demonstrando uma possível extensão de sua aplicabilidade clínica, ressaltando a necessidade de considerar características inerentes ao sangramento pulpar quando de sua indicação.

Yoshida et al.¹⁵⁵ (1996) utilizaram a técnica do capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio para avaliar a participação da fibronectina, uma glicoproteína da matriz extracelular de vasos e tecidos, na formação da barreira dentinária e na diferenciação das células *odontoblasto-like* durante o processo de dentinogênese reparativa. Esta investigação foi proposta haja vista a essencial participação da fibronectina na diferenciação dos odontoblastos durante o desenvolvimento dentário. A análise foi realizada empregando-se o método imunohistoquímico, a avaliação em microscópio eletrônico de transmissão e a avaliação histológica em microscópio de luz, empregando-se a coloração com azul de metileno. Após um dia de instituído o tratamento capeador, observou-se a precipitação de estruturas cristalinas, em associação a restos celulares, na interface entre a zona superficial de necrose e o tecido pulpar subjacente. Decorridos entre sete e dez dias, esta área de calcificação distrófica demonstrou positividade para a fibronectina, além de íntimo contato com células pulpares. Aos 14 dias, próximo a uma matriz irregular, fibronectina positiva, as células que delineavam a exposição já se apresentavam alinhadas, algumas exibindo morfologia semelhante à dos odontoblastos. Entre as células

evidenciavam-se fibras tortuosas, semelhantes à saca-rolhas. Aos 28 dias, observou-se a formação de dentina tubular circundada por células *odontoblasto-like*. Os autores sugeriram uma provável participação da fibronectina na inicialização da dentinogênese reparativa após o tratamento capeador direto com hidróxido de cálcio.

Considerando a importância dos macrófagos nos processos inflamatórios, infecciosos e reparativos, e em particular a íntima relação entre a capacidade de aderência desta célula e sua função fagocitária, Segura et al.¹²⁰ (1997) avaliaram o efeito do hidróxido de cálcio na capacidade de aderência dos macrófagos ao substrato. Foram consideradas concentrações de hidróxido de cálcio (5mM ou 10mM) e tempos experimentais (15 ou trinta minutos) variados. Foi feita a quantificação da capacidade de aderência dos macrófagos na polpa de ratos Wistar, na presença e na ausência de hidróxido de cálcio. Foi constatada redução da capacidade de aderência dos macrófagos na presença do hidróxido de cálcio, sendo esta proporcional ao tempo de exposição ao material e à sua concentração. Os efeitos inibitórios do hidróxido de cálcio mostraram-se secundários ao elevado pH do material e não à sua capacidade de liberar íons cálcio. Os resultados do trabalho foram considerados esclarecedores das respostas pulpar e periapical quando o hidróxido de cálcio é empregado como material capeador direto e obturador endodôntico, respectivamente. Parece esclarecer, ao menos parcialmente, a propriedade de o hidróxido de cálcio induzir a mineralização tecidual: osteoclastos e odontoclastos, células derivadas de macrófagos, poderiam ter suas funções inibidas pela ação do

hidróxido de cálcio, podendo assim predominar os mecanismos de neoformação óssea e dentinária.

Mochizuki et al.⁸⁸ (1998) considerando que os casos de dentes permanentes com rizogênese incompleta que preservassem o tecido pulpar vital e livre de inflamação seriam a principal indicação para o tratamento pulpar capeador direto, desenvolveram um estudo com dentes permanentes imaturos de cães. Foram empregados 48 dentes permanentes com rizogênese incompleta, os quais receberam preparos cavitários classe I, com extensão até o tecido pulpar e foram tratados utilizando-se a técnica de capeamento pulpar direto com cimento de hidróxido de cálcio (Dycal) ou pasta de hidróxido de cálcio iodoformada (Calvital). Os autores investigaram a formação de barreira dentinária, a continuidade do processo de rizogênese e a deposição de dentina secundária nos dentes tratados com ambos os materiais, empregando-se microradiografias e luz ultravioleta. Foi utilizada injeção endovenosa de tetraciclina em diferentes intervalos de tempo (três, sete, 14 e 28 dias) e os animais foram sacrificados após 56 dias. Os dentes tratados com Calvital exibiram na barreira dentinária formada, uma linha fluorescente resultante da incorporação da tetraciclina, sete dias após o experimento. A barreira dentinária formada apresentava-se, em sua porção externa, bastante porosa, porém em sua porção interna, esta porosidade não foi evidenciada. No grupo tratado com Dycal, a linha fluorescente foi observada após 14 dias do procedimento capeador ter sido instaurado. As micrografias deste grupo revelaram barreiras dentinárias bastante porosas e hiperpermeáveis, com grandes áreas de inclusão de tecido mole. Nos

tempos iniciais de avaliação observou-se uma maior aposição de dentina reparativa no grupo tratado com Calvital e o tecido pulpar exibiu uma resposta inflamatória nula ou branda, ao contrário do grupo Dycal, que apresentava uma resposta inflamatória mais exuberante. Nem o traumatismo induzido pela exposição pulpar, nem o tratamento capeador, comprometeram a evolução do processo fisiológico de rizogênese dentária, independentemente do material empregado, preservando as características reacionais do tecido pulpar.

Barthel et al.⁵ (2000) salientaram o potencial reparativo da polpa e sua capacidade de proteção contra a invasão bacteriana. Afirmaram que a manutenção da vitalidade pulpar é a melhor barreira à invasão bacteriana, porém questionaram a capacidade reacional da polpa, uma vez contaminada e exposta por processo carioso. Os autores fizeram um estudo retrospectivo com 123 dentes submetidos a tratamento capeador direto. O tratamento foi realizado por alunos, aplicando-se cimento de hidróxido de cálcio em polpas expostas por cárie. O objetivo do trabalho foi avaliar a efetividade do tratamento decorridos cinco ou dez anos de instaurada a terapia. Foi considerado sucesso terapêutico a preservação da sensibilidade pulpar aos estímulos térmicos e elétricos, a ausência de sensibilidade à percussão e à palpação e a preservação da integridade periapical, radiograficamente constatada. Dentes extraídos ou submetidos à terapia endodôntica, assim como condições duvidosas foram enquadradas como insucesso terapêutico. Desta forma obtiveram, em cinco anos, índice de fracasso de 44,5%, o qual, em 10 anos, representou 79,7% dos resultados. Os autores sugeriram que o

capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio em polpas expostas por cárie seja evitado, exceto em casos específicos em que se objetive prolongar a vida pulpar por período aproximado de cinco anos. Porém, os autores aconselharam que quando adotada tal terapia, seja feito o monitoramento regular do caso e a restauração definitiva instituída nos primeiros dois dias posteriormente ao tratamento pulpar conservador.

Mjör⁸⁵ (2002) considerou a importância do tratamento capeador direto na prática odontológica e discutiu diferentes condições que interferem no resultado final desta terapia. O autor ressaltou que o sucesso terapêutico inicia-se com um diagnóstico correto, por permitir selecionar adequadamente os casos que se beneficiariam com este tratamento. Evidências clínicas e científicas apontaram o hidróxido de cálcio como o material capeador de eleição para exposições pulpares em que o tecido dentinário se mantivesse sadio. Apesar dos resultados favorecerem o uso do hidróxido de cálcio como material capeador direto, estudos apontaram deficiências como a fragmentação e a dissolução do material, o que estimulou a busca por materiais alternativos, dentre os quais os materiais resinosos, que têm demonstrado rápida emergência. A ponte dentinária foi considerada de singular importância no processo reparativo do tecido pulpar exposto, porém uma estrutura de constituição uniforme pareceu ser rara. Canais preenchidos por tecido mole ou uma dentina de aspecto osteóide, com inclusões celulares foram observados em diversos estudos. A respeito da formação de ponte dentinária, a presença de células *odontoblasto-like* e o tempo pós-operatório foram destacados como fatores de

elevada significância. O tempo clínico de tratamento e o grau inflamatório do tecido pulpar também demonstraram ser importantes, porém em nível inferior ao dos fatores anteriormente mencionados. O emprego de materiais restauradores com boa capacidade seladora também demonstrou ser de particular importância, principalmente até que ocorra a formação de uma barreira dentinária impermeável. Embora as condições pulpares sejam diferentes em cada caso e uma grande variedade de fatores esteja envolvida no tratamento capeador direto, estudos histológicos e clínicos demonstraram que o sucesso do tratamento capeador direto pode ser possível, suplantando todas as diferenças teciduais e as variações nas condições clínicas. No entanto, o autor definiu como incoerente desejar que um único tratamento seja suficiente e satisfatório a todos os casos e condições de exposição pulpar, suplantando todas as diferenças circunstanciais. Ressalvou a obrigatoriedade de uma avaliação criteriosa, previamente à escolha do material e da medida terapêutica. A formação de ponte dentinária é essencial ao sucesso da terapia de capeamento pulpar direto, porém a exposição do tecido pulpar ocasiona apoptose focal das células odontoblásticas. Assim sendo, para que haja formação desta barreira protetora, mineralizada, é necessário que ocorra a diferenciação e migração de células secretoras semelhantes aos odontoblastos (*odontoblasto-like*), que se organizem em paliçada, revestindo a área de exposição.

Aeinehchi et al.¹ (2003) realizaram um estudo comparativo da resposta pulpar de dentes humanos tratados por capeamento pulpar direto com agregado mineral trióxido (MTA) e

hidróxido de cálcio Dycal. Quatorze terceiros molares superiores de indivíduos entre vinte e 25 anos de idade foram submetidos à exposição mecânica, as quais foram capeadas com MTA ou Dycal, cobertas com cimento de óxido de zinco-eugenol e restauradas com amálgama. Os tempos experimentais adotados foram de uma semana, dois, três, quatro e seis meses. O início de formação de barreira dentinária com Dycal foi registrado após três meses, se caracterizando por uma barreira irregular, com espessura máxima de 0,02mm, ao passo que no grupo com MTA, aos dois meses já eram observadas barreiras dentinárias de até 0,28mm de espessura. Aos 6 meses, no grupo do MTA, nenhuma inflamação, necrose ou calcificação foram registradas e a camada odontoblástica apresentava-se com uma disposição regular; próxima à normalidade, enquanto que os dentes tratados com Dycal não exibiam organização da camada odontoblástica; demonstravam calcificação e necrose subjacente a uma ponte dentinária pouco espessa, em meio a um tecido pulpar hiperêmico e ligeiramente infiltrado por células inflamatórias crônicas. Os autores concluíram que embora os resultados sugerissem uma superioridade do MTA sobre o hidróxido de cálcio, estudos com uma maior amostragem e por um maior período experimental seriam necessários antes da substituição do hidróxido de cálcio.

Weisleder & Benitez¹⁴⁹ (2004) reportaram o sucesso clínico do tratamento capeador direto com pasta de hidróxido de cálcio iodoformada em um pré-molar de um paciente de nove anos de idade que sofrera exposição por cárie. Decorridos 25 meses, o dente preservava positividade a estímulos térmicos e elétricos e apresentava

completa formação radicular, com fechamento apical. Os autores consideraram o hidróxido de cálcio o material de escolha na estimulação à formação de dentina reparativa, mesmo em condições clínicas menos favoráveis como na exposição pulpar por cárie dentária.

2.2 Capeamento pulpar direto com a utilização de sistemas adesivos

Considerando a existência de diferentes opiniões a cerca dos mecanismos irritativos da resina composta sobre a polpa dentária, Kashiwada & Takagi⁶³ (1991) desenvolveram um estudo *in vivo* objetivando avaliar o efeito irritativo direto da resina composta sobre a polpa, bem como a importância do selamento marginal na preservação do tecido pulpar. Sabendo-se do efeito negativo da contração de polimerização deste material restaurador na qualidade seladora das margens das restaurações, os autores desenvolveram uma técnica restauradora nomeada método de restauração *inlay* direta, que demonstrou ser biologicamente compatível com o tecido pulpar, não induzindo sinais ou sintomas de irritação tecidual. A análise clínica da toxicidade da resina foi realizada em 64 dentes humanos cariados, que receberam tratamento capeador direto com sistema adesivo. Destes, apenas quatro dentes desenvolveram sintomatologia dolorosa, dos quais apenas dois necessitaram intervenção complementar

(pulpotomia). Nestes casos, o insucesso foi atribuído ao maior comprometimento inicial da polpa (hemostasia insuficiente e preparos cavitários mais extensos) e não uma representação verdadeira da toxicidade da resina. O estudo também envolveu a análise histológica de seis molares hígidos que receberam tratamento capeador direto de exposições pulpares mecanicamente confeccionadas. A avaliação histológica procedeu-se após um, seis e 12 meses e não revelou infiltração de células inflamatórias, nem tampouco alterações degenerativas da camada odontoblástica. Nos tempos experimentais tardios registrou-se a formação de uma fina ponte dentinária em contato direto com o agente adesivo. Com os resultados obtidos destas três análises, os autores concluíram que a irritação pulpar observada após restaurações com resina composta não foi induzida pelo material em si, ou seja, não representou o efeito citotóxico do material, mas uma deficiência no selamento marginal da restauração, a qual estaria relacionada à contração de polimerização da resina e pôde ser reduzida com a adoção da técnica restauradora da *inlay* direta.

Em 1991, Pitt Ford & Roberts¹⁰⁷ publicaram os resultados de seu estudo sobre capeamento pulpar direto. Neste trabalho foram avaliados 64 dentes de macacos, que foram submetidos à exposição pulpar cirúrgica e foram divididos em dois grupos, conforme o momento de realização do tratamento capeador, se imediatamente ou 24 horas após a exposição pulpar. Cada grupo experimental recebeu três materiais capeadores diferentes: cimento de hidróxido de cálcio de presa rápida (Dycal – Caulk), cimento de hidróxido de cálcio fotopolimerizável (Dycal VLC – Caulk) e sistema

adesivo Prisma-Bond (Caulk). A cavidade foi preenchida com amálgama e sua superfície selada com cimento de óxido de zinco-eugenol. Foram considerados na análise histológica os seguintes critérios: presença de dentina reparativa, formação de ponte dentinária, grau de inflamação pulpar, necrose pulpar, presença bacteriana no soalho e paredes laterais da cavidade, proliferação pulpar para o interior do preparo cavitário e fagocitose de partículas do material capeador. O momento de intervenção pareceu pouco influenciar os resultados. O cimento de hidróxido de cálcio de presa rápida foi freqüentemente observado no interior de macrófagos pulpares, ao contrário dos materiais resinosos. A proliferação pulpar intra-cavitária não foi observada com o Dycal VLC, porém apresentou-se como uma reação pulpar comum principalmente quando o sistema adesivo Prisma-Bond foi empregado tardiamente. Apenas três dentes apresentaram resposta inflamatória positiva; um dente capeado tardiamente com Dycal VLC e dois dentes com Prisma-Bond. Foi constatada formação de dentina reparativa em todos os dentes, enquanto a presença de ponte dentinária foi registrada em todos os dentes capeados com Dycal, seja em sua composição convencional ou na forma fotopolimerizável, mas em uma pequena minoria dos dentes tratados com Prisma-Bond.

Kanca III⁶² (1993) publicou o sucesso clínico de um caso de fratura coronária com exposição pulpar, tratado por colagem de fragmento utilizando a técnica de condicionamento ácido total e aplicação de sistema adesivo, sem o emprego de resina composta. Após um ano de controle clínico-radiográfico o dente preservava

sensibilidade termo-elétrica semelhante à do dente contralateral hígido e integridade periapical. Segundo o autor, os efeitos negativos atribuídos aos materiais resinosos estariam relacionados a um selamento marginal deficiente e a uma inadequada polimerização do material. Desprovido destes estímulos negativos, o tecido pulpar manteria preservado seu potencial reparativo perante a aplicação direta dos sistemas adesivos sobre a polpa dentária.

As fraturas coronárias de dentes anteriores com envolvimento pulpar, somando entre 5 e 13% de todos os problemas envolvendo dentes permanentes anteriores, foram consideradas por Liebenberg⁷⁶ (1993), condições que exigiriam do profissional conhecimento clínico-científico e habilidade técnica para que fossem abordadas de forma a não comprometer a vitalidade do tecido pulpar. O tecido pulpar vivo permitiria a continuidade do processo de rizogênese em dentes com ápice incompleto e da aposição de dentina secundária; conferiria maior resistência estrutural à dentina e preservaria a cor e a translucidez dentária. Atingir este objetivo exigiria controle adequado da hemorragia e exsudação pulpar e o emprego de materiais que induzissem a formação de barreira dentinária e conferissem efetivo selamento marginal. Considerando estes aspectos, o autor descreveu um caso clínico de fratura com exposição pulpar, em um paciente do sexo masculino, de oito anos de idade, tratado de forma bem sucedida, por meio de colagem de fragmento com cimento resinoso, antecedido da aplicação de material capeador resinoso, a base de hidróxido de cálcio. Segundo o autor, o hidróxido de cálcio fotopolimerizável tem como vantagens sobre o

material de presa convencional, uma maior resistência compressiva, menor solubilidade ao ácido fosfórico empregado nas técnicas de condicionamento ácido total, além de tempo de trabalho controlável e uma viscosidade que permitiria melhor acomodação do fragmento a ser reposicionado. O controle clínico-radiográfico do caso apresentado confirmou o sucesso terapêutico da técnica, permitindo ao autor atestar que a preservação da vitalidade pulpar quando do reimplante de fragmentos dentários traumaticamente fraturados é viável, porém está na dependência de diversos fatores, dentre os quais o tempo decorrido desde o momento da exposição pulpar até a prática das medidas emergenciais. O emprego do sistema restaurador para colagem de fragmentos foi considerado uma opção segura, sem prejuízos ao tecido pulpar, desde que praticada por profissionais capacitados, na observância dos conceitos de controle hemostático, proteção contra microinfiltração bacteriana e redução da incidência de estímulos irritativos iatrogênicos.

A odontologia adesiva é uma realidade que ultrapassa os limites de uma simples restauração a resina e atinge praticamente todas as áreas da odontologia restauradora. Frente a esta condição, Garone et al.³⁵ (1993) revisaram os conceitos sobre forramento cavitário, tratamento da camada de esfregaço e discutem sob um ponto de vista atual quais os fatores envolvidos no tratamento restaurador que assumem importância no que diz respeito à agressão pulpar. Os autores preconizaram o condicionamento ácido dentinário em restaurações adesivas em que se empreguem sistemas adesivos hidrofílicos, afirmando não ser o condicionamento ácido irritante à

polpa. Não recomendam o forramento cavitário para isolamento químico-mecânico da polpa em relação à resina, pois não acreditam na toxicidade deste material. Ainda acrescentam que a toxicidade atribuída às resinas até a década de 80 resultou de um erro de interpretação de pesquisa e que na verdade as bactérias permanecem como única fonte de irritação e mortificação pulpar, uma vez que o aquecimento seja evitado por uma refrigeração correta.

White et al.¹⁵¹, em 1994, avaliando a resposta pulpar frente ao condicionamento ácido e aplicação dos sistemas adesivos Scotchbond Multi-uso (3M) e All-Bond 2 (Bisco), demonstraram ser, este procedimento e estes materiais, biologicamente aceitáveis. A conclusão foi embasada nos aspectos histopatológicos encontrados. O tecido pulpar apresentava leve grau de inflamação no período inicial de avaliação, com remissão total do quadro nas avaliações subsequentes, quando se evidenciava a presença de dentina reparativa. Em oitenta dias, o tecido pulpar revelava morfologia normal, com total organização. Ambos os sistemas adesivos impediram a microinfiltração bacteriana, fortemente relacionada à agressão pulpar e ao insucesso dos tratamentos pulpares conservadores.

Goldberg et al.³⁶ (1994) realizaram estudo clínico avaliando os aspectos histológicos da polpa de dentes restaurados com o sistema adesivo Gluma 2000 e resina composta e cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC. Os resultados foram comparados com aqueles obtidos pelo autor em estudos anteriores com cimento de óxido de zinco – eugenol, cimento de hidróxido de cálcio, sistema adesivo Scotchbond 2, e cimento de

ionômero de vidro modificado por resina Vitrebond. As cavidades eram profundas, preservando remanescente dentinário de 1,5 a 0,5mm. Os tempos de avaliação foram de oito, trinta e noventa dias. Foram utilizadas as colorações H.E. e PAS, aleatoriamente, para identificação de bactérias e verificação da presença de proteínas não colagênicas entre a pré-dentina e a dentina. Alguns cortes foram corados com tricrômio de Masson ou anti-soro antilinfócito para análise da resposta pulpar a cada biomaterial, conforme critério estabelecido pela FDI: aceitável (zero-um); moderado (dois) e severo ou inaceitável (três). A resposta pulpar foi aceitável em todos os grupos, independente do tempo decorrido. Não foi observada contaminação bacteriana e tampouco relação entre espessura dentinária remanescente e grau de resposta inflamatória. Embora os resultados tenham sido favoráveis para dentes jovens não cariados, os autores não se mostram seguros em estender a indicação da técnica às situações clínicas de dentes mais “senis” e/ou cariados. Os autores sugerem, a partir de suas observações, que as situações clínicas reais sejam em geral menos traumáticas que os tratamentos realizados em dentes jovens saudáveis, haja vista a diferença na qualidade dentinária de ambos, apresentando o dente agredido e mesmo o dente mais velho, dentina esclerótica, ausente no dente jovem.

No trabalho de Tsuneda et al.¹⁴⁰ (1995), quatro sistemas adesivos com diferentes composições químicas (Superbond C&B/Sun; Clearfil Liner Bond/Kuraray; Tokuso Light Bond/Tokuyama e Scotchbond Multi Purpose/3M) foram diretamente aplicados sobre polpas expostas de dentes de ratos e a resposta

histopatológica registrada em três, sete, trinta e noventa dias. As exposições não receberam tratamento ácido prévio, tendo sido realizada a aplicação direta do sistema adesivo após adequado controle de sangramento e assepsia com hipoclorito de sódio. Embora não tenham observado diferença significativa na resposta pulpar após três dias, os achados histológicos aos sete dias mostraram-se significativamente distintos conforme o material empregado. Os melhores resultados foram obtidos com o sistema Superbond C&B, o qual induziu discreta resposta inflamatória inicial, com deposição de dentina secundária depois de trinta dias. Embora o sistema Clearfil Liner Bond também tenha induzido discreta resposta inflamatória inicial, a deposição de dentina secundária só foi evidenciada após noventa dias, acompanhada por estreita zona de necrose. Os sistemas adesivos Tokuso Light Bond e Scotchbond Multi Purpose induziram severa resposta inflamatória, sustentada por todo o período experimental e não acompanhada pela deposição de dentina secundária. Pôde-se observar, em todos os grupos, correlação direta entre a resposta histopatológica e a presença de microinfiltração. Segundo os autores, o capeamento pulpar direto com sistema adesivo teria aplicabilidade clínica, uma vez assegurado completo selamento marginal. Desta forma, a escolha do sistema adesivo assumiria grande importância no sucesso da terapia e para que esta escolha tivesse fundamentação sólida, novos estudos seriam necessários, incluindo outros materiais e técnicas, como a do condicionamento ácido do tecido pulpar, não utilizado no referido estudo.

Heitmann & Unterbrink⁴³ (1995) realizaram estudo clínico piloto visando avaliar o capeamento pulpar direto com o sistema adesivo Syntac (Vivadent) em dentes humanos. Foram utilizados oito dentes incluindo molares e pré-molares, selecionados conforme critérios clássicos de indicação da terapia pulpar conservadora, ou seja, ausência de sensibilidade exacerbada a estímulos térmicos e/ou osmóticos, ausência de sintomatologia pré-operatória, exposições pequenas e sangramento vermelho “vivo”. As exposições ocorreram acidentalmente durante remoção de tecido cariado. A técnica incluiu a proteção do tecido pulpar exposto com pasta de hidróxido de cálcio até a finalização do preparo e o condicionamento com ácido fosfórico. O sistema adesivo foi aplicado sobre toda a superfície interna do preparo, incluindo o ponto de exposição pulpar. Todos os dentes foram restaurados com resina composta, avaliados entre três-sete dias e reavaliados entre dois-seis meses. Foram adotados critérios clínico-radiográficos (resposta a estímulos térmicos, osmóticos e sobrecarga oclusal) nas análises, que revelaram sucesso terapêutico, com preservação da sensibilidade pulpar e ausência de sintomatologia pós-operatória em todos os casos. Os autores mostraram-se otimistas com os resultados e confiantes nas vantagens do capeamento pulpar direto com sistemas adesivos e resina composta, sugerindo estudos clínicos em longo prazo, com uma maior amostragem.

Otsuki et al.¹⁰¹ (1997) atestaram em seus estudos a importância do controle hemorrágico no sucesso da terapia de capeamento pulpar direto com sistemas adesivos. Neste trabalho

foram feitos preparos classe V com exposições pulpares mecânicas em 44 dentes de macacos. Foi empregado hipoclorito de sódio a 2,52% no controle hemorrágico, seguido da aplicação dos sistemas adesivos All Bond-2 (Bisco) ou One-Step (Bisco) e em seguida restaurados com Aelitefil (Bisco) ou Resinomer, respectivamente. A análise histológica em microscópio de luz procedeu-se após sete, 27 ou 97 dias e revelou resposta reparativa do tecido pulpar, com formação de ponte dentinária nos tempos experimentais mais tardios. Necrose pulpar foi evidenciada em apenas cinco casos, tanto dos períodos de 27 quanto de 97 dias, tendo sido relacionadas à microinfiltração bacteriana, decorrente de um controle hemorrágico deficiente. Os autores concluíram que ambos os sistemas adesivos proporcionaram condições favoráveis à reparação pulpar e formação de barreira dentinária, quando da prática de um adequado controle hemorrágico com hipoclorito de sódio.

Kopel⁷⁴ (1997) fez uma revisão da literatura reavaliando conceitos sobre o capeamento direto em dentes decíduos. Expôs a tendência à substituição do hidróxido de cálcio pelos sistemas adesivos, sugerindo uma resposta pulpar mais favorável devido ao melhor selamento marginal conferido pelos materiais adesivos. O autor se posicionou favorável a esta substituição, porém salientou a importância do controle hemorrágico e da desinfecção da área de exposição para que haja sucesso do tratamento capeador, seja em dentes decíduos ou permanentes. Apesar dos créditos depositados aos sistemas adesivos, o autor reconheceu a necessidade de um rigor técnico, com a adoção de cuidados que garantissem altíssima

qualidade seladora ao material, haja vista ter sido esta a principal vantagem sobre o hidróxido de cálcio, ou seja, sua capacidade em prevenir a microinfiltração bacteriana, tida como importante fator responsável por agravos à resposta pulpar. O autor ainda salientou a heterogeneidade da composição química dos sistemas adesivos, acrescentando poder esta significar respostas pulpares distintas entre os materiais.

Burgos & Santos⁸ (1997) avaliaram a reação pulpar ao condicionamento ácido total com ácido fosfórico a 37% e ácido maléico a 10% e à utilização do sistema adesivo Scotchbond multi-uso (3M) em pré-molares humanos com indicação de exodontia para correção ortodôntica. Os danos pulpares foram avaliados 15 dias após a terapia e representavam um aumento na elétrondensidade das fibras colágenas e alterações nas mitocôndrias das células endoteliais e fibroblastos. Pelos resultados obtidos na análise eletromicrográfica os autores concluíram que o ácido fosfórico e o ácido maléico, juntamente com o sistema adesivo, promovem injúrias pulpares quando se utiliza a técnica do condicionamento ácido total.

Gwinnett & Tay³⁹ (1997) avaliaram por meio de microscopia de luz e microscopia eletrônica de transmissão, a resposta pulpar de 25 pré-molares tratados com condicionamento ácido total e sistema adesivo All Bond 2 (Bisco) e restaurados com resina composta Z-100 (3M). Os dentes foram divididos em dois grupos distintos conforme a presença ou não de exposição pulpar e estes subdivididos segundo o tempo decorrido posteriormente ao tratamento: avaliação precoce, entre zero e sete dias e avaliação

intermediária, entre 28 e 102 dias. Foi observada, na maioria dos espécimes, uma resposta típica do tecido conjuntivo, com a destruição dos odontoblastos subjacentes ao preparo cavitário e indução de uma resposta aguda, de curso breve. Observou-se rápida substituição das células polimorfonucleares por macrófagos e células gigantes, associada a uma resposta fibroblástica que conduziu à diferenciação de células mesenquimais indiferenciadas do tecido pulpar, levando à reorganização da camada odontoblástica, com deposição de dentina reparadora e formação de ponte dentinária. Os autores salientaram de forma enfática a presença de glóbulos resinosos nas porções terminais dos túbulos dentinários ou no interior do tecido pulpar de alguns espécimes. Estes glóbulos dispararam uma resposta inflamatória tipo corpo estranho, caracterizada pela presença de infiltrado inflamatório predominantemente mononuclear, associado a células gigantes multinucleares. A persistência de uma resposta inflamatória crônica não resolvida esteve associada ao comprometimento do processo reparativo do tecido pulpar, não permitindo a formação de ponte dentinária. A presença de exposição pulpar não interferiu no tipo de resposta tissular, mas na intensidade da mesma. Segundo os autores, os resultados do estudo sugeriram que o sistema adesivo pudesse ser utilizado para o capeamento pulpar direto, no entanto apontaram a necessidade de investigar as possíveis causas envolvidas na sustentação da resposta inflamatória mononuclear que culminou com o fracasso da reparação pulpar de alguns dos espécimes.

Akimoto et al.² (1998) avaliaram a resposta pulpar em dentes de macacos tratados e restaurados com o sistema Clearfil Liner

Bond 2- Clearfil APX (Kuraray). O trabalho avaliou ainda o efeito do hipoclorito de sódio a 2,5%, quando aplicado no controle hemorrágico do tecido pulpar exposto. Para o estudo foram utilizados noventa dentes, separados em dois grupos, conforme a profundidade da cavidade (com e sem exposição pulpar). Foram realizados preparos cavitários classe I e classe V para análise da possível influência do tipo de preparo sobre a resposta pulpar induzida. Todos os dentes dos grupos experimentais foram tratados com o sistema adesivo auto-condicionante Clearfil Liner Bond 2 e restaurados com Clearfil AP-X, porém o material foi aplicado distintamente, de acordo com o grupo, como capeador direto ou indireto. O cimento de hidróxido de cálcio (Life – Kerr) foi utilizado como material capeador no grupo controle, cujos dentes foram restaurados com amálgama (Tytin-Kerr). Decorridos sete, 27 e 97 dias da intervenção, o grupo experimental com exposição pulpar foi avaliado considerando-se a resposta inflamatória celular, a organização do tecido pulpar, a presença bacteriana e a formação de dentina reparativa e de ponte dentinária. Os mesmos critérios foram adotados para a avaliação do grupo controle, porém, os períodos foram de sete, 21 e 35 dias. Dentre os 41 dentes com exposição pulpar tratados com sistema adesivo, houve um caso de necrose pulpar no grupo de sete dias, cuja etiologia foi atribuída ao trauma mecânico do preparo cavitário. Os grupos de 27 e 97 dias somaram cinco dentes com grau inflamatório igual ou maior que dois, com nenhum caso de necrose pulpar, registrando-se direta correlação entre a resposta pulpar e a presença bacteriana. A formação de ponte dentinária foi observada a partir dos 27 dias após tratamento com sistema adesivo. Neste período, todas as

pontes dentinárias apresentaram defeitos tipo túnel, número este reduzido a 71% no grupo de 97 dias, a semelhança dos resultados obtidos no grupo controle. Não foi observada diferença significativa entre os resultados obtidos nos dois tipos de preparo cavitário (classe I e V) e o hipoclorito de sódio a 2,5%, quando empregado como agente hemostático, demonstrou ser atóxico, não inibindo a cicatrização pulpar, a reorganização da camada odontoblástica, nem tampouco a formação de ponte dentinária. As informações biológicas obtidas neste estudo foram satisfatórias, sustentando o uso do sistema restaurador Clearfil Liner Bond 2 - Clearfil AP-X como material capeador direto em exposições pulpares recentes.

Christensen¹¹ (1998) fez uma abordagem clínica sobre capeamento pulpar direto, colocando as controversas que envolvem o assunto no que diz respeito à indicação terapêutica e ao material a ser utilizado. É bastante seguro em afirmar que a decisão de um tratamento deve ser individualizada e vários aspectos considerados, não havendo regras fixas e intransponíveis. Desta forma, ressalta algumas considerações que devem ser feitas durante a escolha terapêutica, uma vez que influenciam no sucesso do tratamento. São elas: sangramento ou supuração; tipo de exposição, se cariosa ou mecânica acidental e tratamento restaurador previsto. Em linhas gerais, o autor preconiza o uso da terapia conservadora de capeamento pulpar nos casos onde haja pequena exposição pulpar, livre de sangramento excessivo ou supuração; é mais apropriada aos dentes a serem tratados por restauração e não àqueles em que esteja planejada reconstrução protética. Exposições pulpares em dentes a serem

restaurados com coroas unitárias ou prótese parcial fixa devem receber terapia endodôntica. Acrescenta ainda que várias técnicas de capeamento, incluindo o uso das pastas de hidróxido de cálcio, têm seu sucesso comprovado, porém, técnicas mais novas com sistemas adesivos ou 4-META, também têm demonstrado sucesso clínico e ganham popularidade entre os cirurgiões dentistas.

Kitasako et al.⁶⁹ (1998) avaliaram o efeito dos sistemas adesivos Super Bond C&B (C&B-Sun Medical), Clearfil Liner Bond II (Kuraray), Bond Well LC (GC) e All-Bond 2 (Bisco) na resposta inflamatória e na formação de ponte dentinária em dentes de macaco. Foram criadas exposições mecânicas na face vestibular de 250 dentes hígidos. As exposições foram tratadas com um dos sistemas adesivos ou com cimento de hidróxido de cálcio (Dycal – Dentsply), empregado como controle. Todos os dentes foram restaurados com resina composta. A avaliação histológica foi realizada nos tempos pós-operatórios de três, sete, 14, trinta e sessenta dias. A resposta inflamatória induzida foi satisfatória em todos os grupos experimentais, não superando o grau leve, à semelhança do observado no grupo tratado com hidróxido de cálcio. O sistema C&B, apesar de não induzir níveis inflamatório insatisfatórios, demonstrou uma maior incidência de resposta inflamatória quando comparado aos outros materiais. Os autores justificaram tal diferença como uma provável influência do tipo de presa do material (química), sugerindo uma maior penetração de monômero no tecido pulpar. A deposição de dentina reparadora e oclusão das áreas de exposição com a formação de ponte dentinária foi observada com o aumento do período pós-

operatório e quanto maior a resposta inflamatória, tanto menor a formação de ponte dentinária. As análises realizadas até o trigésimo dia do tratamento capeador revelaram maior incidência de formação de ponte dentinária com hidróxido de cálcio. Esta diferença não mais se evidenciou após sessenta dias de tratamento. Concluiu-se que, embora os sistemas adesivos tenham gerado resultados satisfatórios, que pudessem indicá-los como eventual substituto do hidróxido de cálcio na terapia de capeamento pulpar direto, estudos que envolvessem a análise da penetração monomérica e que correlacionassem o tipo de presa do material capeador com a resposta pulpar por ele induzida, se tornem obrigatórios.

Swift Júnior & Trope¹³⁰ ressaltaram, em artigo publicado em 1999, opções de tratamento para exposições de tecido pulpar vital. Incluíram o capeamento pulpar direto e a pulpotomia parcial e enfatizaram a necessidade de uma criteriosa avaliação previamente à indicação de cada uma das técnicas, tendo sido verificado, para ambos os tratamentos, melhores índices de sucesso quando realizados em dentes permanentes jovens ou permanentes maduros com necessidades restauradoras simples. O sucesso destas terapias foi relacionado a três principais fatores. O primeiro aspecto considerado foi a indicação, para qual foi incluída a necessidade de observação de características pulpares como ausência de sintomatologia espontânea ou prolongada e possibilidade de obtenção de adequado controle hemorrágico, aspectos estes, sugestivos de um tecido pulpar não inflamado. O segundo, se diz respeito ao selamento marginal conferido pela restauração, que deveria impedir a

microinfiltração bacteriana. E por último, a obrigatoriedade do emprego de materiais capeadores atóxicos. O hidróxido de cálcio foi considerado por suas propriedades antibacterianas e por possibilitar a reação do tecido pulpar, com neoformação de barreira dentinária em 80% dos casos no capeamento pulpar direto e 95% nas pulpotomias parciais. A ele foi atribuída a desvantagem de não proporcionar um selamento adequado do tecido pulpar exposto, em relação ao meio externo. Os autores acrescentaram que, na tentativa de suplantar esta condição desfavorável, foi proposto o emprego dos sistemas adesivos, como alternativo ao hidróxido de cálcio. No entanto, estes materiais não demonstraram propriedades antibacterianas e hemostática além da necessidade de mais estudos antes que pudessem ser utilizados rotineiramente com a finalidade de material capeador. Deste modo, concluíram que, para que os resultados obtidos com as terapias de capeamento pulpar direto e pulpotomia parciais pudessem ser previsíveis e bem sucedidos, o clínico deveria observar os aspectos acima ressaltados, considerando as particularidades de cada caso.

Stockton¹²⁸ publicou em 1999, algumas considerações a respeito do capeamento pulpar direto, ressaltando a importância da conservação da vitalidade pulpar e a necessidade de uma correta indicação das técnicas de capeamento pulpar direto. Expôs as técnicas de capeamento com hidróxido de cálcio e do condicionamento ácido total, salientando a necessidade de um adequado controle hemostático, em ambas as técnicas, para que se possa obter o grau de sucesso almejado e a particularidade do hidróxido de cálcio, exigindo um contato direto com o tecido pulpar para que o processo reparativo se

desenvolvesse adequadamente. Discutiu as controversas quanto a efetividade das duas técnicas, salientando suas vantagens e desvantagens. Acrescentou que, embora alguns autores considerem as pontes dentinárias formadas por indução do hidróxido de cálcio falhas, com múltiplos defeitos tipo túnel, o sucesso clínico é concreto, enquanto oponentes ao condicionamento ácido total apresentam taxa de perda de vitalidade pulpar por esta técnica de 40% e formação de ponte dentinária em apenas 53%. O autor se expressou à favor da prática do capeamento pulpar direto em exposições mecânicas, demonstrando cautela na ampliação de seu uso em condições de exposição por cárie dentária ou odontalgia espontânea/intensa. Em relação ao sucesso terapêutico, considerou a habilidade profissional de importância superior ao material propriamente dito, salientando que se houve adequada seleção do caso, procedeu-se uma correta hemostasia e houve devida desinfecção e selamento da exposição e do preparo cavitário, o sucesso seria viável independentemente da técnica, fosse com hidróxido de cálcio ou com condicionamento ácido total. Por outro lado, concluiu que embora existissem resultados favoráveis ao emprego dos sistemas adesivos no capeamento pulpar direto, a técnica com hidróxido de cálcio tem seu sucesso consolidado, sugerindo sua indicação e o uso cauteloso do condicionamento ácido total até uma melhor comprovação de seus resultados.

Tarim et al.¹³⁵ (1998) avaliaram a resposta do tecido pulpar de dentes de primatas tratados com sistema adesivo e restaurados com resina composta. O estudo incluiu análise histológica da polpa dentária, considerando a formação de barreira dentinária,

deposição de dentina reacional, organização tissular, grau inflamatório e presença bacteriana, para a qual foi empregada coloração de McKay. O trabalho envolveu a aplicação direta (Optibond - Kerr) e indireta (Optibond e XR-Bond - Kerr) do sistema adesivo sobre o tecido pulpar. Os resultados foram comparados aos respectivos grupos controle, sendo hidróxido de cálcio no capeamento direto e IRM nos dentes sem exposição pulpar. Os dentes sem exposição pulpar foram ainda divididos em um terceiro grupo, o qual recebeu o *primer* (XR-Primer) isoladamente, sem aplicação subsequente do adesivo. Seja na terapia direta ou indireta com sistema adesivo, em sete, 21-27 ou noventa-97 dias, o tecido pulpar preservou sua capacidade cicatricial de reorganização celular, formação de barreira dentinária e deposição de dentina reacional, uma vez que os sistemas adesivos proveram selamento marginal, o que não foi constatado quando da aplicação isolada do *primer*. Os autores concluíram que os sistemas adesivos Optibond e XR-Bond são biologicamente aceitáveis ao tecido pulpar de primatas, com resultados bastante semelhantes aos obtidos nos grupos controle, uma vez que haja adequado selamento marginal.

Olmez et al.⁹⁹(1998) utilizando dentes de cães, avaliaram a resposta pulpar frente ao capeamento direto com os sistemas adesivos Optbond (Kerr) e Syntac (Vivadent). Os grupos experimentais foram restaurados com resina composta, porém o condicionamento com ácido fosfórico a 37% realizado apenas em esmalte. O cimento de hidróxido de cálcio foi utilizado no grupo controle, restaurado com amálgama. Os animais foram sacrificados após sete, 21 ou noventa dias e as polpas avaliadas histologicamente

adotando-se escores. Foi empregada a coloração de hematoxilina-eosina para a análise do grau de fibrose e inflamação do tecido pulpar, bem como a formação de dentina reparativa. Dada a dificuldade de coloração bacteriana por meio desta técnica, alguns cortes receberam tratamento com o corante de McKay, específico para bactérias. Não houve diferença estatística com respeito à resposta inflamatória celular, fibrose, sangramento ou presença bacteriana em todos os intervalos de tempo da avaliação entre os grupos controle e experimentais. Nova formação dentinária também foi observada em todos os grupos ao final de noventa dias, salientando-se que aos 21 dias alguns dentes já apresentaram início da formação de dentina reparativa, independentemente do material capeador empregado. Os autores concluíram que o capeamento pulpar direto com sistema adesivo e resina composta tem perspectivas promissoras, no entanto, recomendaram mais estudos *in vivo*.

Kitasako et al.⁶⁸ (1999) ressaltaram que a associação do processo inflamatório pulpar à presença bacteriana sob as restaurações voltou a atenção dos pesquisadores à necessidade de produzir restaurações com maior capacidade de selamento marginal. Seguindo este conceito, o capeamento pulpar direto com sistemas adesivo foi sugerido como alternativa ao hidróxido de cálcio. Os autores, buscando verificar os efeitos das técnicas de capeamento pulpar direto com sistemas adesivos aplicados sobre polpas mecanicamente expostas em primatas, avaliaram e compararam os resultados obtidos com quatro diferentes materiais: cimento de hidróxido de cálcio Dycal (Dentsply) e os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II (Kuraray),

Bondwell LC (GC Co.) e Super Bond C&B (Sun Medical). O estudo incluiu análise histológica da resposta pulpar, formação de barreira dentinária, protrusão do tecido pulpar para o interior da cavidade e presença bacteriana. Estas análises foram realizadas em três, sete, 14, trinta ou sessenta dias e possibilitou constatar resposta pulpar inflamatória satisfatória, variando de leve a ausente; oclusão das exposições por ponte dentinária e ausência de infiltração bacteriana, em todos os grupos. A protrusão pulpar para o interior da cavidade esteve presente em todos os grupos, porém sua extensão variou conforme o material empregado, observando-se relação direta com o número de passos da técnica restauradora, ou seja, com o tempo clínico dispendido.

Kitasako et al.⁷⁰ (1999) fizeram uma avaliação do capeamento pulpar direto com os sistemas adesivos Bond Well LC; Imperva Bond e Clearfil Liner Bond II, por meio dos critérios histológicos convencionalmente adotados: formação de ponte dentinária, grau inflamatório celular e presença bacteriana; complementados por uma investigação tridimensional com microscópio eletrônico de varredura, da superfície interna da resina, que se manteve em contato com o tecido pulpar no tratamento capeador direto. O trabalho teve por objetivo modificar o foco dos estudos de biocompatibilidade, voltando a atenção às características superficiais do material que recobria a exposição pulpar, procurando desta forma contribuir com informações que pudessem auxiliar na interpretação dos resultados histológicos. Noventa dentes hígidos de macacos receberam, em sua face vestibular, preparos cavitários classe

V, os quais foram estendidos intensionalmente até o tecido pulpar. As exposições foram lavadas com solução de peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio e restauradas com um dos materiais de estudo. As análises microscópicas, seja em microscópio eletrônico de varredura (MEV) ou de luz, foram realizadas após três, trinta e sessenta dias posteriormente ao tratamento. Não foi detectada penetração bacteriana em nenhum espécime, salientando que para esta análise os autores empregaram a coloração especial de Gram modificada por Taylor. A resposta inflamatória celular não excedeu à forma leve e, decorridos trinta dias, todos os espécimes demonstravam ao menos oclusão parcial da exposição por ponte dentinária. O exame do material resinoso pelo MEV revelou remanescentes do complexo dentino-pulpar (fragmentos de pré-dentina, coágulo sangüíneo, células pulpares e resíduos dentinários) a ele aderido. No ponto de exposição e às suas adjacências o material apresentou prolongamentos condizentes com *tags* que preenchem os túbulos dentinários. Os autores sugeriram que o tecido mineralizado aderido à resina pudesse representar fragmentos da barreira dentinária removidos durante o processamento para o exame histológico. Desta forma, concluíram que pontes dentinárias histologicamente consideradas incompletas ou parcialmente formadas, poderiam na verdade representar pontes dentinárias abaladas pelo processamento técnico.

Niinuma⁹⁶ (1999) avaliou propriedades físicas (resistência diametral, resistência adesiva, resistência à compressão), químicas (pH e atividade da fosfatase alcalina) e biológicas da resina MTYA1-Ca, como a viabilidade de células em cultura de fibroblastos

pulpaes e a resposta pulpar de dentes de cães quando exposições mecânicas foram diretamente capeadas com este material. Esta nova resina é composta, em peso, por 10% de hidróxido de cálcio, 89% de micropartículas e 1% de peróxido de benzoíla e um líquido (67,5% triethilenoglicol metacrilato, 30% gliceril metacrilato, 1% amido tiroxina o-metacriloyl, 1% dimetil aminoetilmetacrilato e 0,5% de canforoquinona). Para o estudo histopatológico da resposta pulpar ao tratamento de capeamento pulpar direto, o cimento de hidróxido de cálcio Dycal (Dentsply) foi empregado como controle. Constatou-se uma superioridade indiscutível e acentuada das propriedades físicas da resina em relação ao Dycal. Ambos os materiais, Dycal e MTYA-1 sustentaram elevada alcalinidade (pH 10,96-12,20) durante as 168 horas de estudo. Observou-se maior viabilidade celular com a resina, porém, a atividade da fosfatase alcalina de ambos foi semelhante. Verificou-se uma resposta inflamatória mais acentuada (moderada) e um retardo na formação de ponte dentinária com o uso da MTYA- 1 Ca em relação ao Dycal, cujo grau inflamatório não foi superior à forma leve e demonstrou reação tecidual precoce, com formação de tecido duro e barreira dentinária. Estas diferenças foram amenizadas com o decorrer do período pós-operatório, não representando diferenças significativas após noventa dias. Concluiu-se que as características físico-químicas do material viabilizam seu uso clínico e a resposta biológica por ele induzida foi compatível, possibilitando seu emprego como material capeador direto.

Hebling et al.⁴² (1999) realizaram estudo com pré-molares hígidos indicados à extração por motivos ortodônticos. Foram

realizados preparos cavitários classe V na face vestibular dos dentes, os quais foram estendidos até o tecido pulpar. Realizou-se o capeamento pulpar direto com o sistema adesivo All Bond 2 (Bisco) ou hidróxido de cálcio (pasta + Dycal) e ambos os grupos foram restaurados com resina composta Z100 (3M). Sete, trinta ou sessenta dias decorridos da instauração da terapia pulpar, procedeu-se a análise histológica, que considerou a resposta inflamatória celular, a desorganização tissular, formação de ponte dentinária e a presença bacteriana. O grupo tratado com sistema adesivo demonstrou, aos sete dias, ampla infiltração neutrofílica subjacente ao material capeador, com destruição local dos odontoblastos. Esta resposta foi, nos períodos de tempo subseqüentes, substituída por proliferação fibroblástica com macrófagos e células gigantes circunscrevendo glóbulos resinosos dispersos no tecido pulpar coronal. A persistência da reação inflamatória e as alterações hialinas da matriz extracelular inibiram o reparo completo do tecido pulpar e a formação de ponte dentinária. Ao contrário, os dentes tratados com hidróxido de cálcio exibiram, logo aos sete dias, células *odontoblasto-like* organizadas abaixo da zona de necrose de coagulação induzida pelo material capeador. Completo reparo do tecido pulpar, traduzido pela formação de uma ponte dentinária aparentemente contínua, foi obtido aos sessenta dias. Os autores desaconselharam o emprego do sistema adesivo All Bond 2 como substituto do hidróxido de cálcio no capeamento pulpar direto de dentes humanos. Haja vista a diversidade na composição química e a complexidade da aplicação dos sistemas

adesivos, os autores sugeriram novos estudos com outros sistemas adesivos.

Os estudos sobre capeamento pulpar direto em dentes decíduos são poucos, principalmente quando do emprego dos sistemas adesivos. Assim sendo, Cehreli et al.¹⁰ (2000) analisaram o comportamento pulpar de dentes decíduos sadios criteriosamente selecionados, quando mecanicamente expostos e capeados diretamente com três diferentes sistemas adesivos: Scotchbond Multi Purpose SMP (3M) ; Prime & Bond 2.1 PB(Dentsply) e Syntac (Vivadent). Foi realizado condicionamento ácido total com ácido fosfórico a 36%, exceto no ponto de exposição. Posteriormente à aplicação do sistema adesivo, o material restaurador foi introduzido na cavidade conforme o sistema adesivo empregado. O grupo tratado com SMP recebeu o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (3M); o grupo PB recebeu o compômero Dyract e o grupo Syntac recebeu o compômero Compoglass. A avaliação histológica incluiu análise da reação inflamatória celular, do grau de fibrose do tecido pulpar e da presença bacteriana e procedeu-se após sessenta dias de instituída a terapia pulpar. Os resultados mais amenos foram alcançados no grupo SMP, em que à semelhança do grupo PB, foi observada a formação de barreira mineralizada em alguns espécimes. Ao contrário, o grupo Syntac, com os piores resultados, não revelou qualquer formação de barreira dentinária apresentou grau inflamatório mais severo. A análise dos resultados permitiu aos autores desestimular a prática do capeamento pulpar direto com sistemas adesivos, em dentes decíduos.

Vários estudos têm sugerido o uso de sistemas adesivos como tratamento capeador direto. Atribuem à camada híbrida as propriedades de redução da microinfiltração bacteriana, melhoria da adesão do material e redução da sensibilidade pós-operatória. Cortés et al.¹² (2000), avaliando histologicamente o efeito dos sistemas adesivos Syntac (Vivadent) e Prime & Bond NT (Dentsply), diretamente aplicados sobre o tecido pulpar de dentes de ratos, observaram resposta inflamatória crônica persistente, ampla zona de necrose e ausência de reparo do tecido pulpar em ambos os grupos. Sugerem a realização de outros estudos para a avaliação da biocompatibilidade dos adesivos e o processo de reparo pulpar e para determinar as possíveis causas destas reações, salientando a importância de fatores como: contaminação bacteriana, condicionamento ácido, agentes desinfetantes, controle de sangramento e aquecimento.

Costa et al.¹⁶ (2000) avaliaram o comportamento histológico de polpas de molares de ratos mecanicamente expostas, após instituída terapia de capeamento pulpar direto com o sistema adesivo Prime & Bond 2.0 (PB2.0 - Dentsply). As análises histológicas procederam-se em sete, 15, trinta e sessenta dias e incluíram o grau de inflamação celular, presença bacteriana, formação de tecido mineralizada e organização tissular. Para tanto foram empregadas as colorações de hematoxilina –eosina e Brown & Breen. Adotou-se o controle com cimento de óxido de zinco eugenol. Ambos os materiais propiciaram a reparação pulpar, caracterizada por reorganização de células *odontoblasto-like* subjacente à ponte

dentinária formada. Quando da aplicação do sistema adesivo PB2.0, observou-se a cicatrização do tecido pulpar, não acompanhada por resposta inflamatória severa. Ao contrário, o cimento de óxido de zinco-eugenol induziu resposta inflamatória moderada-intensa no estágio inicial de sete dias. Embora a formação de ponte dentinária tenha ocorrido com ambos os materiais capeadores, seus padrões histológicos são distintos. O sistema adesivo PB2.0 promoveu a deposição de uma larga zona de matriz fibrodentinária altamente celularizada, a qual se interpunha entre o material capeador e a ponte dentinária. O ZOE, por sua vez, induziu a formação de uma ponte dentinária imediatamente à sua subjacência. A microinfiltração teve correlação direta com quadros inflamatórios persistentes e deficiência no reparo pulpar, independentemente do material empregado. Embora os resultados obtidos tenham se mostrados satisfatórios, os autores ressaltam que a extrapolação direta para a espécie humana não pode ser feita, haja vista as particularidades de cada espécie, sugerindo mais estudos.

Górecka et al.³⁸ (2000) avaliaram clínica e histologicamente o capeamento pulpar direto com o sistema adesivo Syntac (Vivadent) como uma possível opção terapêutica, utilizando uma amostragem de dez dentes permanentes jovens com exposição traumática do tecido pulpar. A idade dos pacientes variou entre nove e 12 anos e o tempo decorrido entre o momento da exposição e a intervenção clínica oscilou entre quatro e 24 horas. Foram adotadas condutas como isolamento absoluto do campo operatório e lavagem da exposição com soro fisiológico, visando minimizar a contaminação

pulpar e favorecer a hemostasia. Todos os dentes foram condicionados com ácido fosfórico, incluindo a área de exposição pulpar; foram capeados com o sistema adesivo Syntac (Vivadent) e restaurados com as resinas compostas Tetric e Variolink (Vivadent). A preservação variou de 12 a 48 meses, incluindo testes térmicos e de percussão, além de análise radiográfica. Dentre os casos avaliados, foi constatado o insucesso da terapia pulpar conservadora, com necessidade de intervenção endodôntica em apenas um incisivo central superior direito, de modo que os nove casos restantes não externaram sinais e /ou sintomas clínicos de inflamação ou necrose pulpar. O insucesso registrado em um caso não pôde ser atribuído ao material ou à técnica empregada, haja vista um maior período de contaminação do tecido exposto, uma vez que o paciente procurou atendimento após 24 horas do incidente, somado ao fato de uma recorrência de traumatismo com nova exposição pulpar após 13 meses da primeira ocorrência. Os autores reforçaram as dificuldades inerentes aos estudos clínicos, relacionadas à confluência de fatores que interferem na resposta terapêutica e que na maioria das vezes não pode ser controlada pelo operador. Apontaram respostas clínicas satisfatórias quando do uso dos materiais resinosos no capeamento pulpar direto, salientando a necessidade de outros estudos previamente ao emprego destes materiais de forma rotineira, acreditando numa futura substituição do hidróxido de cálcio pelos sistemas adesivos.

O trabalho de Kiba et al.⁶⁵ (2000) foi realizado com o intuito de comparar os efeitos pulpares de três materiais capeadores. Foram utilizados 45 dentes de cães, divididos conforme o material

utilizado e o período pós-operatório de avaliação (sete, trinta e noventa dias). Os preparos, localizados na face vestibular dos dentes, foram estendidos até o tecido pulpar e tratados, no primeiro grupo com EDTA neutralizado e adesivo com solvente aquoso, no segundo grupo com sistema adesivo auto-condicionante também em solução aquosa e composição semelhante à do adesivo do grupo anterior e no terceiro grupo com hidróxido de cálcio e base ionomérica. Os três grupos foram restaurados com resina composta Clearfil AP-X (Kuraray). Na análise microscópica de sete dias, todas as polpas apresentavam vasodilatação e infiltrado inflamatório variando de moderado à intenso, embora a severidade tenha sido maior no grupo tratado com EDTA. Nos períodos subseqüentes foi observada redução gradativa da resposta inflamatória. Aos noventa dias, observou-se formação de ponte dentinária com todos os materiais, ressaltando que aos trinta dias esta formação já estava iniciada no grupo com hidróxido de cálcio. Apesar desta precocidade em relação aos sistemas adesivos, o hidróxido de cálcio foi o único material que induziu uma zona de necrose pulpar superficial. Diante dos resultados obtidos os autores mostraram-se confiantes na utilização dos sistemas adesivos auto-condicionantes como material capeador.

Pereira et al.¹⁰⁴ (2000) avaliaram clínica e microscopicamente a resposta pulpar de dentes humanos capeados com o sistema adesivo Scotchbond Multi Purpose, comparando-o com hidróxido de cálcio (PA associado ao cimento Dycal). Foram utilizados 51 pré-molares hígidos, assintomáticos e com indicação ortodôntica para extração. A avaliação clínica incluiu exame

radiográfico e testes térmicos prévios à terapia e à extração. A análise microscópica foi feita após um curto período de tempo (nove-12 dias) ou à longo prazo, entre 53 e 204 dias. Os autores atestaram a falta de correlação clínico-histológica e salientaram diferenças significativas em relação aos dois materiais capeadores avaliados, além de não evidenciarem correlação direta entre infiltração bacteriana e inflamação pulpar, independentemente do material empregado ou do momento da avaliação, se a curto ou longo prazo. O hidróxido de cálcio preservou a capacidade cicatricial do tecido pulpar, favorecendo a deposição de dentina reparativa e a formação de ponte dentinária, mantendo a organização do tecido pulpar e a integridade da camada odontoblástica. Por outro lado, o condicionamento ácido total e o uso do sistema adesivo SMP como material capeador direto reduziu o potencial reparativo da polpa, impediu a formação de barreira dentinária e demonstrou provável comprometimento da longevidade da restauração final e risco potencial à invasão bacteriana. Os autores concluíram que apesar de o emprego do SMP como material capeador direto não ter induzido quadros clínicos desfavoráveis, seu quadro histológico não foi condizente com o que se considera sucesso terapêutico histológico.

Ranly & Garcia-Godoy¹⁰⁸ (2000) discutiram as terapias pulpares atualmente disponíveis para tratamento de dentes decíduos e permanentes jovens, bem como a evolução esperada para cada uma delas, incluindo o capeamento pulpar indireto, o capeamento pulpar direto, a pulpotomia e a pulpectomia. O capeamento pulpar direto não foi considerado um procedimento com

índice de sucesso elevado quando realizado em dentes decíduos, especialmente empregando hidróxido de cálcio na forma inorgânica pura. O cimento de hidróxido de cálcio, por ter pH menos alcalino, demonstrou-se aceitável, estimulando a formação de dentina reparativa e prevenindo danos teciduais maiores. Porém, sua indicação estaria restrita a exposições mecânicas, considerando o elevado índice de insucesso relacionado à terapia em polpas inflamadas. Avanços nos sistemas adesivos sugeriram a ampliação de seu emprego, explorando a hidrofilia dos *primers* e adesivos, sua capacidade de proporcionar adequado selamento marginal e sua resistência mecânica. Assim sendo, os novos sistemas adesivos vêm sendo testados como agentes capeadores diretos e em protocolos de pulpotomia total e parcial. Os resultados dos estudos com estes materiais em dentes permanentes jovens e decíduos demonstraram-se controversos, impossibilitando sua indicação precisa e exigindo estudos complementares. Os autores concluíram que novos materiais, dentre os quais os sistemas adesivos demonstraram propriedades a serem exploradas objetivando uma eventual substituição e aprimoramento das terapias pulpares disponíveis na atualidade.

Impulsionados pela carência de informações a respeito do capeamento pulpar direto com sistemas adesivos em dentes decíduos, Ribeiro et al.¹⁰⁹ (2000) propuseram avaliar a resposta pulpar de dentes decíduos de cães, utilizando o sistema adesivo Scotchbond Multi Purpose (3M) como material capeador direto. Foi desenvolvido um estudo longitudinal, considerando três períodos experimentais: sete, trinta e 45 dias. O grupo controle recebeu tratamento com

cimento de hidróxido de cálcio Hydro C (Dentsply), porém ambos os grupos foram restaurados com resina composta Z100 (3M) e selados superficialmente com o selante de superfície Fortify (Bisco). Nos períodos de sete e trinta dias os dentes tratados com a técnica de condicionamento ácido total exibiram resposta inflamatória mais intensa e extensa à observada nos respectivos controles. Aos 45 dias ambos os tratamentos romoveram respostas pulpares semelhantes, que variaram de uma condição tissular de normalidade, à infiltração inflamatória persistente. Os autores concluíram não haver diferença entre os tratamentos propostos, sugerindo a necessidade de estudos complementares com uma maior amostragem.

Schuurs et al.¹¹⁹ (2000) confrontando as informações disponíveis na literatura, a respeito do capeamento pulpar direto com sistemas adesivos, em substituição ao hidróxido de cálcio, salientaram a falta de concordância entre os autores. Enfatizaram a capacidade adesiva dos materiais resinosos, a qual conferiria vantagem sobre as pastas e cimentos de hidróxido de cálcio em relação à qualidade do selamento marginal. Foram atribuídas ao hidróxido de cálcio desvantagens como: incapacidade de selamento marginal em longo prazo e formação de barreiras dentinárias deficientes. Segundo os dados levantados, a citotoxicidade dos materiais resinosos e o aumento da temperatura durante a presa do material não deveriam ser considerados fatores contra-indicativos de seu uso. Com exceção do ácido fosfórico a 35%, o emprego de soluções ácidas no condicionamento total de preparos cavitários e exposições pulpares não demonstrou resultados que pudessem caracterizar seu

impedimento de uso. Com base nos dados disponíveis, o capeamento pulpar direto com materiais resinosos foi considerado promissor, porém, para que pudesse ser aceito e recomendado, estudos complementares em longo prazo seriam necessários, incluindo a elucidação de aspectos referentes à microinfiltração e ao potencial alergênico e sensibilizador dos materiais resinosos.

A capacidade reparativa do tecido pulpar, bem como os procedimentos e materiais utilizados clinicamente com a finalidade de favorecer e estimular esta resposta, foram abordados por Bergenholtz⁶, em artigo publicado no ano de 2001. O autor ressaltou a especial sensibilidade da polpa à infecção, sugerindo que o tratamento restaurador ideal para as exposições clínicas do tecido pulpar deveria ser capaz de controlar a infecção tecidual, ao mesmo tempo em que favorecesse e estimulasse a regeneração dentinária. Apesar de pesquisas terem demonstrado não ser o hidróxido de cálcio o único material capaz de induzir o reparo do tecido pulpar, o emprego dos sistemas adesivos foi considerado controverso, com resultados limitados. Foi enfatizada a necessidade de estudos *in vitro* e *in vivo*, acompanhada de avaliações clínicas bem elaboradas e que demonstrassem resultados promissores, antes da aceitação de qualquer método ou técnica para o uso clínico rotineiro.

Costa et al.¹⁹ publicaram em 2001, os resultados de um trabalho sobre capeamento pulpar direto com sistema adesivo auto-condicionante, em que utilizaram Clearfil Liner Bond 2 (CLB-2/Kuraray) diretamente sobre a polpa dentária cirurgicamente exposta de 17 pré-molares hígidos, com indicação ortodôntica para extração.

Como controle foram utilizados três pré-molares hígidos e 15 pré-molares cirurgicamente expostos e tratados com hidróxido de cálcio (pasta e cimento). A hemostasia e o controle de exsudação foram realizados com solução fisiológica estéril e todos os preparos cavitários foram restaurados com resina composta Z100 (3M). A avaliação pulpar foi realizada por meio de análise em microscopia de luz, utilizando os escores já estabelecidos na literatura de resposta celular inflamatória, organização tecidual, formação de ponte dentinária e presença bacteriana. A análise microscópica procedeu-se nos períodos pós-operatórios de cinco, trinta, cento e vinte e trezentos dias e por ela foram registradas diferenças significativas entre as respostas pulpares com os dois materiais, hidróxido de cálcio e sistema adesivo. O grupo tratado com hidróxido de cálcio, aos cinco dias, apresentava organização do tecido pulpar, com reestruturação da camada odontoblástica, em oposição ao grupo tratado com CLB-2, cuja camada odontoblástica não se apresentou reconstituída até os controles tardios de cento e vinte e trezentos dias. Aos trinta dias, no grupo do hidróxido de cálcio já se registrava aposição e início de calcificação de matriz dentinária na área de exposição pulpar. Por outro lado, no grupo do CLB-2, não houve formação de ponte dentinária em nenhum dos espécimes. Foi constatada a manutenção de uma resposta pulpar inflamatória crônica, com alguns macrófagos circundando glóbulos de resina. Observou-se uma correlação direta entre a quantidade de material capeador introduzido no interior da polpa dentária e a quantidade de macrófagos presentes na área de exposição pulpar. Em associação a esta observação foi registrada uma

relação inversamente proporcional entre o grau inflamatório e a formação de dentina reacional neste grupo, enquanto no grupo do hidróxido de cálcio o grau inflamatório variou de leve a moderado nos períodos iniciais e foi nulo à longo prazo. Os resultados obtidos conduzem ao repúdio do uso do sistema adesivo CLB-2 como material de aplicação direta sobre o tecido pulpar, haja vista que as partículas introduzidas na polpa dentária promoveram o retardo da cicatrização, sustentando um quadro inflamatório crônico, mesmo que de baixa intensidade e inviabilizando a reparação dentinária local, ferindo os princípios mínimos exigidos para que um material pudesse ser considerado biocompatível e disponibilizado para o uso como capeador direto.

Cox et al.²⁷(2001) revendo diferentes estudos sobre capeamento pulpar direto, registraram inúmeras controversas a respeito dos resultados atingidos. De um modo evolutivo, abordaram desde a introdução do hidróxido de cálcio como material capeador direto, quando a ele se atribuía a propriedade exclusiva de proporcionar reparação tecidual e formação de barreira dentinária, quando conferiam esta habilidade à sua alcalinidade, até informações mais atuais que apontavam os sistemas adesivos como prováveis substitutos do hidróxido de cálcio. As controversas a respeito do emprego dos sistemas adesivos como material capeador foi justificada pelo autor como uma provável consequência de sensibilidade técnica; de diferenças nas condições experimentais, enfatizando serem o controle hemorrágico (hemostasia) e da contaminação bacteriana (trans ou pós-operatória) e a redução de iatrogenias (adequada

irrigação, fotopolimerização), exigências para o sucesso de toda terapia de capeamento pulpar direto. Estas condições experimentais deveriam ser padronizadas para possibilitar uma adequada avaliação e comparação de resultados.

Demarco et al.²⁹ (2001) com o intuito de avaliar a biocompatibilidade dos sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) e Scotchbond Multi-Purpose (3M), analisaram a resposta pulpar de dentes humanos e complementaram o estudo com análise da citotoxicidade dos dois materiais, utilizando cultura de célula. O estudo *in vivo* envolveu a exposição mecânica da polpa de vinte terceiros molares, as quais foram tratadas com cimento de hidróxido de cálcio (Hydro C – Dentsply) e IRM (Caulk) ou com um dos dois sistemas adesivos e resina composta (Z100 – 3M), após controle da hemorragia. Os dentes foram extraídos após trinta ou noventa dias do tratamento e preparados para exame histológico e detecção bacteriana, para a qual se utilizou a coloração específica de Brown & Hopps. No estudo *in vitro* foram realizadas contagens de células dois, quatro e seis dias após a semeadura, para obtenção da curva de crescimento. Houve formação de ponte dentinária em todos os dentes tratados com cimento de hidróxido de cálcio e neste grupo não foi constatada resposta inflamatória nos dois tempos de avaliação. O grupo tratado com Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) apresentou resultados intermediários, com resposta inflamatória moderada e formação de ponte dentinária em 50% dos espécimes, após noventa dias. Os piores resultados foram obtidos no grupo tratado com Scotchbond Multi – Purpose (3M), onde não foi constatada formação de ponte dentinária e

a resposta inflamatória variou de moderada a severa. Bactérias não foram identificadas em nenhum espécime. A citotoxicidade foi semelhante entre os dois agentes adesivos dentinários e ambos apresentaram efeitos citotóxicos estatisticamente superiores aos do cimento de hidróxido de cálcio. Os autores concluíram que o cimento de hidróxido de cálcio promove cicatrização pulpar e exibe efeitos citotóxicos inferiores aos apresentados por ambos os sistemas adesivos; no entanto, o reparo pulpar também foi possível com o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2.

Fujitani et al.³² (2002) empregaram os sistemas adesivos Clearfill Liner Bond II (CLB/ Kuraray), auto-condicionante e fotopolimerizável e Super-Bond D Liner II (SBL/ Sun Medical), com condicionamento ácido total prévio e quimicamente polimerizável, no capeamento pulpar direto de polpas de dentes de macacos mecanicamente expostas. Foi avaliada a influência do tipo de sistema adesivo na resposta pulpar reparativa por ele induzida. Para esta avaliação realizou-se a análise em microscopia de luz do grau inflamatório do tecido pulpar e da formação de ponte dentinária nos períodos pós-operatórios de três e noventa dias. Associado a esta análise, foi feita a verificação da interface polpa-resina em microscopia eletrônica de transmissão. Foram observadas diferenças reparativas importantes entre os dois grupos. O grupo tratado com CLB demonstrou uma resposta inflamatória leve e localizada após três dias. Decorridos noventa dias, constatou-se a formação de uma ponte dentinária completa e regular logo abaixo do material capeador, delimitada superiormente por uma camada intermediária composta por

proteínas não colagênicas e nomeada *linha reversa-like* pela semelhança ao tecido ósseo por ela sugerida. No grupo capeado com SBL, um processo inflamatório agudo, imediatamente abaixo da área de exposição, também foi registrado após três dias, porém em uma maior intensidade. Uma resposta inflamatória mais intensa e prolongada mostrou ser necessária para reabsorver o adesivo que infiltrou mais profundamente no tecido pulpar, retardando o processo reparativo. Retardo este revelado por uma formação incompleta da barreira dentinária e não formação da camada intermediária, aos noventa dias. Os resultados permitiram concluir que apesar de ambos os sistemas adesivos terem demonstrado resultados efetivos quando empregados no capeamento pulpar direto, diferenças substanciais na duração e no processo reparativo foram constatadas. Desta forma, o CLB, por sua simplicidade técnica, por induzir a formação de uma barreira dentinária regular e próxima ao material capeador e pela capacidade de selamento demonstrada, recolheu qualidades superiores às do SB, classificadas pelo autor como próximas às condições idealmente desejadas a um material capeador.

Hafez et al.⁴⁰ (2002) realizaram um estudo com macacos para avaliar o efeito da solução de hipoclorito de sódio à 3% no controle da hemorragia de polpas mecanicamente expostas e verificar a interferência desta substância no processo de reparo do tecido pulpar. Também observaram e compararam as diferenças na resposta reparativa de polpas tratadas com os sistemas adesivos All Bond 2 (Bisco- 2 componentes) e One Step (Bisco – monocomponente), utilizando como grupo controle dentes tratados

com o cimento de hidróxido de cálcio Life (Kerr). Os dentes foram preparados conforme as exigências da ISO, incluindo três períodos de avaliação: sete, 27 e 97 dias. Os autores foram enfáticos na necessidade do controle da hemorragia e da remoção de coágulo e *debris* operatórios no processo reparativo. Os resultados demonstraram que o hipoclorito de sódio, na concentração de 3%, é eficiente nesta função e efeitos tóxicos deste sobre o tecido pulpar não foram registrados. Os resultados reparativos obtidos com os sistemas adesivos foram semelhantes entre si e em relação ao hidróxido de cálcio. Aos sete dias não foi observado nenhum caso de necrose e 12 das 16 polpas dentárias apresentavam-se livres de coágulo em sua superfície e *debris* operatórios em seu interior. Aos 27 e 97 dias observou-se formação de barreira dentinária e deposição de dentina reparadora. No período de 97 dias foram registrados quatro casos de necrose pulpar, estando estes associados à infiltração bacteriana. A conclusão do trabalho foi que polpas não inflamadas e mecanicamente expostas, quando submetidas a um controle hemorrágico eficiente com hipoclorito de sódio à 3% e tratadas com os sistemas adesivos All-Bond 2 ou One Step têm preservado seu potencial reparador, mantendo uma organização tissular satisfatória, produzindo dentina reparadora e formando barreira dentinária, tudo isso em um ambiente de grau inflamatório mínimo ou nulo e isento de contaminação bacteriana.

HØrsted-Bindslev & LØvsall⁴⁹ (2002) revisaram o tratamento do tecido pulpar vital, abordando as terapias de capeamento pulpar direto, pulpotomia e biopulpectomia. Ressaltaram

a importância de se explorar o potencial de cicatrização do tecido pulpar, o que tornaria o capeamento pulpar direto uma terapia mais almejada em relação às demais terapias pulpares menos conservadoras, sempre que as condições clínicas assim permitissem. A capacidade reparativa do tecido pulpar, considerando seu potencial de formação de ponte dentinária, foi considerado bom quando este tecido se encontra livre de inflamação. A manutenção de índices inflamatórios satisfatórios exigiria a observância de vários aspectos, como a habilidade profissional, a escolha adequada da técnica, dos materiais e dos instrumentais e a manutenção de uma condição asséptica. A deficiência na resolução do processo inflamatório durante a reparação pulpar ocasionaria a cronificação e o comprometimento do processo reparativo, não havendo a formação de ponte dentinária. O início do emprego do hidróxido de cálcio como material capeador direto data de 1930 e, nos tempos atuais, ainda foi considerado bem aceito, muito embora alguns estudos tenham demonstrado que 89% das barreiras dentinárias induzidas por este material apresentavam defeitos tipo túnel, que associado à dissolução do hidróxido de cálcio, poderiam favorecer a infiltração bacteriana do tecido pulpar, podendo comprometer o potencial reparativo do tecido pulpar mais tardiamente. O efeito benéfico do hidróxido de cálcio foi atribuído ao seu efeito bactericida e aos limitados danos pulpares químicos por ele induzidos, com formação de uma zona restrita de necrose, capaz de induzir um estímulo irritativo de baixa intensidade, o qual estimularia uma resposta defensiva e reparativa do tecido pulpar. Outras alternativas de materiais capeadores foram consideradas, dentre as

quais os sistemas adesivos, porém, ao hidróxido de cálcio foram atribuídos os melhores resultados com comprovação clínico-histológica. Os resultados clínico-radiográficos obtidos com os sistemas adesivos foram considerados satisfatórios, porém os resultados histológicos ainda se apresentaram inconclusivos. Embora os sistemas adesivos tenham sido sugeridos como alternativos ao hidróxido de cálcio como material capeador direto baseando-se no princípio de que o fator mais importante na reparação do tecido pulpar fosse a prevenção da contaminação bacteriana deste tecido, muitos estudos histológicos evidenciaram a presença de bactérias no tecido pulpar quando do emprego destes materiais e esta deficiência foi atribuída a problemas no controle hemorrágico e a dificuldades operatórias. Os autores concluíram que, almejando-se a preservação da vitalidade pulpar, a redução de custos e de tempo operatório, o tratamento capeador representaria uma terapia importante, com sucesso comprovado quando realizada sob condições clínicas favoráveis, por profissionais capacitados e utilizando materiais adequados, sendo o hidróxido de cálcio, ainda na atualidade, o mais indicado.

As incertezas que envolvem o uso de sistemas adesivos como material capeador direto levaram Kitasako et al.⁷¹ (2002) ao desenvolvimento de um estudo histomorfométrico para avaliar a resposta do tecido pulpar aos sistemas adesivos Super-Bond C& B (Sun Medical), All Bond 2 (Bisco), Bond Well LC (GC) e Clearfil Liner Bond II (Kuraray). Foram empregados duzentos e setenta dentes de primatas, em cujas faces vestibulares foram feitos preparos

cavitários estendidos até o tecido pulpar. Os dentes foram divididos em 4 grupos, cada qual recebeu um dos sistemas adesivos acima mencionados como material capeador e um grupo controle com hidróxido de cálcio. A análise microscópica da inflamação, da presença de *debris* operatórios e da qualidade da ponte dentinária formada procedeu-se decorridos três, sete, 14, trinta e sessenta dias, juntamente com a avaliação histomorfométrica, a qual incluiu a mensuração da área de ponte dentinária formada, do diâmetro da exposição pulpar e da largura do preparo cavitário. Os autores procuraram correlacionar a formação da ponte dentinária e o grau de inflamação pulpar a diferentes variáveis envolvidas no processo de capeamento pulpar. As variáveis correlacionadas à área de ponte dentinária formada foram, em ordem decrescente de significância: tempo pós-operatório, diâmetro de exposição, material capeador e presença de defeito tipo túnel. As variáveis correlacionadas à inflamação foram o tipo e a presa do material capeador. É importante salientar que ao considerar o fator material, os melhores resultados inflamatórios estiveram a cargo dos sistemas adesivos Bond Well e Clearfil Liner Bond, embora bastante próximos aos resultados obtidos com hidróxido de cálcio, que ficou em uma posição intermediária. Quanto ao tipo de presa, os materiais fotoativados induziram uma resposta inflamatória inferior àquela gerada pelos materiais quimicamente ativados. Os autores concluíram que o capeamento pulpar com materiais resinosos promove resultados inflamatórios e reparativos satisfatórios, compatíveis àqueles obtidos com hidróxido de cálcio. No entanto, salientaram a necessidade de estudos adicionais,

com o intuito de definir protocolos para a utilização dos sistemas adesivos de forma otimizada, buscando reduzir a penetração de monômeros potencialmente tóxicos no tecido pulpar.

Medina et al.⁸² (2002) realizaram uma avaliação histológica da polpa dentária de cento e vinte dentes de macacos que receberam tratamento capeador direto com sete sistemas adesivos diferentes, sendo eles: AQ Bond (AQ/ Sun Medical), Single Bond (SB/ 3M), Imperva Fluorobond (IF/Shofu), One Step (OS/ Bisco), Prime & Bond NT (PBNT/Dentsply), Perme Bond F (PBF/ Degussa AG) e One-up Bond F (OBF/ Tokuyama). Os sistemas adesivos foram classificados como auto-condicionantes e frasco único, pertencendo a estes grupos, respectivamente, os sistemas AQ, IF, PBF, OBF e SB, OS, PBNT. O grupo controle recebeu o cimento de hidróxido de cálcio Dycal como material capeador direto e foi restaurado com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (3M), ao passo que as restaurações dos dentes tratados com os sistemas adesivos foram feitas com uma resina composta híbrida correspondente ao fabricante do sistema adesivo empregado no grupo. Não foi observado um padrão histológico característico conforme o tipo de sistema adesivo empregado, ou seja, se auto-condicionante ou frasco único. Por outro lado, verificou-se uma melhor resposta do tecido pulpar nos grupos SB, OS, PBF, OBF, ao passo que os grupos AQ, IF e PBNT demonstraram resultados insatisfatórios como material capeador direto. Observou-se que esta divisão mantinha uma relação com a composição dos sistemas adesivos; os primeiros contendo BisGMA e os segundos UDMA. Muito embora a resposta

pulpar aos sistemas adesivos contendo BisGMA fosse semelhante àquela observada com o Dycal e considerada satisfatória, o hidróxido de cálcio induziu a formação de barreiras dentinárias mais consistentes, em um curto espaço de tempo, o que foi considerada vantagem do material sobre os sistemas adesivos.

Murray et al.⁹⁰ (2002) considerando a formação de ponte dentinária forte indicativo de sucesso da terapia de capeamento pulpar direto, objetivaram averiguar os fatores envolvidos no tratamento capeador que pudessem influenciar na formação desta estrutura, procurando distinguí-los conforme o grau de influência exercido. Utilizaram 161 dentes de primatas, nos quais foram confeccionados preparos classe V em suas faces vestibulares. Os preparos foram estendidos até o tecido pulpar e os dentes divididos em três grupos, conforme o material capeador recebido: cimento de hidróxido de cálcio (Life-Kerr ou Dycal-Caulk), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond-3M ou Dual Cure-Bisco) ou sistema adesivo (All Bond 2-Bisco ou Clearfil Liner Bond II-Kuraray). A análise histológica da polpa incluiu a graduação da resposta celular inflamatória e a verificação de infiltração bacteriana. A análise histomorfométrica incluiu a mensuração da área de ponte dentinária e a área de *debris* dentinários, tanto inseridos na ponte dentinária quanto livres no tecido pulpar. Ambas as análises foram realizadas após sete, 27, 97, 365 e setecentos e trinta dias de instituída a terapia pulpar. O tempo pós-operatório teve grande influência na formação da ponte dentinária, de modo que barreiras completas foram observadas, independentemente do material capeador empregado,

apenas passados 97 dias, não havendo aumento considerável desta estrutura após este período. O cimento de hidróxido de cálcio esteve associado à formação de maior quantidade de ponte dentinária em termos de área, seguida da resina e posteriormente do cimento de ionômero de vidro. A microinfiltração bacteriana pareceu impedir ou retardar a formação da ponte dentinária e sua frequência variou conforme o material capeador. O cimento de hidróxido de cálcio teve o maior número de casos de infiltração, ao passo que a menor infiltração bacteriana foi obtida com a resina composta. Os autores concluíram que o tempo pós-operatório, o material capeador e a presença de infiltração bacteriana e de *debris* dentinários, nesta ordem decrescente de importância, são variáveis com influência direta na formação da ponte dentinária. Ressaltam ainda que outros fatores, de menor relevância, também interferem na resposta reparativa da polpa.

Arakawa et al.³ (2003) avaliaram o uso de um selante resinoso autopolimerizável (Theethmate-S / TM-Kuraray) quando empregado como material capeador pulpar direto, com (TMP) ou sem (TM) um *primer* auto-condicionante (Clearfil Liner Bond 2V/ CLB-Kuraray). O estudo baseou-se na premissa de que a redução de passos operatórios impede ou reduz a exsudação do tecido pulpar exposto, a qual compromete a adesão do material capeador à dentina das margens da exposição. Foram realizados preparos cavitários classe V na face vestibular de noventa dentes de macacos. Irrigações repetidas e alternadas com peróxido de hidrogênio a 3% e hipoclorito de sódio a 6% (três ciclos) seguiram-se posteriormente à exposição. Os dentes foram subdivididos em três grupos. No primeiro grupo (CLB), o

tecido pulpar exposto e a cavidade preparada foram tratados com o *primer* auto-condicionante CLB por 30 segundos e em seguida o respectivo adesivo foi aplicado e fotopolimerizado por 20 segundos. O segundo grupo (TMP) recebeu o mesmo tratamento condicionador empregado no grupo um, porém, como agente adesivo foi aplicado o selante de fossas e fissuras auto-polimerizável Teethmate por um minuto. O terceiro grupo (TM) recebeu aplicação direta do selante, sem condicionamento prévio. Todos os grupos receberam uma fina camada de resina composta de baixa viscosidade (Protect Liner F-Kuraray) e a cavidade foi preenchida com resina composta híbrida (Clearfil AP-X - Kuraray). Inflamação pulpar, formação de barreira dentinária e extrusão pulpar foram aspectos microscopicamente avaliados após três, trinta e noventa dias da instituição do tratamento capeador. A técnica de coloração de Gram modificada por Taylor foi empregada na avaliação de infiltração e presença de bactérias. Observou-se que a principal reação inflamatória pulpar foi uma leve infiltração de células inflamatórias e a área de exposição pulpar foi ocluída por uma ponte dentinária, conforme progressão do tempo pós-operatório. A elevada incidência de cicatrização pulpar, com reparação de tecido duro aponta provável dependência e necessidade da exclusão de colonização bacteriana. No entanto, a penetração bacteriana ao longo das paredes cavitárias e do tecido pulpar pôde ser detectado em um de dez casos do grupo TM em três e noventa dias. Embora tenha sido observada protrusão pulpar em todos os grupos, o grupo TM apresentou uma incidência significativamente maior em relação aos demais grupos, em todos os períodos. Os resultados da

pesquisa levaram os autores a concluir que a associação do selante resinoso auto-polimerizável Teethmate com o *primer* auto-condicionante Clearfil Liner Bond, demonstrou-se satisfatória como opção de tratamento capeador direto.

Costa et al.²⁰ (2003) avaliaram a biocompatibilidade de materiais resinosos empregados como agentes capeadores diretos. Para o estudo foram empregados 54 dentes de ratos e os materiais Clearfil Liner Bond 2V (CLB 2V, Kuraray), Vitrebond (3M) e pasta de hidróxido de cálcio com solução salina; esta última empregada como controle. As cavidades foram restauradas com amálgama. Os períodos experimentais empregados foram de sete, trinta e sessenta dias. Apesar da resposta inflamatória induzida pelos materiais resinosos após sete dias da intervenção, ao final de sessenta dias pós-operatórios foi observada reparação pulpar, com formação de barreira dentinária. Ambos os materiais resinosos proporcionaram a deposição de uma larga zona de matriz fibrodentinária altamente celularizada nas adjacências da exposição, a qual foi maior para o Vitrebond quando comparado ao CLB 2V. Células pulpares alongadas e dispostas organizadamente em paliçada foram constatadas na subjacência da dentina terciária depositada. O tecido pulpar remanescente exibia características histológicas normais e danos pulpares irreversíveis demonstraram associação direta com infecção bacteriana. No grupo controle, a reparação pulpar e a formação de barreira dentinária foram constatados decorridos trinta dias da intervenção clínica. Os autores concluíram que ambos os materiais demonstraram-se satisfatórios como materiais capeadores, possibilitando a reparação pulpar.

Reconhecendo a importância das células *odontoblasto-like* para o sucesso do tratamento capeador, Murray et al.⁹³ (2003) avaliaram histológica e hitomorfometricamente, o tecido pulpar de 161 dentes de macacos, mecanicamente expostos e tratados por meio do capeamento pulpar direto com cimento de hidróxido de cálcio, sistema adesivo ou cimento de ionômero de vidro modificado por resina. As análises foram realizadas após sete, 27, 97 dias, um ano ou dois anos. Procurou-se correlacionar a densidade das células *odontoblasto-like* e sua atividade secretora às diferentes variáveis envolvidas no tratamento capeador, sendo elas: o tipo de material utilizado, o tempo pós-operatório, a contaminação bacteriana, a quantidade e a qualidade da ponte dentinária formada e a presença de *debris* operatórios. Observou-se que a área de ponte dentinária foi mediada pela densidade e pela atividade secretora das células *odontoblasto-like* no decorrer do tempo. A densidade celular da camada subodontoblástica esteve fortemente associada à densidade das células *odontoblasto-like*. Essas células foram consideradas essenciais à diferenciação das células *odontoblasto-like* e à ativação das mesmas. A contaminação bacteriana interferiu negativamente na atividade secretora das células *odontoblasto-like*, porém não em sua densidade. Os autores concluíram que a atividade pulpar reparadora ocorre naturalmente, independentemente do material capeador empregado, desde que este seja capaz de impedir infiltração bacteriana. Além disso, salientaram a necessidade de limitar a profundidade das exposições, reduzindo a formação de *debris*

operatórios e com isso favorecendo a resposta reparadora do tecido pulpar.

Scarano et al.¹¹⁵ (2003) realizaram a avaliação histológica e análise da atividade odontoblástica da polpa dentária humana de 24 pré-molares hígidos com indicação ortodôntica de extração, que foram submetidos à exposição pulpar e foram tratados por capeamento direto. Os dentes foram divididos em quatro grupos de seis dentes, de modo que cada um recebeu uma associação material capeador-material restaurador específica: I-capeamento com sistema adesivo Solist (DMG) e restauração com resina composta Ecusit (DGM); II- capeamento pulpar com sistema adesivo Prompt (3M) e restauração com resina composta Pertac II (3M); III – capeamento com cimento de hidróxido de cálcio convencional Dycal (Kerr) e restauração com resina composta Ecusit (DGM) e IV- capeamento pulpar com cimento de hidróxido de cálcio foropolimerizável Ultrablend Plus (Ultradent) e restauração com amálgama (Dentsply). As análises foram realizadas por microscopia de luz e não demonstraram diferenças importantes entre os grupos. Constatou-se a presença de odontoblastos ativos próximos aos materiais capeadores, não havendo registro de formação de nova bareira dentinária em um período pós-operatório de 15 dias.

3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de dois sistemas adesivos, um monocomponente (*Single Bond- 3M*) e outro auto-condicionante (*One upBond F – TOKUYAMA*), sobre o tecido pulpar mecanicamente exposto de dentes de ratos, considerando a resposta inflamatória induzida, a organização do tecido pulpar, a formação de tecido mineralizado e a presença de microrganismos, após restaurações de resina composta (*Z100 – 3M*), decorridos sete, trinta e 45 dias.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo foram selecionados 27 ratos machos da espécie *Rattus norvegicus*, variante albinus - *Wistar*, com peso aproximado de 250 g e três meses de idade. Os animais foram manipulados sob efeito de anestesia geral intramuscular contendo solução aquosa a 2% de cloridrato de 2-(2,6 xilidino)-5,6-dihidro-4H-1,3-tiazina (Rompun-Bayer do Brasil), substância sedativa analgésica, além de relaxante muscular e Cetamina base (Francotar – Virbac do Brasil Ind. Com. Ltda), anestésico geral, na proporção de 1:0,5 ml, na dose de 0,1 ml/100g.

Após a anestesia, os animais foram posicionados em um aparato proposto por HOUSTON⁵⁰ (1964) e com a finalidade de reduzir a quantidade de microrganismos locais foi realizada a antisepsia intrabucal com solução de clorexidina a 0,12% (Periogard - Colgate). Foram confeccionadas cavidades oclusais no primeiro e segundo molares superiores, direito e esquerdos, de cada rato, totalizando 108 preparos cavitários. Para a confecção destes preparos foram utilizados instrumentos cortantes rotatórios diamantados tronco-cônicos # 2200 (KG Sorensen), montados em turbina de alta velocidade, sob refrigeração constante de água, os quais foram substituídos a cada quatro preparos cavitários. A cavidade foi estendida até a proximidade da câmara pulpar, criando-se pequena

exposição pelo uso, sob pressão, de uma sonda exploradora (Duflex) esterilizada, clinicamente constatada pela hemorragia. A exposição foi irrigada com soro fisiológico e levemente comprimida com “bolinha” de algodão estéril para obtenção da hemostasia. O campo operatório foi mantido seco por meio do afastamento da bochecha e da língua do animal, auxiliado pelo uso de sugador e o capeamento pulpar direto realizado com um dos materiais avaliados. Foram três os materiais avaliados: o grupo controle (C) recebeu cimento de hidróxido de cálcio (Dycal – Dentsply); o primeiro grupo experimental (E₁) foi tratado com o sistema adesivo monocomponente Single Bond – 3M e o segundo grupo (E₂) recebeu o sistema adesivo auto condicionante One up Bond F – Tokuyama. Todas as amostras foram restauradas com resina composta Z100 (3M) cor A2, inserida em incrementos horizontais de no máximo 2mm. Cada incremento foi fotopolimerizado durante quarenta segundos.

No grupo E₁, esmalte, dentina e a área de exposição pulpar foram condicionados por 15 segundos com ácido fosfórico a 35% na forma de gel (Etchant - 3M). Em seguida foram realizadas a lavagem, secagem parcial, deixando-se a superfície dentinária levemente umedecida e aplicação do sistema adesivo, então fotopolimerizado durante dez segundos. No grupo E₂, o sistema adesivo foi aplicado diretamente sobre esmalte e dentina, incluindo a área de exposição pulpar, não havendo necessidade de pré-tratamento com ácido fosfórico. O sistema adesivo foi aplicado durante vinte segundos e então fotopolimerizado por dez segundos. A restauração com resina seguiu-se como no grupo E₁. Os dentes foram divididos de

modo a se obter 36 dentes em cada grupo. A resposta pulpar foi avaliada de forma progressiva e para tal, cada grupo foi dividido em três subgrupos considerando o tempo. Assim sendo, obteve-se a condição pulpar recente após sete dias da restauração; a resposta pulpar intermediária após trinta dias da restauração e por último a avaliação pulpar tardia, decorridos 45 dias do tratamento. Cada subgrupo continha 12 dentes.

Com o intuito de proporcionar uma divisão equitativa entre os grupos, considerando material e dente (se primeiro ou segundo molares), foram utilizados quatro molares de cada animal e o esquema abaixo representa a divisão utilizada em cada subgrupo de tempo, procurando assim obter esta condição. Deve-se considerar cada quadrado da representação como sendo um molar. Os quadrados agrupados em trio representam o primeiro, o segundo e o terceiro molares de um quadrante e a inscrição em seu interior indica o material utilizado, sendo:

- a) cimento de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + sistema adesivo Single Bond + restauração com resina composta Z100;
- b) sistema adesivo Single Bond + restauração com resina composta Z100;
- c) sistema adesivo One up Bond F + restauração com resina composta Z100.

Os esquemas devem ser interpretados como uma visão frontal da arcada dentária do animal, o que significa dizer que o lado direito da representação gráfica se refere ao lado esquerdo do animal e o inverso é válido para o lado esquerdo da representação (Figura 1).

Os dentes, representados pelos quadrados, devem ser considerados conforme a disposição no arco dentário.

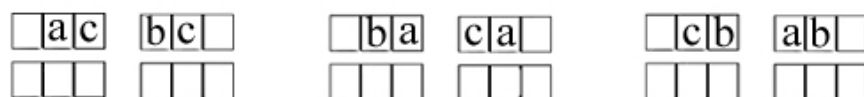


FIGURA 1: Esquema da distribuição dos tratamentos.

Decorrido o período de tempo estabelecido para cada subgrupo os animais foram anestesiados para sacrifício por meio de decapitação e os quadrantes foram dissecados e fixados em formol a 10% por 48 horas. Procurando favorecer uma adequada fixação do tecido pulpar, foi efetuada remoção da mucosa de revestimento e exposição do tecido ósseo, antes da imersão das peças na solução de formol 10%. Na seqüência, foi efetuada a desmineralização dos espécimes em microondas convencional, conforme parâmetros apresentados por Rode et al.¹¹¹ (1996), com o intuito de acelerar o processo de descalcificação, sem comprometer a qualidade do material (BALATON & LOGET⁴, 1989; CUNNINGHAM et al.²⁸, 2001; VONGSAVAN et al.¹⁴⁵, 1990).

Em um becker de 1 litro, contendo solução de EDTA a 10%, foram introduzidas todas as hemi-maxilas devidamente identificadas e envoltas em gaze. Este becker, por sua vez, foi imerso em água gelada e gelo, de modo que a solução de EDTA, a qual recobria as peças que seriam desmineralizadas, sofresse um aquecimento mais lento, prevenindo a desnaturação protéica do material e prolongando o período de atuação das microondas, de

forma que o número de trocas pudesse ser reduzido, sem comprometimento da qualidade final do material. Este sistema exigiu a manutenção do nível da solução de EDTA sempre inferior ao nível de gelo/água circundante. Os ciclos foram programados para 60 minutos, em potência 3, em um microondas Brastemp, modelo BMP40ESA, de 700W de potência útil e 2.450MHz de frequência de operação. Ao final de cada ciclo, com um termômetro de mercúrio, foi aferida a temperatura máxima que a solução de EDTA atingiu durante o ciclo, confirmando não ter ultrapassado a marca dos 40°C. Reconhecendo a ação catalisadora do calor nas reações químicas, com o intuito de acelerar ainda mais o processo de desmineralização, as peças, enquanto não participavam do ciclo de desmineralização em microondas, foram mantidas em estufa controlada a 37°C.

Estando completa a desmineralização, o material foi incluído em Paraplast (Oxford Labware) e processado para obtenção das secções, as quais foram coradas com hematoxilina-eosina e avaliadas em microscópio de luz, com o intuito de determinar a resposta pulpar, considerando-se o grau de inflamação e a formação de barreira dentinária. Uma vez que a participação bacteriana como estímulo agressor somatório está estabelecida na literatura, a coloração de Brown-Breen, específica para bactérias, foi utilizada para avaliação em microscopia de luz, da presença bacteriana no interior dos túbulos dentinários e/ou da polpa dental.

A resposta pulpar inflamatória, a formação de ponte de dentina, a organização tissular da polpa e a presença bacteriana foram

registradas utilizando-se os escores apresentados a seguir, propostos por COX et al.²³ (1987):

a) resposta inflamatória celular:

0-ausentes, ou poucas, escassas células inflamatórias presentes na polpa subjacente à exposição;

1a-resposta inflamatória-celular aguda leve, com predomínio de polimorfonucleares neutrófilos (PMNs), macrófagos ou células gigantes;

1c-resposta inflamatória celular crônica, focal, com predomínio de linfócitos;

2-resposta inflamatória celular moderada, com presença de abscessos ou com denso infiltrado de PMNs, macrófagos e linfócitos em 1/3 ou mais da polpa coronal;

3-polpa necrótica, severamente infiltrada. Ausência tissular superior a meia polpa.

b) organização do tecido pulpar:

0-tecido pulpar normal, localizado na região onde fora criada a exposição pulpar;

1-perda dos odontoblastos primários, abaixo da zona de exposição, com preservação da polpa profunda;

2-perda da morfologia pulpar e da organização celular em todo o tecido pulpar;

3-necrose pulpar parcial ou total.

c) formação de dentina reparativa:

0-ausente;

1-discreta deposição de tecido mineralizado abaixo da exposição;

2-deposição moderada de tecido mineralizado abaixo da exposição;

3-completa formação de ponte dentinária.

d) identificação bacteriana:

0-negativa em todos os cortes histológicos;

1-positiva nas secções dos túbulos dentinários;

2-positiva nas paredes axiais do preparo cavitário;

3-positiva no tecido pulpar.

A avaliação microscópica foi conduzida por um único avaliador, sem o conhecimento prévio do material capeador que seria examinado, considerando-se os escores descritos. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística. Os materiais foram comparados entre si empregando-se o teste exato de Fisher e em seguida os resultados foram confirmados por meio da comparação múltipla.

5 RESULTADOS

Os terceiros molares não receberam nenhum tipo de intervenção e foram empregados como controle técnico negativo, ou seja, serviram para controlar possíveis efeitos do processamento técnico sobre a qualidade do material. Estes dentes exibiam, sem exceção de animal ou tempo experimental, um tecido mineralizado descalcificado na periferia (dentina), onde se observavam túbulos que se estendiam até a polpa dentária. O tecido pulpar demonstrava aspectos de normalidade, com preservação de uma camada mono ou bicelularizada, constituída por células cilíndricas ou cubóides organizadas em paliçada, subjacente à dentina, representativa da camada odontoblástica. Mais profundamente, um tecido conjuntivo frouxo, pouco celularizado e vascularizado fora evidenciado. Deste modo pôde-se verificar que as condições pulpares reveladas no exame histológico condiziam com os aspectos de um tecido pulpar normal, estando isentas de interferências advindas do processamento.

5.1 Análise descritiva

5.1.1 Cimento de hidróxido de cálcio (Dycal) – sete dias

O grupo tratado com o cimento de hidróxido de cálcio, utilizado como controle positivo do experimento, exibiu graus inflamatórios variando entre leve e moderado, com metade dos dentes (6) apresentando uma resposta inflamatória mais localizada, nas adjacências da exposição pulpar, com predomínio de células mononucleares, sem registro da presença de células gigantes multinucleadas (Figura 6). Uma resposta inflamatória mais intensa, em nível moderado, foi registrada em apenas um dos espécimes deste grupo. Neste caso observou-se importante aumento no número de células inflamatórias e na extensão de acometimento do tecido pulpar. Os outros cinco dentes que compuseram o grupo exibiram necrose pulpar, incluindo quadros de necrose total, ou seja, dentes apresentando comprometimento irreversível do tecido pulpar coronário e radicular e quadros de necrose parcial, incluindo dentes com danos pulpares superiores à metade da polpa dentária (Figura 2). Aumento no número de vasos sanguíneos, vasodilatação e congestão vascular foram figuras freqüentes, tanto nos dentes exibindo resposta inflamatória grau 1, leve, quanto no dente com resposta inflamatória grau 2, moderada. No entanto, a celularidade pulpar, embora aumentada nestas duas condições, quando comparada ao tecido

normal, livre da ação de estímulos irritativos, esteve significativamente aumentada no caso de maior severidade inflamatória e afetada em menor proporção nos casos de menor grau inflamatório. Em relação à organização da polpa dentária destes dentes, cinco (42%) deles apresentaram necrose de coagulação do tecido pulpar; um (8%) dente manteve inalterada toda a estrutura pulpar, preservando a integridade da camada odontoblástica, bem como sua celularidade, sua vascularidade e sua densidade colágena. Os demais dentes (6 – 50%) apresentaram perda localizada de odontoblastos; perda esta restrita à zona de exposição, com preservação das características teciduais em sua profundidade e também da camada odontoblástica nas adjacências e à distância da exposição (Tabela 1 e Figura 3).

A formação de barreira dentinária não foi achado histológico freqüente neste grupo, estando ausente em sete dos dez casos avaliados. Apenas três casos exibiram discreta deposição de matriz densamente colageinizada, compatível com pré-dentina, na localidade da exposição pulpar (Figuras 4, 6 e 7). Mesmo em condição experimental inicial, a contaminação bacteriana do tecido pulpar já se fazia presente em nove de 11 dentes, perfazendo 82% da amostra (Figura 5). Em um dos dentes não foi possível avaliar a contaminação pela coloração de Brown & Breen e por este motivo não foi considerado na avaliação deste critério e os outros dois dentes do grupo não apresentaram nenhum indício de contaminação pulpar ou cavitária (Tabela 1).

5.1.2 Single Bond – sete dias

Este grupo, composto por dez dentes, apresentou elevado índice de insucesso clínico, somando 60% da amostra, incluindo condições com níveis inflamatórios variando de moderado (3) a severo (3) - com ou sem necrose tecidual (Figuras 8 e 9). Apenas quatro (36%) dentes apresentaram inflamação leve, com acúmulo localizado de células inflamatórias, predominantemente mononucleares, na região da exposição pulpar e adjacências. Congestão vascular, aumento no número e no diâmetro dos vasos foram registros freqüentes (Figura 2). Evidenciou-se maior comprometimento da organização tissular deste grupo. Seis dentes (60%) apresentaram necrose pulpar, total ou parcial (Figuras 8 e 9); um dente (10%) exibiu desorganização generalizada da polpa dentária, com perda da distinção da camada odontoblástica e três dentes (30%) mantiveram preservadas as características de normalidade do tecido pulpar, com perda dos odontoblastos apenas na região de exposição pulpar (Figura 3). A contaminação do tecido pulpar fez-se presente em seis dentes (60%) e em outro registrou-se a presença de bactérias nas paredes axiais da cavidade preparada, restando apenas três dentes (18%) sem identificação de contaminação bacteriana pulpar ou cavitária, pela coloração de Brown & Breen (Figura 5). Muito embora as características inflamatórias e de organização pulpar registradas neste grupo demonstrassem comprometimento pulpar ligeiramente superior ao apresentado pelo grupo que recebera Dycal como material

capeador, verificou-se maior reação pulpar, traduzida pela formação de barreiras dentinárias mais espessas, com um dente exibindo formação completa de barreira dentinária e um dente exibindo acentuada deposição de matriz dentinária. Predominaram as condições de ausência de deposição de matriz dentinária (8 dentes –80%) (Figuras 8 e 9). Tais diferenças foram estatisticamente significativas em relação ao grupo tratado com One-up Bond F, mas não em relação ao Dycal (Tabela 1 e Figura 4).

5.1.3 One-up Bond F – sete dias

Os dentes tratados com o sistema adesivo auto-condicionante One-up Bond F foram considerados, dentro das condições estabelecidas neste trabalho, o grupo experimental com a melhor resposta pulpar num período pós-operatório inicial de sete dias. Não houve registro de nenhum caso de inflamação pulpar severa, de modo que a resposta inflamatória induzida não foi superior ao nível 2, moderado, com três casos (27%). Os oito dentes remanescentes (73%) apresentaram reação inflamatória crônica leve, com acúmulo localizado de células inflamatórias mononucleares nas proximidades da exposição pulpar (Figuras 2). Em dez casos (91%) não foi registrado comprometimento importante da organização do tecido pulpar; estando os danos restritos à perda odontoblástica focal em nove e a completa preservação das características pulpares em um

(Figuras 10 e 11). Um único dente apresentou necrose parcial da polpa coronária (Figura 3). No que se refere à formação de barreira dentinária, um número significativo de elementos da amostra, perfazendo um total de quatro dentes (36%), exibiram quantidade considerável de matriz dentinária depositada na região da exposição pulpar. Dos sete dentes restantes, quatro (36%) não exibiram qualquer indício de aposição de matriz dentinária (Figuras 10 e 11) e os outros três dentes (27%) externaram uma resposta reparativa, com a deposição de pequena quantidade de matriz dentinária (Figura 4). Quanto à contaminação bacteriana, os resultados também foram melhores com relação aos demais grupos, muito embora o índice de infecção pulpar ainda tenha sido elevado (cinco dentes-45%) e não tenha sido estatisticamente significativa. Três dentes (27%) exibiram microrganismos nas secções dos túbulos dentinários, outros dois dentes (18%) mantiveram-se sem registro bacteriano nas paredes cavitárias ou no tecido pulpar e o último dente remanescente não foi possível sofrer avaliação bacteriana por motivos técnicos (Tabela 1 e Figura 5).

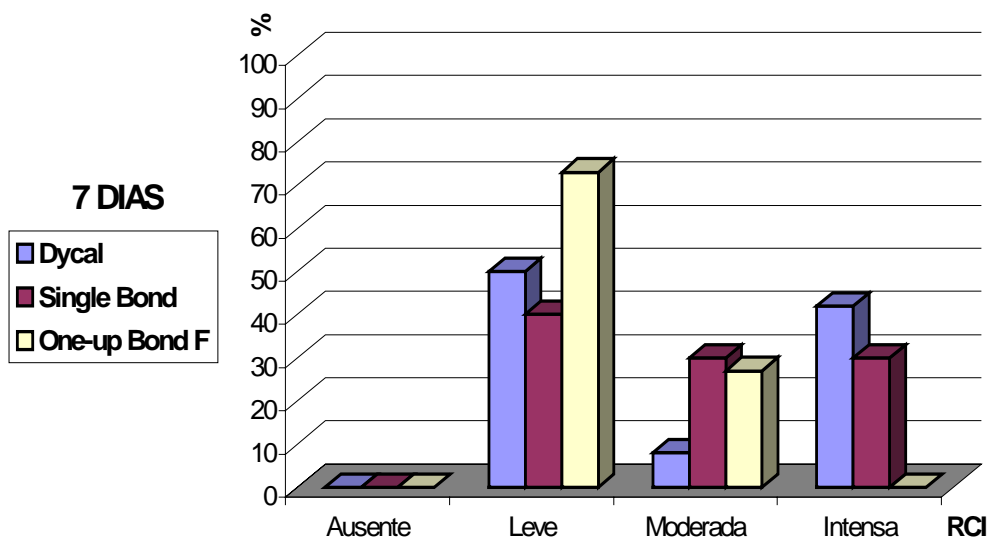


FIGURA 2 – Distribuição da variável resposta inflamatória celular (RIC) segundo o material em sete dias.

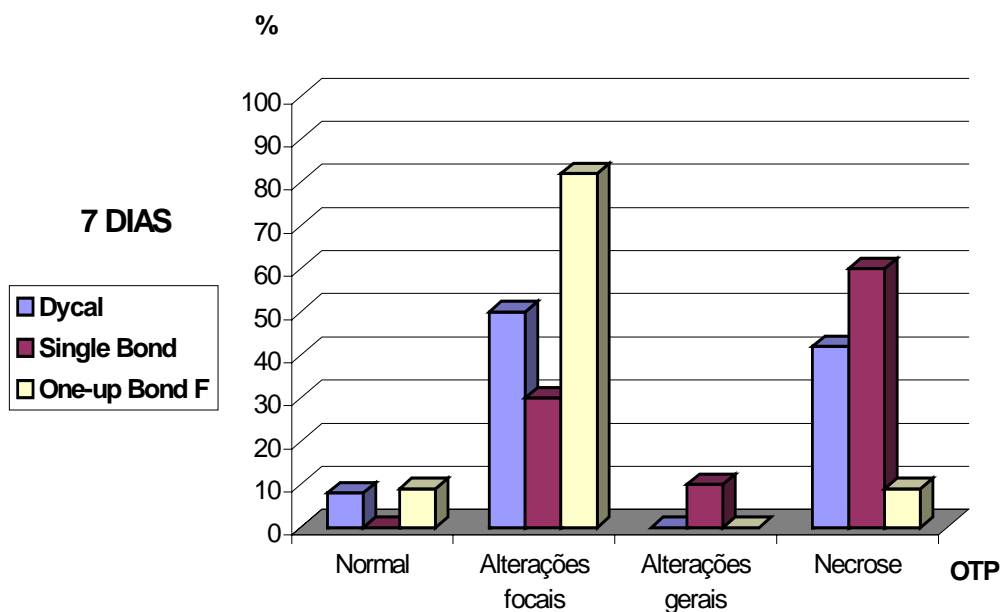


FIGURA 3 – Distribuição da variável organização do tecido pulpar (OTP) segundo o material em sete dias.

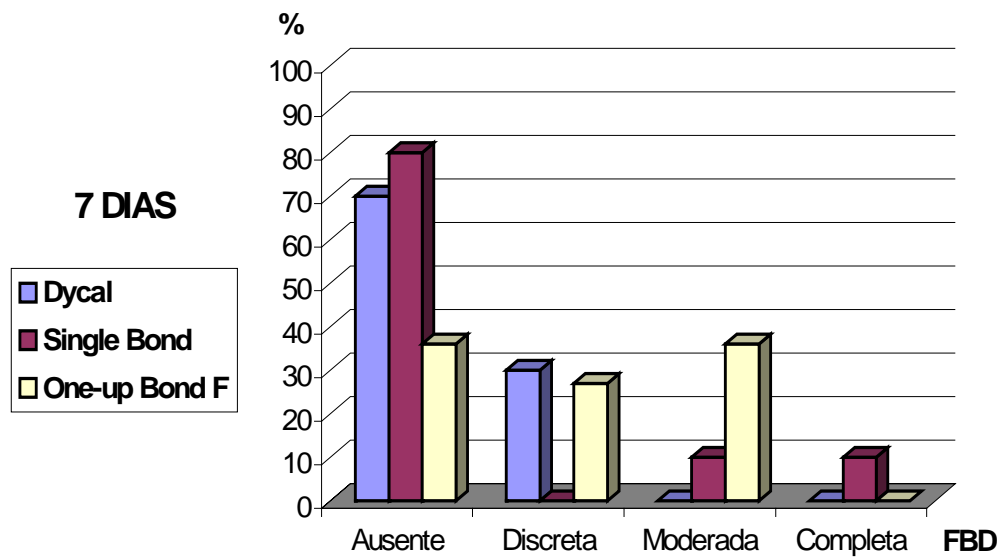


FIGURA 4 – Distribuição da variável formação de dentina reparadora (FBD) segundo o material em sete dias.

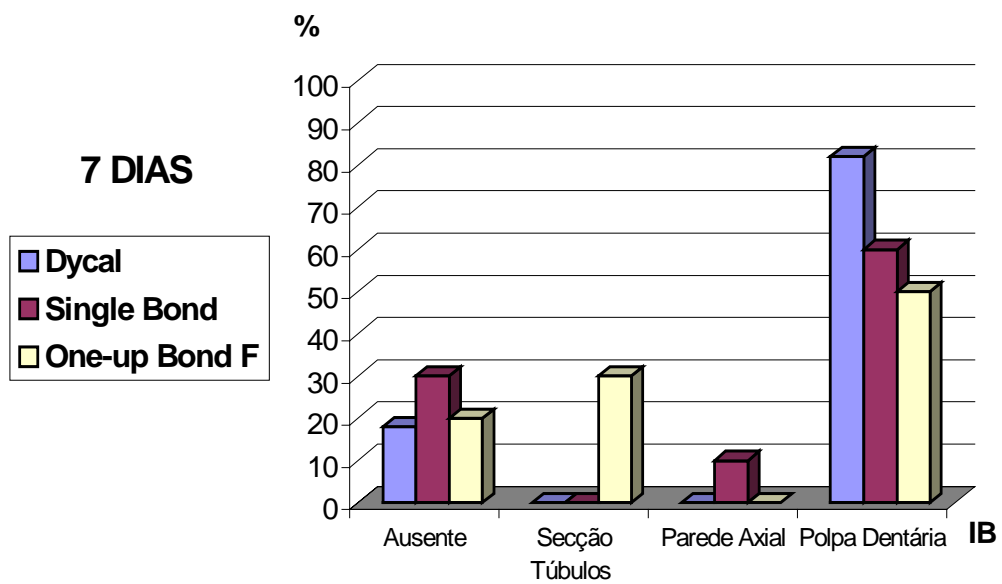


FIGURA 5 – Distribuição da variável identificação bacteriana (IB) segundo o material em sete dias.

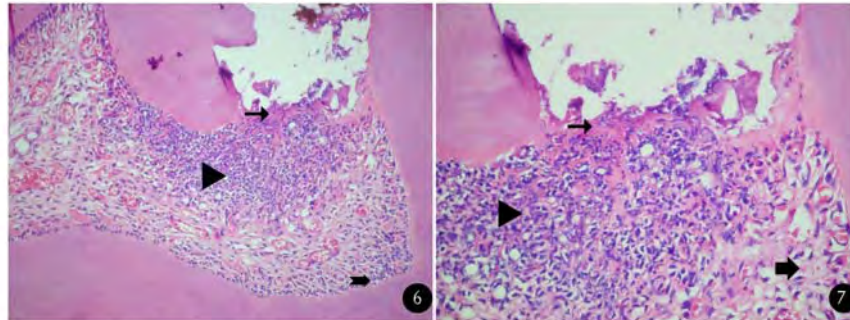


FIGURA 6 - Dycal sete dias. ► Infiltrado inflamatório focal. ➔ Camada odontoblástica preservada. ➔ Matriz dentinária. Aumento original de 100x (HE).

FIGURA 7 - Dycal sete dias. Maior aumento da FIGURA 6. ► Infiltrado inflamatório. ➔ Polpa dentária com vasos dilatados. ➔ Matriz dentinária. Aumento original de 400x(HE).

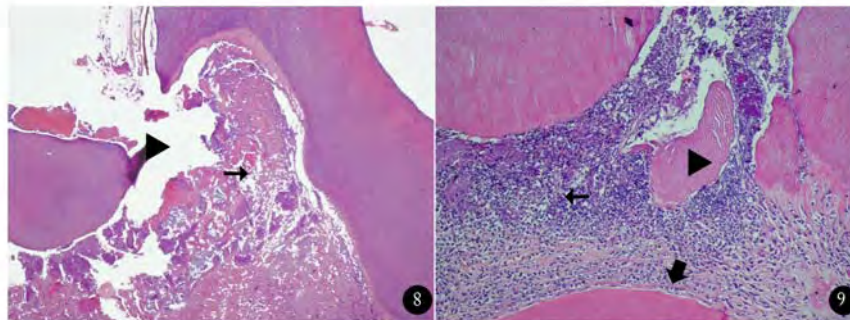


FIGURA 8 - Single Bond sete dias. ► Exposição pulpar. ➔ Necrose total da polpa dentária. Aumento original de 200x (HE).

FIGURA 9 - Single Bond sete dias. ► Debris dentinário. ➔ Infiltrado inflamatório intenso. ➔ Perda odontoblástica. Aumento original de 100x (HE).

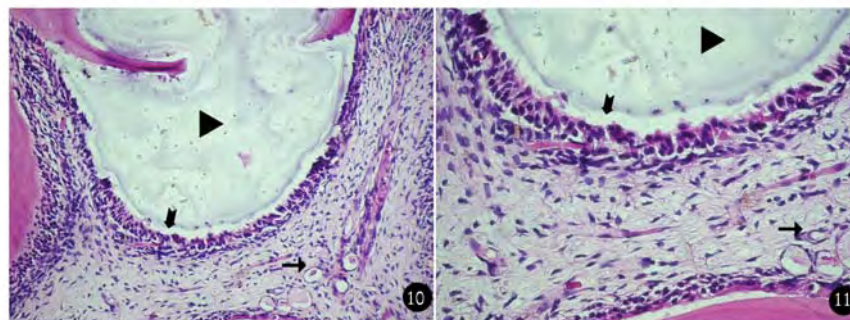


FIGURA 10 - One-up Bond F sete dias. ► Material capeador. ➔ Camada odontoblástica reorganizada. ➔ Polpa dentária com poucas células inflamatórias. Aumento original de 200x (HE).

FIGURA 11 - One-up Bond F sete dias. Maior aumento da FIGURA 10. ► Material capeador. ➔ Camada odontoblástica. ➔ Polpa dentária com vasodilatação. Aumento original de 400x (HE).

5.1.4 Dycal – trinta dias

Decorridos trinta dias da intervenção cirúrgica, os dentes tratados com cimento de hidróxido de cálcio exibiram uma resposta pulpar bastante variada. Um dos dentes (10%) da amostra exibiu uma camada odontoblástica preservada, com células de núcleos elípticos basófilo e citoplasma acidófilo organizadas em paliçada. Na porção mais interna da polpa e adjacente à camada odontoblástica, notou-se a presença de uma camada com menor quantidade de células seguida por uma faixa de tecido conjuntivo altamente vascularizado e com grande quantidade de fibroblastos e fibras colágenas. Outros três dentes (30%) exibiram um padrão inflamatório crônico focal, com acúmulo de células inflamatórias mononucleadas (macrófagos, linfócitos) nas proximidades da zona de exposição pulpar, mantendo preservada as características pulpares na profundidade do tecido (Figuras 16 e 17). Níveis inflamatórios mais expressivos foram registrados nos outros seis (60%) dentes, de modo que um (10%) destes dentes exibiu uma resposta inflamatória moderada, ao passo que a inflamação pulpar nos cinco dentes (50%) remanescentes assumiu proporções de maior severidade, incluindo condições de necrose pulpar (Figura 12). Nestes cinco dentes (50%) observou-se perda integral da organização tissular, com necrose total ou parcial da polpa dentária. Destes mesmos dentes, quatro (40%) não apresentaram sinais de formação de barreira dentinária não havendo evidências de deposição de matriz dentinária. Ao contrário, outros quatro dentes (40%) com nível inflamatório mais brando exibiram importante

deposição de matriz dentinária em toda a extensão da superfície exposta (Figuras 13-14 e 18-19). Completando o grupo, ainda tem-se um dente no qual foi observada uma ínfima deposição de matriz dentinária, que foi insuficiente para promover a oclusão de toda a exposição e outro com uma deposição moderada, porém ainda insuficiente para ocluir toda a abertura da exposição (Figura 14). Com relação à infiltração bacteriana, verificou-se contaminação bacteriana em seis dentre dez dentes, o que representa 60% da amostra. Dos 4 dentes restantes, apenas dois dentes não exibiram sinais de contaminação; um apresentou bactérias nas secções dos túbulos dentinários e o outro apresentou contaminação bacteriana das paredes axiais do preparo (Tabela 1 e Figura 15).

5.1.5 Single Bond – trinta dias

Os resultados apresentados por este grupo foram extremamente insatisfatórios, revelando índices inflamatórios bastante elevados. Foram encontrados oito casos de inflamação pulpar severa/necrose, dentre dez dentes (80% - Figuras 18 e 19) e um caso de inflamação pulpar moderada (10%), o que representou um comprometimento tecidual inaceitável em 90% da amostra. Em apenas um dente (10%) foi constatado nível inflamatório leve, ou seja, um acometimento localizado (Figura 12). No que se refere à organização do tecido pulpar, somente dois dentes (20%)

apresentaram uma organização tecidual considerada aceitável como resposta à terapia de capeamento pulpar direto, com perda localizada de odontoblastos. Os 80% restantes, o que significa dizer oito dentes da amostra, exibiram destruição tecidual por necrose de coagulação, seja da polpa coronária, seja da polpa em sua totalidade (Figura 13). Uma capacidade reacional deficiente do tecido pulpar, expressada pela não formação de barreira dentinária em sete dentes (70% - Figuras 18 e 19) tratados com o sistema adesivo Single Bond no período de trinta dias pós-operatório, poderia ser considerada reflexo desta desestruturação do tecido pulpar, que teria culminado com a perda das funções pulpares, dentre elas a capacidade reparativa inerente a este tecido (Figura 14). A condição inflamatória do tecido pulpar teve influência direta sobre a capacidade reparativa da polpa. Esta correlação tornou-se evidente quando apenas um dente teve formação completa da barreira dentinária, sendo este o único elemento da amostra a apresentar uma resposta inflamatória leve, focal, ou seja, uma condição inflamatória capaz de gerar um mínimo comprometimento da polpa dentária, contribuindo na manutenção de suas funções biológicas. Reforçando tal evidência, temos a formação de uma barreira dentinária incompleta, porém em quantidade representativa (moderada), naquele elemento da amostra que exibia uma resposta inflamatória moderada, ou seja, menos localizada, que acometia em maior extensão e intensidade a polpa dentária em sua porção coronária (Figura 14). A coloração de Brown & Breen possibilitou a verificação de colônias bacterianas na polpa dentária de oito dentes da amostra (80%). As bactérias encontravam-se tanto

superficialmente ao tecido pulpar quanto em profundidade; inseridas no interior da polpa dentária, o que significa uma contaminação de maior gravidade. Não foi observada invasão bacteriana do tecido pulpar, das paredes axiais do preparo cavitário ou tampouco das secções dos túbulos dentinários em apenas dois dentes pertencentes a este grupo experimental (Figura 15). É importante ressaltar a presença de *debris* dentinários no interior do tecido pulpar de sete dentes pertencentes a este grupo e em três dentes deste grupo também foi observada a presença de restos alimentares impactados no interior da polpa dentária (Tabela 1).

5.1.6 One-up Bond F – trinta dias

Assim como no período pós-operatório de sete dias, os resultados deste grupo apresentaram semelhanças com o grupo controle, no qual foi empregado o cimento de hidróxido de cálcio Dycal e discreta diferença quando comparado ao grupo tratado com o sistema adesivo Single Bond. Estas diferenças porém, não foram consideradas estatisticamente significativas. Neste grupo também predominou uma resposta inflamatória severa (6 – 60% - Figura 20), embora níveis intermediários, ou seja, um grau inflamatório moderado e reações inflamatórias de baixa intensidade e localizadas tenham sido verificados em dois (20%) casos, respectivamente (Figuras 12 e 21). No que se refere à organização do tecido pulpar, os seis dentes (60%)

que apresentaram resposta inflamatória celular severa, exibiram alterações estruturais no tecido pulpar, com necrose tissular total ou parcial. Um dos dentes (10%) que apresentou resposta inflamatória moderada também exibiu necrose parcial do tecido pulpar (Figura 20). Dos dois dentes que apresentaram uma reação inflamatória focal, um (10%) exibiu um tecido pulpar compatível com o tecido pulpar normal, e o outro (10%), demonstrou uma perda odontoblástica localizada. O dente restante, com inflamação moderada também exibiu perda odontoblástica focal (Figura 13). Quanto à formação de barreira dentinária, a deposição de matriz dentinária nas subjacências da exposição foi observada em seis dentes (60% - Figura 20), sendo que barreiras dentinárias completas foram diagnosticadas em apenas dois dentes (20% - Figura 21), de modo que outros dois dentes (20%) exibiram uma deposição significativa de matriz dentinária, porém incapaz de promover a oclusão da exposição em toda a sua extensão e o último teve uma ínfima deposição de dentina reparadora. A não formação de barreira dentinária, a falta de deposição de matriz dentinária, foi verificada em três dentes, todos apresentando níveis inflamatórios severos, com necrose pulpar e em um dos dentes não foi possível fazer a avaliação por problemas técnicos (Figura 14). Foi constatada infecção bacteriana na polpa dentária dos seis dentes (60%) que apresentavam necrose pulpar. Ainda em relação à presença de bactérias, três dentes não tiveram positividade bacteriana detectada nas secções coradas pela técnica de Brown & Breen, sendo que dois destes dentes apresentavam reação inflamatória classificada como nível 1c e o outro reação inflamatória nível 2. A presença de bactérias

nas paredes axiais do preparo cavitário de um dos dentes com reação inflamatória nível 2 também foi constatada (Tabela 1 e Figura 15).

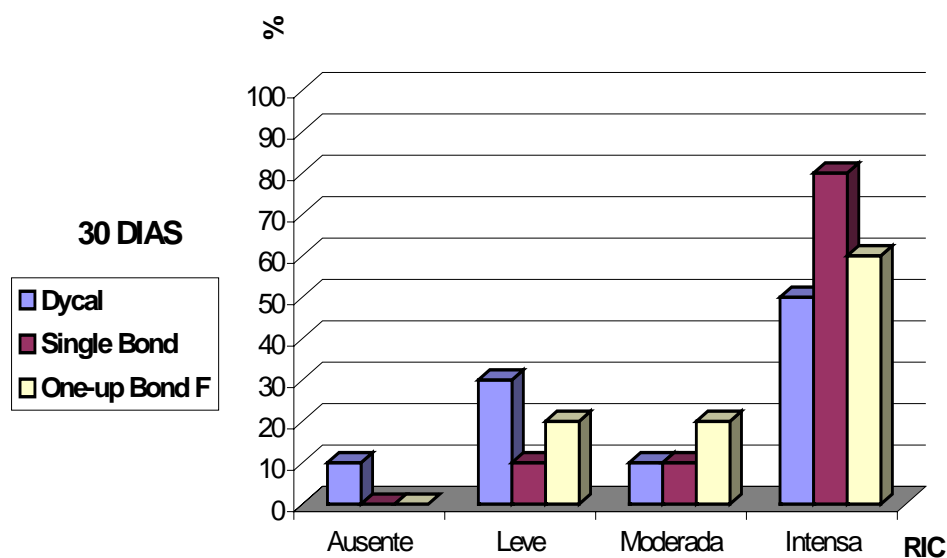


FIGURA 12 – Distribuição da variável resposta inflamatória celular (RIC) segundo o material em trinta dias.

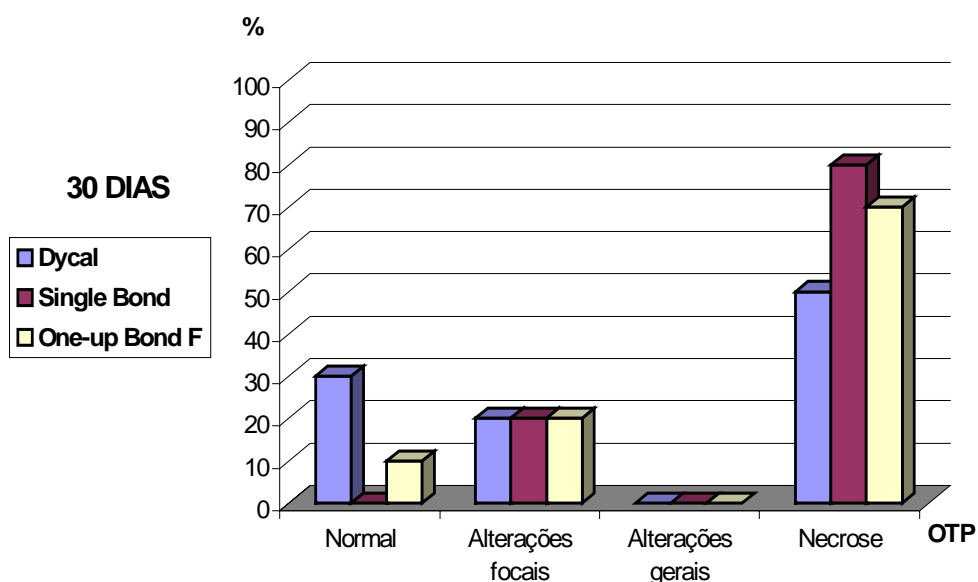


FIGURA 13 – Distribuição da variável organização do tecido pulpar (OTP) segundo o material em trinta dias.

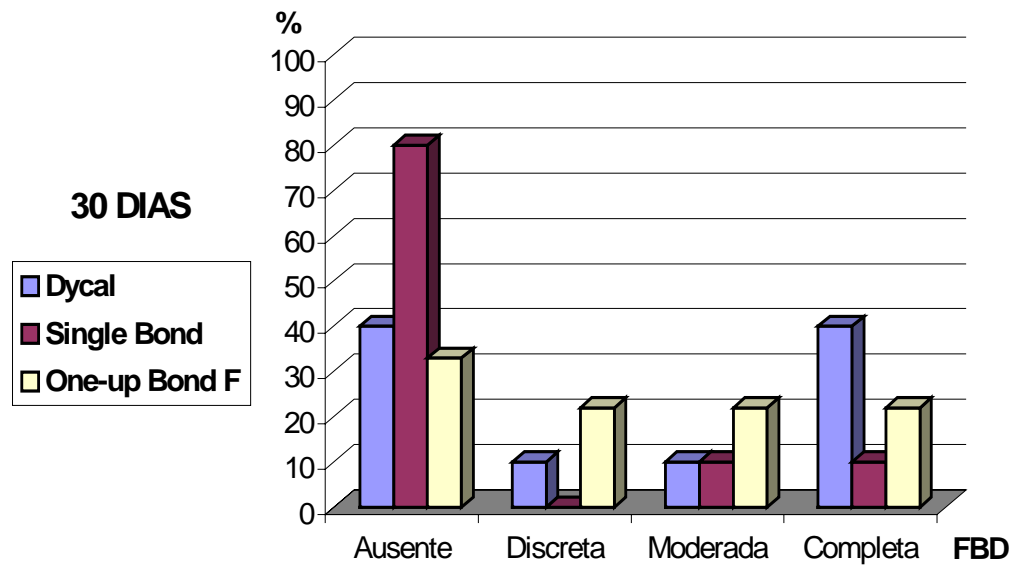


FIGURA 14 - Distribuição da variável formação de dentina reparadora (FBD) segundo o material em trinta dias.

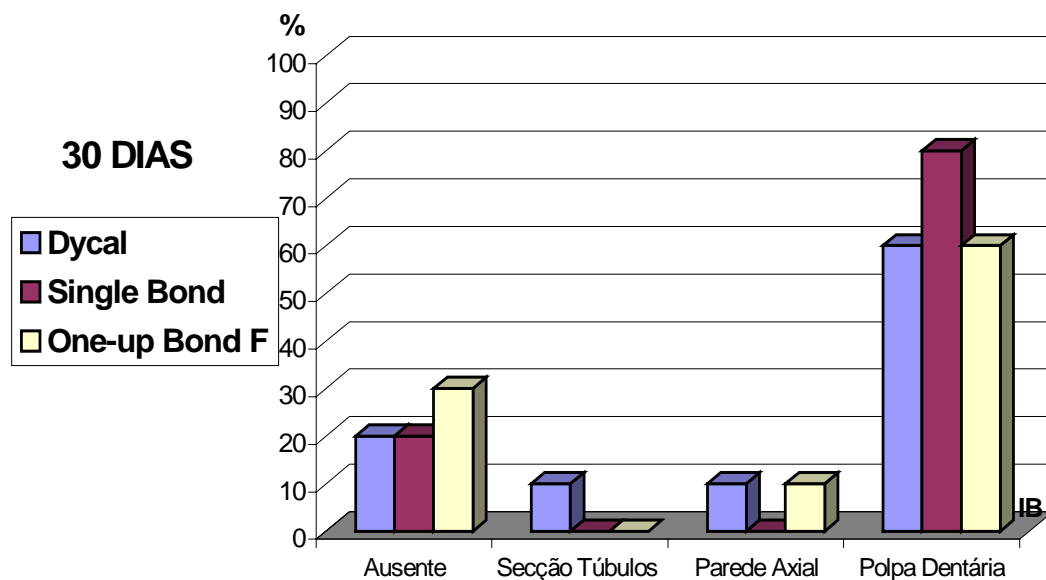


FIGURA 15 – Distribuição da variável identificação bacteriana (IB) segundo o material em trinta dias.

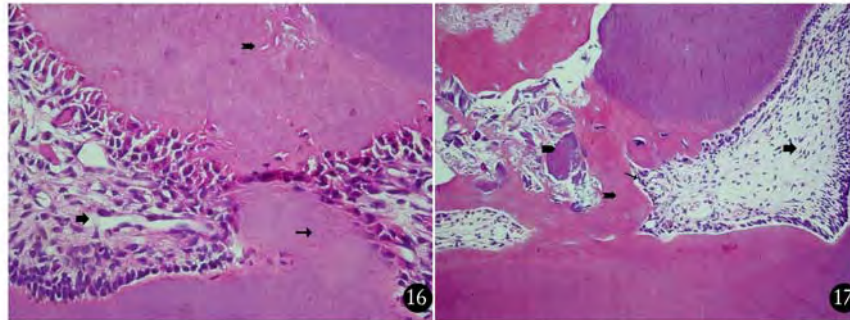


FIGURA 16 - Dycal trinta dias. ➔ Inflamação leve. ➔ Barreira dentinária. ➔ Dentina reparativa. Aumento de 400x (HE).

FIGURA 17 - Dycal trinta dias. ➔ Polpa dentária organizada. ➔ Camada odontoblástica reorganizada. ➔ Barreira dentinária. ➔ Debris dentinários. Aumento de 200x (HE).

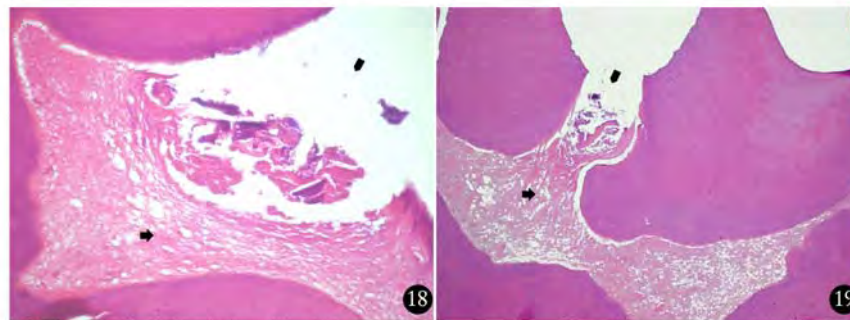


FIGURA 18 - Single Bond trinta dias. ➔ Necrose pulpar total. ➔ Exposição pulpar. Aumento original de 400x (HE).

FIGURA 19 - Single Bond trinta dias. ➔ Necrose pulpar total. ➔ Exposição pulpar. Aumento original de 200x (HE).

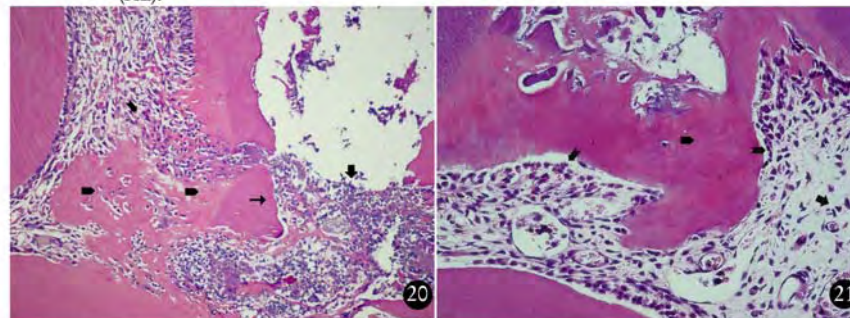


FIGURA 20 - One-up Bond F trinta dias. ➔ Necrose pulpar parcial. ➔ Debris dentinário. ➔ Matriz dentinária reacional. ➔ Inflamação pulpar moderada. Aumento de 200x (HE).

FIGURA 21 - One-up Bond F trinta dias. ➔ Inflamação pulpar leve. ➔ Barreira dentinária. ➔ Reorganização odontoblástica. Aumento original de 400x (HE).

5.1.7 Dycal – 45 dias

Os resultados histológicos registrados neste grupo foram bastante insatisfatórios, considerando os quatro parâmetros de avaliação empregados: resposta inflamatória celular, organização do tecido pulpar, formação de barreira dentinária e contaminação bacteriana. A totalidade dos espécimes deste grupo demonstrou contaminação do tecido pulpar e a impacção de restos alimentares internamente à polpa foi achado comum nos períodos pós-operatórios mais tardios, denotando perda da restauração (Figura 25). Tais condições demonstraram forte influência sobre a preservação do tecido pulpar e em relação à resposta inflamatória induzida naquele tecido, de modo que dentre 12 dentes, 11 (92%) apresentavam reação inflamatória severa e apenas um (8%) exibia um padrão inflamatório brando, com células inflamatórias mononucleares dispostas nas proximidades da exposição, preservando a integridade da polpa dentária em profundidade (Figura 22). Este dente, cujo tecido pulpar apresentava pouca infiltração de células inflamatórias, mantinha preservada as características histológicas do tecido pulpar, exibindo perda focal de células odontoblásticas no local da exposição, sendo ainda o único espécime do grupo a demonstrar intensa deposição de matriz dentinária, com conseguinte oclusão da zona de exposição pulpar (Figuras 22 e 24). Com exceção deste dente, os outros 11 dentes (92%) apresentavam alterações tissulares importantes, com necrose generalizada do tecido pulpar (Figuras 23, 26 e 27). Mesmo

dentre os espécimes cujo tecido pulpar se encontrava necrosado foi possível identificar casos em que houve uma reação do tecido pulpar numa tentativa de conter os danos sobre ele induzidos, observando-se uma discreta deposição de matriz dentinária em dois dentes (16,6%), um caso de deposição moderada de matriz dentinária, e apenas em um espécime os esforços reparativos foram capazes de promover a oclusão da zona de exposição, mas a barreira se formou à distância da exposição e foi insuficiente na manutenção da total integridade pulpar (Tabela 1, Figuras 24 e 27).

5.1.8 Single Bond – 45 dias

De uma amostra contendo 11 espécimes (91%), apenas um deles não teve detectada bactérias na intimidade do tecido pulpar ou da dentina exposta com o preparo cavitário (Figura 25). A impacção de restos alimentares internamente à polpa dentária, indicativo de perda de restauração, foi condição corriqueira. Quanto à resposta inflamatória induzida na polpa dentária, nível inflamatório 3 foram detectados em nove dentes (82%) (Figura 22), correspondendo aos mesmos espécimes que apresentavam infecção pulpar confirmada pela coloração de Brown & Breen (Figuras 28 e 29). Os outros dois dentes (18%) exibiram uma resposta inflamatória moderada, sendo que um deles preservou as características histológicas normais, de maneira que se observava uma perda de células odontoblásticas

restrita à zona da exposição (Figura 23), ao contrário do outro dente, que foi classificado como nível 3 neste critério, por apresentar uma necrose parcial da polpa coronária. Apesar do elevado índice de necrose pulpar, acometendo dez espécimes (91%), foi constatada a formação de três (27%) barreiras dentinárias completas e três (27%) barreiras incompletas, mas com uma deposição considerável de matriz dentinária (Figura 24). É válido ressaltar que dos três casos de completa oclusão da exposição pulpar pela deposição de matriz mineralizada, um dos espécimes considerados foi aquele que apresentava perda localizada da organização pulpar. Os quatro dentes (36%) restantes não demonstraram indícios de formação de barreira dentinária (Tabela 1e Figura 28).

5.1.9 One-up Bond F – 45 dias

Conforme mencionado na descrição do grupo anterior, os resultados histológicos apresentados não revelaram diferenças estatísticas significativas, seja com relação ao outro grupo experimental, seja com relação ao grupo controle. Bactérias invadindo a polpa dentária foram detectadas em todos os 9 dentes avaliados (Figura 25). O tecido pulpar de oito espécimes (89%) foi severamente acometido, demonstrando total desorganização tecidual, caracterizada por necrose pulpar (Figuras 23. 30 e 31). Estes mesmos dentes apresentaram índice de infiltração inflamatória nível 3, o que significa dizer que a polpa se encontrou severamente infiltrada ou necrosada

(Figura 22). Apenas um dente apresentou resposta inflamatória moderada, o qual foi o único a exibir uma maior organização pulpar, com perda localizada de odontoblastos e preservação do tecido pulpar em profundidade (Figuras 22 e 23). Com relação à formação de barreira dentinária, pôde-se verificar uma ampla variedade de resultados, desde a ausência (cinco dentes/ 55,5% - Figura 30) desta estrutura considerada como proteção pulpar e medida de avaliação da reatividade tecidual, até a sua completa formação (dois dentes/ 22% - Figura 31). Como condições intermediárias, nos referimos a um caso (11%) de discreta deposição de matriz dentinária e um caso (11%) de moderada deposição de matriz (Figura 24). É importante salientar que neste grupo também foram diagnosticados casos de perda de restauração, verificados pela impacção alimentar intra-pulpar, detectada nos cortes histológicos (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição dos dentes da amostra conforme o grupo a que pertence, em relação ao material capeador empregado e ao tempo experimental e os respectivos resultados histológicos, considerando os escores para resposta inflamatória celular, organização do tecido pulpar, formação de dentina reparativa e presença bacteriana.

Grupo	Total	Resposta Inflamatória Celular (RIC)				Organização do Tecido Pulpar (OTP)				Formação de dentina Reparativa (FBD)				Identificação Bacteriana (IB)					
		0	1a	1c	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
	Dias	Dentes																	
Dycal	7	12	0	0	6	1	5	1	6	0	5	7	3	0	0	2	0	0	9
	30	10	1	0	3	1	5	3	2	0	5	4	1	1	4	2	1	1	6
	45	12	0	0	1	0	11	0	1	0	11	7	2	1	1	0	0	0	12
Single Bond	7	10	0	0	4	3	3	0	3	1	6	8	0	1	1	3	0	1	6
	30	10	0	0	1	1	8	0	2	0	8	8	0	1	1	2	0	0	8
	45	11	0	0	0	2	10	0	1	0	11	4	0	3	3	1	0	0	10
One-up Bond F	7	11	0	0	8	3	0	1	9	0	1	4	3	4	0	2	3	0	5
	30	10	0	0	2	2	6	1	2	0	7	3	2	2	2	3	0	1	6
	45	9	0	0	0	1	8	0	1	0	8	5	1	1	2	0	0	0	9

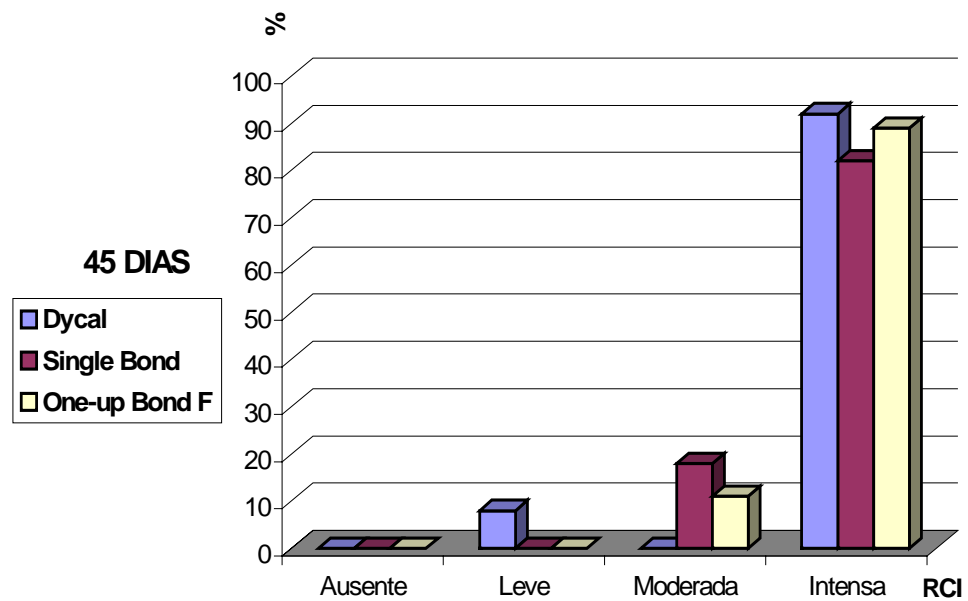


FIGURA 22 – Distribuição da variável resposta inflamatória celular (RIC) segundo o material em 45 dias.

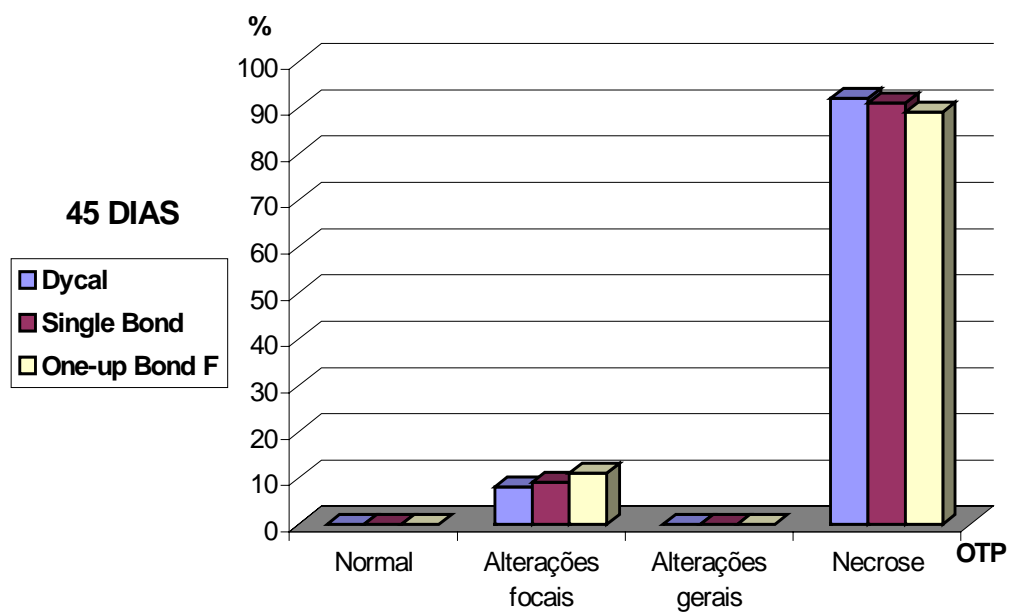


FIGURA 23 – Distribuição da variável organização do tecido pulpar (OTP) segundo o material em 45 dias.

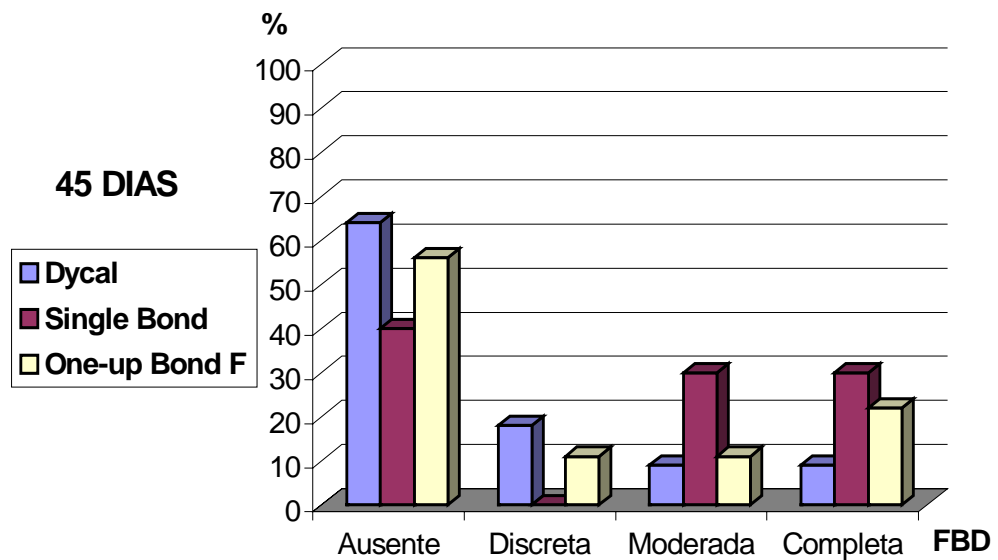


FIGURA 24 – Distribuição da variável formação de dentina reparadora (FBD) segundo o material em 45 dias.

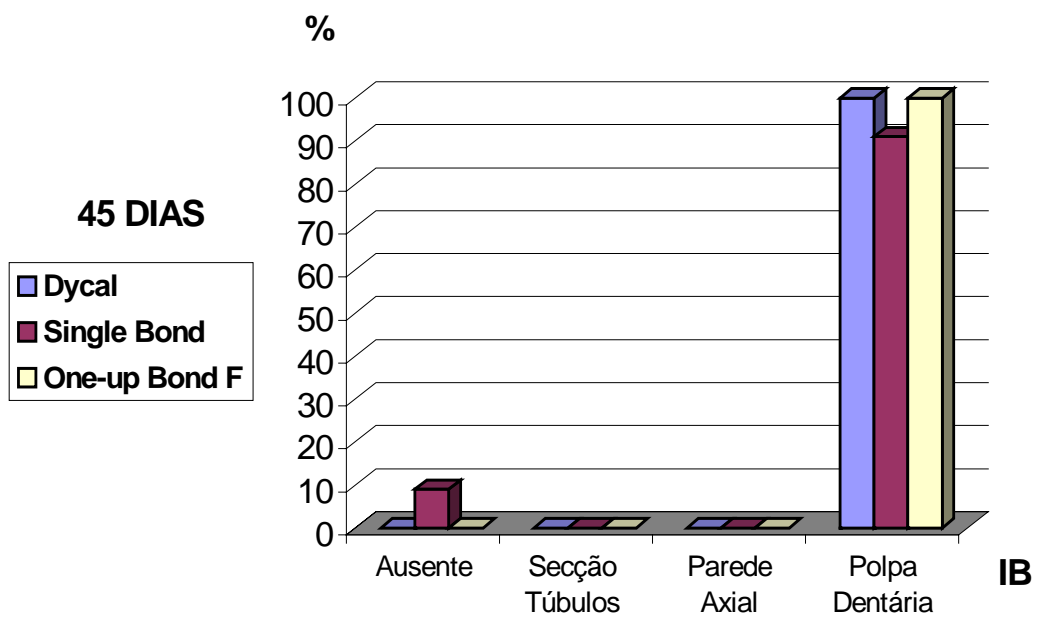


FIGURA 25 – Distribuição da variável identificação bacteriana (IB) segundo o material em 45 dias.

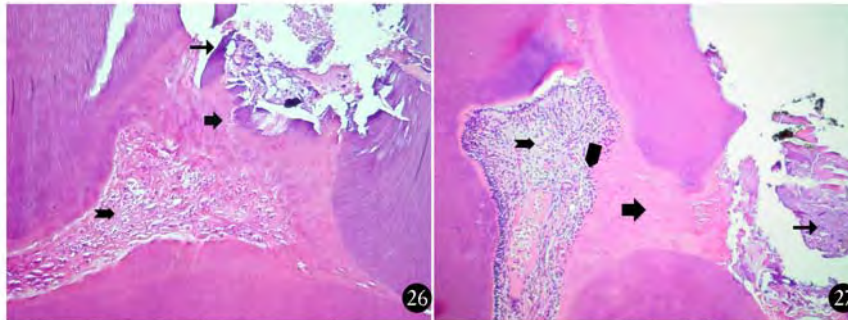


FIGURA 26 - Dycal 45 dias. ➔ Necrose pulpar total. ➔ Dentina reparativa. ➔ Debris dentinário. Aumento original de 200x (HE).

FIGURA 27 - Dycal 45 dias. ➔ Necrose pulpar parcial. ➔ Neoformação da camada odontoblástica. ➔ Barreira dentinária. ➔ Polpa dentária com inflamação leve e vasodilatação. Aumento original de 100x (HE).

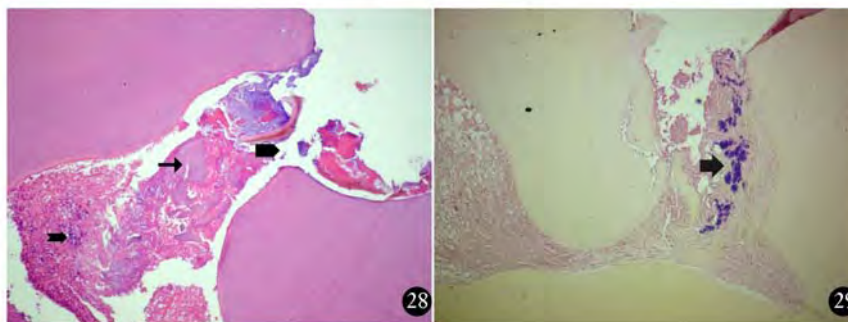


FIGURA 28 - Single Bond 45 dias. ➔ Necrose pulpar total. ➔ Debris dentinários. ➔ Exposição pulpar. Aumento original de 200x (HE).

FIGURA 29 - Single Bond 45 dias. ➔ Contaminação bacteriana. Aumento original de 200x (Brown & Breen).

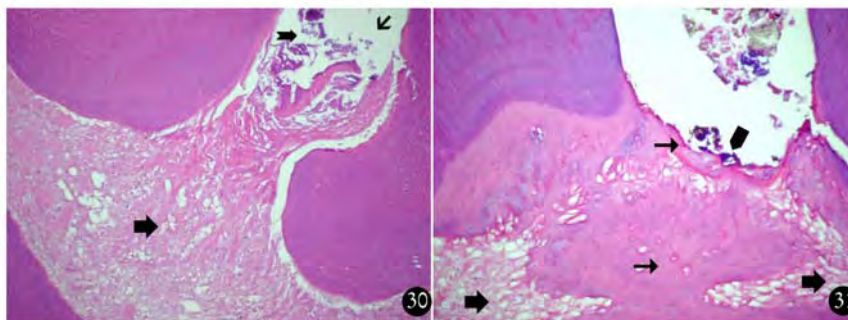


FIGURA 30 - One-up Bond F 45 dias. ➔ Necrose pulpar total. ➔ Debris dentinários. ➔ Exposição pulpar. Aumento original de 200x (HE).

FIGURA 31 - One-up Bond F 45 dias. ➔ Necrose pulpar total. ➔ Barreira dentinária. ➔ Colônia bacteriana. Aumento original de 400x (HE).

5.2 Análise inferencial

Os dentes foram considerados independentes entre si nas análises realizadas. Os materiais foram comparados em cada tempo e para esta análise os molares foram agrupados, ou seja, não foi realizada a distinção entre primeiros e segundos molares. Esta abordagem é plausível supondo que não existe interação entre tempo e dente e também porque o estudo apresenta um balanceamento entre dente e material. Em uma breve análise dos dados descritivos reagrupamos as informações mais relevantes:

- a) RCI: sugere diferença apenas no tempo de sete dias, sendo que o material One-up Bond F parece ser o melhor (Figura 2 e Tabela 1);
- b) OTP: idem RCI (Figura 3 e Tabela 1);
- c) FBD: o material Dycal apresenta valores menores nos grupos de sete e 45 dias, ao passo que para o material Single Bond, parece não haver diferença entre os grupos de sete e trinta dias e para o material One-up Bond F os resultados são semelhantes nos três tempos (Figuras 4, 14 e 24 e Tabela 1);
- d) IB (Figuras 5, 15 e 25 e Tabela 1): não parece haver diferenças entre os grupos, apenas uma tendência de alta do escore quando comparamos os tempos experimentais.

A análise pelo teste de Fisher, comparando apenas os materiais em cada tempo, mostra que existe diferença estatisticamente significativa apenas para as variáveis OTP e FBD, considerando um nível de significância de 5% (Tabela 2). Fazendo as comparações múltiplas utilizando a correção de Bonferroni para cada tempo, encontramos diferença estatisticamente significativa apenas para os materiais Single Bond e One-up Bond F para a variável OTP no tempo de sete dias. Para a variável FBD não encontramos diferença estatisticamente significativa, porém há indícios de diferença entre estes mesmos materiais ($p=0,056$) (Tabela 3).

Tabela 2 - Valores de p das comparações entre os materiais para cada tempo. Teste de Fischer

Variável	Tempo	p
Resposta Inflamatória Celular	7	0.113
	30	0.752
	45	0.518
Organização do Tecido Pulpar	7	0.024*
	30	0.565
	45	>0,999
Formação de Dentina Reparativa	7	0.039*
	30	0.324
	45	0.62
Identificação Bacteriana	7	0.205
	30	0.849
	45	0.625

Tabela 3 – Comparações múltiplas entre os materiais para OTP e FBD no tempo de sete dias

Variável	Material		p
	I	J	
Organização do Tecido Pulpar	Dycal	Single-Bond	0.447
	Dycal	One-up Bond F	0.104
	Single- Bond	One-up Bond F	0.01 *
Formação de Dentina Reparativa	Dycal	Single-Bond	0.211
	Dycal	One-up Bond F	0.112
	Single-Bond	One-up Bond F	0.056

6 DISCUSSÃO

O tratamento capeador direto se constitui em uma terapia conservadora do tecido pulpar que busca, com a aplicação de um material com propriedades estimuladoras ou facilitadoras, obter a reparação da polpa dentária exposta. O material capeador não necessita, obrigatoriamente, ter um efeito terapêutico sobre a polpa; materiais inertes também poderiam ser empregados, uma vez que não geram estímulos que comprometem o potencial reparador inerente à polpa dentária (HEYS et al.⁴⁵, 1981), porém, o material capeador ideal deveria ser capaz de destruir microrganismos, sem contudo gerar danos ou inflamação em níveis elevados ao tecido pulpar subjacente (FRIGOLETTO³¹, 1973).

Dentre os materiais de proteção empregados no capeamento pulpar direto, os materiais a base de hidróxido de cálcio constituem a primeira escolha (STOCKTON¹²⁸, 1999; MJÖR & FERRARI⁸⁶, 2002), por produzirem índices elevados de sucesso, com comprovação clínica e histológica, sendo portanto empregados como controles ou padrões de referência nos estudos *in vivo* de biocompatibilidade de materiais capeadores (DEMARCO et al.²⁹, 2001). Seu emprego e sua capacidade de induzir a formação de barreiras dentinárias são reconhecidos desde antes de 1920 (FOREMAN & BARNES³⁰, 1990; MJÖR⁸⁵, 2002). O efeito benéfico

do hidróxido de cálcio tem sido atribuído ao seu efeito bactericida e a injúria química por ele induzida (YOSHIBA et al.¹⁵⁴, 1995), que se restringe a uma zona de necrose, a qual atua como uma irritação do tecido vital em baixa intensidade, estimulando a defesa e o reparo pulpar (STANLEY et al.¹²⁷, 1972; TZIAFAS et al.¹⁴², 2000; HORSTED-BINDLEV & LORSCHALL⁴⁹, 2002;).

Uma questão que ainda não foi satisfatoriamente esclarecida recai sobre a participação do cálcio dos materiais à base de hidróxido de cálcio na composição da barreira dentinária. Holland et al.⁴⁶ (1982) sugeriram a participação do cálcio advindo de materiais capeadores à base de hidróxido de cálcio no processo de reparação pulpar, enquanto Pisanti & Sciaky¹⁰⁶ (1964) e Oguntebi et al.⁹⁸ (1995) afirmam não haver influência dos agentes capeadores sobre a formação de matriz de dentina reparadora e sua mineralização, sugerindo que componentes da matriz extracelular, mais do que os agentes capeadores diretos teriam importante influência na formação e mineralização da barreira dentinária de polpas em condição de reparação.

Torneck et al.¹³⁷ (1983) fizeram um estudo *in vitro* comprovando o efeito mitogênico do hidróxido de cálcio em baixas concentrações sobre fibroblastos pulpares. Estes autores também verificaram que concentrações elevadas desta substância ocasionam supressão da atividade celular e contenção de seus processos vitais. Os efeitos terapêuticos do hidróxido de cálcio podem ser influenciados pelo potencial reparativo inerente ao órgão dentário, um potencial que é, em parte, influenciado por sua celularidade e

vascularidade e pela extensão e grau de comprometimento inflamatório do tecido pulpar (TORNECK et al.¹³⁷, 1983).

Variações na composição dos materiais a base de hidróxido de cálcio refletem em diferenças na resposta reparativa por eles induzida no tecido pulpar (HEYS et al.⁴⁴, 1980; TAGGER & TAGGER¹³⁴, 1985; MOCHIZUKI et al.⁸⁸, 1998). O hidróxido de cálcio mais amplamente empregado e um dos mais efetivos na formação de barreira dentinária em exposições pulpares de dentes não inflamados é o Dycal (HEYS et al.⁴⁵, 1981; SUBAY & ASCI¹³³, 1993). Este material é composto por duas pastas e sua reação de presa se baseia na interação entre íons cálcio, íons zinco e quelante salicílico. Apresenta boa adaptação às paredes cavitárias, proporcionando um adequado selamento, com resistência mecânica satisfatória (LIEBENBERG⁷⁶, 1993). Quando da utilização da pasta de hidróxido de cálcio, observa-se diferença significativa em relação à barreira dentinária induzida, a qual se forma à distância do material capeador, com perda de tecido pulpar, provavelmente como consequência de uma maior difusão do material na polpa dentária, induzindo uma maior área de necrose (HEYS et al.⁴⁵, 1981). Niinuma⁹⁶ (1999) ressaltou que o efeito alcalino do cimento de hidróxido de cálcio Dycal é inferior ao da pasta, o que também poderia contribuir com estas diferenças na resposta pulpar quando da utilização de cada uma das formas de hidróxido de cálcio.

No presente estudo não foi verificada a formação da barreira em íntimo contato com o Dycal; foi registrada perda tissular, com indução de necrose na superfície pulpar tratada. Condição

semelhante foi obtida por Paterson et al.¹⁰³ (1981) e Jaber et al.⁵⁷ (1991), que observaram aos sete dias, necrose e inflamação focal como consequência de trauma e irritação química pelo cimento de hidróxido de cálcio Dycal e aos 28 dias registrou a presença de barreiras dentinárias completas. No presente trabalho, aos trinta dias, a presença de barreiras dentinárias também foi observada no grupo tratado com Dycal, embora apenas metade delas estivessem completas e não tenha sido um achado exclusivo dos dentes tratados com este material, mas condição observada em todos os grupos. Aos 45 dias, as formações completas de barreira dentinária foram ainda mais significativas, independentemente do material empregado, sugerindo que os materiais não tenham gerado danos pulparem iniciais irreversíveis e o elevado índice de insucesso seja consequência da contaminação pulpar mais tardiamente instalada.

Quando da ocorrência de microinfiltração ao redor de restaurações de amálgama capeadas com hidróxido de cálcio, as formulações complexas e que sofrem presa, como os cimentos Dycal e Life parecem proporcionar uma maior incidência de reparação, comparando às pastas, que também exibem capacidade de indução de barreira dentinária (LIM & KIRK⁷⁸, 1987). Esta diferença não foi sustentada por Sawusch¹¹³ (1963) e Weiss & Bjorvatn¹⁵⁰ (1970), demonstrando ambas as formas serem efetivas. A superioridade dos cimentos de hidróxido de cálcio nos casos onde ocorre infiltração bacteriana tem como provável causa a formação de uma barreira física mais eficiente contra a penetração bacteriana no tecido pulpar, diferente das pastas, que são hidrossolúveis (LIM & KIRK⁷⁸, 1987). A

degradação ou a dissolução de materiais a base de hidróxido de cálcio sob restaurações tem sido reportadas (FOREMAN & BARNES³⁰, 1990) e foram consideradas fator negativo quando da sua utilização. A capacidade que um material tem de induzir a formação de barreira dentinária após sua aplicação como material capeador direto depende, entre outros fatores, de sua integridade estrutural (LIEBENBERG⁷⁶, 1993).

A escolha do Dycal como grupo controle do experimento esteve fundamentada em todos os benefícios atribuídos ao material que estão descritos na literatura. Porém, faz-se necessário enfatizar que os molares de ratos são dentes bastante pequenos e procurando-se reproduzir as condições clínicas de indicação do tratamento capeador direto, de que as exposições pulpares devem ser pequenas, foi obrigatória a realização de exposições pulpares proporcionais ao tamanho do dente utilizado, ou seja, bastante pequenas. Assim, o volume ocupado pelo cimento de hidróxido de cálcio muitas vezes era excessivo e necessitava ser ligeiramente desgastado para que fosse possível acomodar o material restaurador. Deste modo, quando empregado sob restaurações de resina composta, poderiam reduzir o potencial de adesão da restauração para níveis inferiores as tensões geradas pela contração de polimerização da resina composta, o que induziria a separação do material capeador da superfície dentinária, formando fendas na interface e possibilitando a infiltração bacteriana nesta região. Quando são empregados como forramento cavitário, os materiais a base de hidróxido de cálcio ocupam uma área em superfície que poderia ser necessária pelo

sistema adesivo, podendo com isso comprometer a qualidade adesiva da restauração e até mesmo o seu selamento. Estas condições poderiam ter ocorrido e favorecido a infiltração bacteriana, justificando um menor índice de sucesso do tratamento capeador direto com hidróxido de cálcio quando comparado a estudos em ratos em que foi empregado o hidróxido de cálcio em pasta. Isto estaria relacionado à incapacidade do material em promover adequado selamento da exposição pulpar em relação ao meio externo, o que constitui uma desvantagem marcante do hidróxido de cálcio em relação aos sistemas adesivos (SWIFT JÚNIOR et al.¹³², 2003).

A este problema soma-se sua solubilização perante o condicionamento ácido necessário em restaurações com resina composta (FOREMAN & BARNES³⁰, 1990; HEITMAN & UNTERBRINK⁴³, 1995). A solubilidade do hidróxido de cálcio com soluções ácidas é considerada propriedade importante do material, pois pode ocasionar contaminação acidental da cavidade durante a técnica de condicionamento ácido, podendo comprometer a adesão do material restaurador e deste modo a qualidade final do tratamento (HWAS & SANDRIK⁵³, 1984).

Embora o Dycal tenha sido o material mais recomendado como controle, com índice de sucesso superior a 90%, recentemente tem sido reportado por vários pesquisadores como tendo índice de sucesso bem inferior a este outrora definido (STANLEY¹²³, 1998; AEINEHCHI et al.¹, 2003). Hu et al.⁵¹ (1998) observaram reações inflamatórias moderadas induzidas em molares de ratos tratados por capeamento pulpar direto com o cimento de hidróxido de

cálcio Dycal, sugerindo uma natureza irritativa do material. Embora quadros inflamatórios mais difusos e de intensidade moderada não tenham sido a expressão clínica mais frequentemente observada nos dentes tratados com Dycal, no presente trabalho, as reações pulparem classificadas como leves, por terem um aspecto mais localizado e sem grandes perdas teciduais, muitas vezes apresentavam uma intensa banda de células inflamatórias localizadas na região da exposição, podendo sugerir um efeito irritativo do material. Outro problema que pode ter contribuído com o elevado índice de insucesso com o Dycal registrado no presente trabalho, diz respeito à necessidade que o material apresenta em manter um íntimo contato com o tecido pulpar para que estimule a regeneração odontoblástica (STANLEY & GAINESVILLE¹²⁴, 1989). Em pequenas exposições, como ocorre nos molares de ratos, é possível que o material capeador não tenha entrado em contato com a polpa devido à presença de *debris* ou resíduos ou mesmo por extrusão pulpar. Stanley & Gainesville¹²³ (1989) afirmam que a exposição deve ter tamanho suficiente para permitir adequada limpeza e remoção de *debris*, permitindo o contato direto do material capeador com o tecido pulpar.

Segura et al.¹²⁰ (1997) observaram que o hidróxido de cálcio deprime a capacidade de adesão de macrófagos. Esta observação pode refletir de modo particular na resposta reparativa do tecido pulpar, pois os macrófagos são células importantes da resposta imune do hospedeiro, estando envolvidos em processos inflamatórios e infecciosos. A inibição da capacidade de adesão dos macrófagos pode ter um impacto fisiológico importante *in vivo*, uma vez que a

adesão destas células é essencial para que ela seja capaz de desenvolver suas funções fagocitárias e de apresentação de antígenos. Os autores acreditam que esta alteração poderia explicar, pelo menos em parte, a propriedade de o hidróxido de cálcio induzir a formação de tecido mineralizado. Por outro lado, esta alteração na adesão dos macrófagos poderia, no presente trabalho, ter contribuído com o elevado índice de insucesso observado no grupo tratado com o cimento de hidróxido de cálcio Dycal. Sendo o infiltrado inflamatório, em todos os casos avaliados em nosso trabalho, composto predominantemente por macrófagos e linfócitos, a redução da capacidade de adesão dos macrófagos representaria a redução das defesas imunológicas no local da exposição, deixando o tecido pulpar mais susceptível aos danos provocados por bactérias que por ventura infiltrassem a restauração.

Embora o hidróxido de cálcio seja empregado costumeiramente como material capeador direto, apresenta limitações que não o fazem um material ideal, incitando a busca de novos materiais que pudessem ser empregados com a mesma finalidade, porém que estivesse livre das limitações por ele oferecidas (SWIFT JÚNIOR & TROPE¹³⁰, 1999). Com este empenho muitos trabalhos foram desenvolvidos, o que permitiu averiguar que a cicatrização pulpar não é única de um dado medicamento ou material capeador (TZIAFAS¹⁴¹, 1994; RIBEIRO et al.¹⁰⁹, 2000). A atividade reparadora da polpa ocorre naturalmente, independentemente do material capeador empregado, desde que este seja capaz de prevenir a infiltração bacteriana (COX & SUZUKI²², 1994; COX et al.²⁵, 1996;

MURRAY et al.⁹³, 2003). White et al.¹⁵¹ (1994), Tziafas et al.¹⁴³ (2001) e Arakawa et al.³ (2003) acrescentam que uma irritação química de baixo grau, induzida pelo material capeador poderia potencializar a capacidade reparativa inerente ao tecido pulpar. Com base em dados experimentais apenas com animais e apesar da falta de dados de acompanhamento clínico bem controlado, os sistemas restauradores têm sido propostos como alternativa para o hidróxido de cálcio (GARONE et al.³⁵, 1993; RANLY & GARCIA-GODOI¹⁰⁸, 2000). O endossamento desta proposta terapêutica é questionável, particularmente considerando que a ferida pulpar nas condições clínicas estão comumente infectadas por cárie ou por microrganismos que adentraram a polpa por conseqüência de um período de exposição prolongado e as resinas apresentam limitada propriedade antibacteriana (BERGENHOLTZ⁶, 2001). Porém, os sistemas adesivos contemporâneos conferem adesão durável e estável, não apenas em esmalte, mas também em dentina, reduzindo notavelmente a microinfiltração bacteriana (GÓRECKA³⁸, 2000).

Alguns autores têm observado a reparação do tecido pulpar com alto grau de formação de barreira dentinária quando diversos sistemas adesivos são empregados no capeamento pulpar direto de exposições mecânicas (AKIMOTO et al.², 1998; TARIM¹³⁵, 1998; LIEBENBERG⁷⁷, 1999; HAFEZ et al.⁴⁰, 2002;), considerando tais materiais biologicamente compatíveis com o tecido pulpar (OLMEZ et al.⁹⁹, 1998; COX et al.²⁷, 2001; INOUE et al.⁵⁴, 2001). Diferenças importantes entre os resultados inflamatórios e reparativos obtidos com sistemas adesivos e hidróxido de cálcio foram

registradas, demonstrando o hidróxido de cálcio superioridade em relação aos sistemas adesivos, sugerindo um efeito citotóxico local destes materiais (TROPE et al.¹³⁹, 2002; MESTRENER et al.⁸³, 2003). Kitamura et al.⁶⁶ (2001) observaram um maior efeito indutor de apoptose da resina 4-META/MMA sobre as células pulpares de molares de ratos do que com o hidróxido de cálcio. Por outro lado, alguns trabalhos apontam a microinfiltração às margens de restaurações com resina como sendo a causa do insucesso de tratamentos de capeamento pulpar direto e não propriamente o efeito citotóxico destes materiais (KASHIWADA & TAKAGI⁶³, 1991; LIEBENBERG⁷⁷, 1999).

A penetração de microrganismos e seus subprodutos em um estágio inicial poderia ser controlado com o aumento no fluxo do fluido dentinário, que ocorre secundariamente à lesão pulpar inflamatória gerada pelo trauma da exposição. Como consequência, os mecanismos inflamatórios e imunológicos inicialmente induzidos, contribuiriam com o aumento da defesa pulpar contra agressões bacterianas. Por outro lado, se uma restauração possibilita a penetração bacteriana em suas margens, exige uma resposta em maiores proporções daquela observada em condições livres da influência microbiana. Conseqüentemente, a extensão do reparo nestas condições, deveria ser maior (ROBERTSON et al.¹¹⁰, 1998). Assim foi justificada a formação mais pronunciada de dentina reparativa na porção coronária da polpa de dentes com contaminação bacteriana dos túbulos dentinários observada no estudo de Paterson et al.¹⁰³ (1981) em macacos. Murray et al.⁹² (2002) observaram que uma vez infectada

a restauração, o nível inflamatório foi parcialmente mediado pelo grau de progressão microbiana através da cavidade em direção à polpa. Níveis inflamatórios mais severos foram observados quando da penetração bacteriana na câmara pulpar. Nos casos de contaminação bacteriana observou-se a persistência do quadro inflamatório, não ocorrendo sua remissão, mesmo que em alguns casos tenha ocorrido sua redução, o que se opõe à condição observada nos casos de ausência de contaminação. Os resultados revelados no presente estudo coadunam com as observações de Cox²¹ (1987), Kopel⁷³ (1992) e Murray et al.⁹² (2002), sendo notável a relação entre grau de contaminação e nível inflamatório.

White et al.¹⁵¹ (1994) e Murray et al.⁹⁰ (2002) observaram que o capeamento pulpar com sistemas adesivos proporcionou um menor índice de infiltração bacteriana, de inflamação e de necrose pulpar quando comparado ao mesmo tratamento com hidróxido de cálcio. No presente trabalho, resultados semelhantes foram observados, aos sete dias, com relação ao sistema adesivo One-up Bond F e o cimento de hidróxido de cálcio Dycal. É importante ressaltar que mesmo havendo uma menor contaminação pulpar dos dentes tratados com One-up Bond F nos tempos operatórios iniciais de sete e trinta dias, o índice de contaminação apresentou-se elevado também neste grupo, podendo ter como fatores contribuintes na redução da adesão do material à estrutura dentária, a deficiência no controle da umidade, dificuldade oferecida por uma área de trabalho restrita.

A força de união e a resistência à microinfiltração são características importantes do material capeador que merecem atenção (NAKABAYASHI et al.⁹⁴, 1992; TSUNEDA et al.¹⁴⁰, 1995; ARAKAWA et al.³, 2003), mas a reação imediata ao *primer* e a exposição a longo prazo do agente adesivo à polpa são de igual ou de maior importância nas reações induzidas no tecido pulpar pelos sistemas adesivos (PAMEIJER & STANLEY¹⁰², 1995; BURGOS & SANTOS⁸, 1997).

São apresentados na literatura resultados controversos a cerca do capeamento pulpar direto com sistemas adesivos, controversas estas que parecem ser explicadas por uma combinação variada de fatores biológicos e técnicos a que cada experimento está sujeito (CEHRELI et al.¹⁰, 2000; COX et al.²⁷, 2001). Os sistemas adesivos apresentam diferenças em sua composição química e na complexidade de sua aplicação, podendo estas diferenças influenciar no resultado final obtido com cada um dos materiais (BURGO & SANTOS⁸, 1997; HEBLING et al.⁴², 1999; KITASAKO et al.⁷¹, 2002). Deste modo, a escolha do sistema adesivo pode ser importante no sucesso do tratamento capeador direto (OLMEZ et al.⁹⁹, 1998). No trabalho de Kiba et al.⁶⁵ (2000), porém, a composição química dos monômeros resinosos não foi correlacionada a respostas histológicas específicas.

Medina et al.⁸² (2002) verificaram que as polpas dentárias de dentes de macacos responderam de forma similar quando capeadas com Dycal, Single Bond e One-up Bond F, exibindo níveis inflamatórios e de desorganização tecidual oscilando entre nulo e leve,

não sendo superior a estes valores de escore. Os autores ainda observaram que o emprego do cimento de hidróxido de cálcio Dycal levou à uma formação mais precoce de barreira dentinária, de modo que aos trinta e noventa dias, este grupo exibia barreiras mais consistentes e completas quando comparadas àquelas obtidas nos outros dois grupos tratados com os sistemas adesivos Single Bond e One-up Bond F.

Os resultados obtidos no presente estudo coadunaram parcialmente com estas observações, pois no período pós-operatório de sete dias, os dentes tratados com Dycal e One-up Bond F exibiram quadros inflamatórios similares, com predomínio das inflamações crônicas focais, porém os dentes tratados com Single Bond apresentaram uma maior variação nos resultados, diferindo-se dos dois grupos anteriores por ter a maioria dos dentes exibindo escores entre moderado e intenso/necrose. Estes resultados parecem ser o reflexo da qualidade de adaptação e selamento marginal oferecida por estes materiais, pois os resultados de presença bacteriana pulpar registrados neste período em cada grupo foi inversamente proporcional à gravidade da resposta inflamatória observada, de modo que o grupo tratado com One-up Bond F, que exibiu os melhores resultados em termos de resposta inflamatória, organização tecidual e formação de barreira dentinária, foi o que apresentou menor índice de contaminação bacteriana do tecido pulpar.

Embora o efeito bacteriano sobre o tecido pulpar deva ser considerado, não podemos desconsiderar uma eventual citotoxicidade do Single Bond, pois Huang & Chang⁵² (2002)

verificaram *in vitro*, ação citotóxica importante deste material sobre as células da polpa dentária humana. Ainda considerando os resultados apresentados por Medina et al.⁸² (2002), os nossos resultados em termos de formação de barreira dentinária não estão de acordo com os resultados por eles obtidos. No presente trabalho, em ratos, o grupo tratado com One-up Bond F apresentou uma deposição mais precoce de matriz dentinária reparadora e o grupo tratado com Dycal não exibiu diferenças marcantes quando comparado aos dentes tratados com Single Bond. Aos trinta dias, Dycal e One-up Bond F induziram a formação de barreira dentinária de forma semelhante entre si, porém com significativa distinção do grupo do Single Bond, em que poucos dentes apresentavam a formação de barreira, seja ela completa ou incompleta. Aos 45 dias, os resultados foram ainda mais díspares, de forma que os sistemas adesivos apresentavam resultados semelhantes entre si e distintos do grupo tratado com Dycal, o qual exibiu pouca formação de barreira dentinária. Estas diferenças podem ser explicadas pela utilização de modelos experimentais diferentes, o que se traduziria em dificuldades operatórias muitas vezes específicas. O emprego de ratos pôde ter influenciado tais resultados, pois a dificuldade de manipulação dos dentes destes animais é superior à observada nos macacos, o que poderia ter refletido em uma pior adesão e adaptação da restauração, comprovada pelo elevado índice de contaminação intrapulpar por bactérias.

Segundo Costa et al.¹⁷ (1999) e Kitasako et al.⁷¹ (2002), para que um material odontológico seja considerado apropriado ao uso em contato direto com o tecido conjuntivo, como a polpa dentária, não

poderia se difundir neste tecido, nem tampouco liberar partículas que assumissem uma ação irritante neste tecido. Deste modo, estes materiais não induziriam resposta inflamatória tipo corpo estranho, pois este tipo de resposta inibe a completa reparação do tecido pulpar (COSTA et al.¹⁵⁻⁷, 2000 e 1999). Monômeros resinosos não polimerizados, que se mantêm sobre a superfície de resina composta após sua polimerização podem atuar como radicais livres, produzindo efeitos citotóxicos intensos no tecido conjuntivo (COSTA et al.¹⁴, 2000; HUANG & CHANG⁵², 2002). Jontell et al.⁵⁹ (1995) observaram que componentes resinosos não polimerizados podem interferir na função local do sistema imune na polpa dentária, reduzindo o seu potencial de defesa. Conseqüentemente, a imunossupressão pulpar induzida por componentes resinosos não polimerizados poderia potencializar os danos microbianos ao tecido pulpar (JONTELL et al.⁵⁹, 1995). Kanca III⁶² (1993) considerou a forma não polimerizada das resinas mais citotóxica do que os respectivos materiais na forma polimerizada (COSTA et al.¹⁷, 1999), o que virtualmente tornaria todo material totalmente polimerizado biocompatível e a resposta tecidual seria mais favorável quando do emprego de materiais que se polimerizam mais rapidamente. Os autores sugeriram com isto que as resinas fotopolimerizáveis contendo Bis –GMA seriam os materiais mais biotoleráveis e o segredo para a obtenção de resultados bem sucedidos seria proporcionar um perfeito selamento biológico da restauração (KANCA III⁶², 1993). Transferindo para a clínica estes conceitos, espera-se que a resina composta gere danos pulpares cumulativos, pois aplicada sobre a polpa dentária como material

capeador, atua sobre este tecido por um longo período de tempo (COSTA et al.¹⁴, 2000). Os monômeros teriam seu efeito irritante amenizado com o decorrer do tempo, ou mesmo poderiam ser fagocitados por macrófagos, tornando-se menos tóxico, mas a presença de fragmentos polimerizados promove uma reação inflamatória persistente, indissolúvel (COSTA et al.¹⁸, 2000). Segundo estes autores, como partículas resinosas produzem efeito citotóxico e reação inflamatória persistente, os sistemas adesivos não deveriam ser considerados apropriados ao uso em contato direto com o tecido conjuntivo, como ocorre no tratamento capeador direto (COSTA et al.¹⁷, 1999; COSTA et al.¹⁴, 2000). Mantellini et al.⁸⁰ (2003) observaram que o sistema adesivo Single Bond, quando em contato direto com células pulpares induziu apoptose e interrupção do ciclo celular em proporções variáveis, diretamente relacionadas ao grau de polimerização da resina adesiva. A ocorrência destas alterações nas células envolvidas na regeneração do complexo dentino-pulpar justificariam a reação inflamatória induzida sobre a polpa e a deficiência na regeneração dentinária quando do emprego deste sistema adesivo e poderiam permitir um melhor entendimento dos resultados obtidos em nosso trabalho, que expressam condições pulpares desfavoráveis, com índices inflamatórios elevados, destoando dos resultados obtidos com os outros materiais no tempo experimental de sete dias. Os resultados negativos por nós registrados quando este sistema adesivo foi empregado, no período inicial de sete dias, podem ser ainda conseqüência de uma polimerização inadequada, talvez pela

presença de umidade, haja vista a necessidade de condicionamento ácido prévio.

Além da composição química do material, o prognóstico do tratamento capeador direto parece sofrer influência da técnica empregada (MJÖR & FERRARI⁸⁷, 2002; SWIFT JÚNIOR¹²⁹, 2002). O tempo dispensado na execução do procedimento capeador foi considerado por Mjör & Ferrari⁸⁷ (2002) como importante nos resultados obtidos na terapia de capeamento pulpar direto, indicando que os sistemas adesivos de frasco único têm vantagem sobre os de múltiplos frascos. Utilizando os sistemas adesivos Prompt L Pop, Syntac Single component, All Bond 2 e Prime & Bond, Schmalz et al.¹¹⁶ (2002) verificaram que os sistemas adesivos monocomponentes foram menos citotóxicos que os de múltiplos passos. Os sistemas de frasco único estão relacionados a uma redução nas variações entre operadores, mas o tempo operatório em si teria pouca importância, por representar uma diferença de segundos (MJÖR & FERRARI⁸⁷, 2002; SWIFT JÚNIOR¹²⁹, 2002). Os resultados obtidos aos 7 dias no presente trabalho também demonstram uma superioridade do sistema auto-condicionante One-up Bond F, que tem um menor número de passos técnicos quando comparado ao sistema adesivo Single Bond, que embora seja um material monocomponente, exige condicionamento ácido prévio.

Conforme exposto por Kanca III⁶¹ (1990), Kopel⁷³ (1997) e Schuurs et al.¹¹⁹ (2000), o tratamento da superfície dentinária de cavidades profundas e de exposições pulpares com solução de ácido fosfórico não induz danos pulpares significativos, que denotem

comprometimento da resposta reparativa deste tecido, uma vez proporcionado efetivo selamento marginal contra infiltração bacteriana. Ressaltando que estes resultados foram obtidos com o emprego de dentes hígidos. Muito embora no presente trabalho o condicionamento ácido tenha sido realizado diretamente sobre a polpa dentária, a forma gel impede a difusão do material pelo tecido pulpar e supostamente os efeitos pulpares não difeririam em grande parte das condições encontradas nas cavidades bastante profundas (HEITMAN & UNTERBRINK⁴³, 1995). Assim sendo, o condicionamento ácido em si não foi considerado como fator modulador de maior importância, em relação à resposta por ele induzida no tecido pulpar dos dentes tratados com Single Bond.

Embora os materiais dentários assumam um papel importante no tratamento capador direto pelo fato de estabelecerem um contato direto com o tecido pulpar, há uma confluência de variáveis com a capacidade de modular a resposta final deste tratamento, o que amplia as dificuldades de restauração dos dentes com exposição pulpar (MURRAY et al.⁹⁰, 2002). A identificação da influência relativa de todos os fatores envolvidos no preparo cavitário e na restauração permitirá a obtenção de práticas que viabilizem a manutenção da integridade pulpar com um mínimo ou com a ausência de danos a este tecido (COX et al.²⁷, 2001).

A polpa é um tecido conjuntivo frouxo de localização anatômica específica, cujos componentes extracelulares estão amplamente relacionados com suas propriedades fisiológicas. Reações inflamatórias e outros mecanismos de defesa na polpa dentária de

importância clínica ocorrem primariamente na matriz extracelular. No entanto, a composição da matriz extracelular da polpa durante o desenvolvimento dentário difere um pouco da composição em dentes maduros. Assim sendo, é importante não realizar grandes extrapolações sobre situações pulpares em humanos com base em resultados obtidos de estudo experimental em animais em fase de desenvolvimento dentário (LINDE⁷⁹, 1985).

A fibronectina é uma glicoproteína extracelular encontrada no tecido conjuntivo pulpar e em muitas membranas basais. É sugerida a participação destas moléculas como mediadores de adesão celular, seja com células ou componentes extracelulares (LINDE⁷⁹, 1985). Seux et al.¹²¹ (1991) sugerem que a fibronectina liberada da matriz extracelular da polpa, em consequência da exposição do tecido pulpar, esteja relacionada à formação da barreira dentinária (OGUNTEBI et al.⁹⁸, 1995; YOSHIBA et al.¹⁵⁵, 1996; TZIAFAS et al.¹⁴³, 2001).

A formação de barreira dentinária é considerada medida de avaliação da reparação pulpar, pois a polpa é um reservatório celular, fornecendo células necessárias durante o processo de reparo dentinário (HARROP & MACKAY⁴¹, 1968; HORSTED-BINDSLEV & LORSCHALL⁴⁹, 2002). A barreira dentinária é um tecido de reparação que se forma na área de exposição e que idealmente deveria restabelecer a condição de isolamento do tecido pulpar em relação ao meio externo (MJÖR⁸⁵, 2002). A sua presença após a instauração da terapia de capeamento pulpar direto é um bom indicativo prognóstico, pois demonstra a preservação da função

odontoblástica na região próxima à lesão (WATTS & PATERSON¹⁴⁶, 1981).

Considerando que a dentinogênese está sob o total controle dos odontoblastos (TEN CATE¹³⁶, 1985) e que nas exposições pulpare os odontoblastos que revestiam a área exposta são lesados ou até mesmo perdidos, para que ocorra a formação de barreira dentinária, é obrigatória a diferenciação de células com características semelhantes às dos odontoblastos e que estas repovoem a área lesada (HARROP & MACKAY⁴¹, 1968; HORSTED-BINDSLEV & LORSCHALL⁴⁹, 2002). O restabelecimento da camada odontoblástica tem demonstrado ser essencial à formação de um sistema regular de túbulos dentinários na barreira mineralizada neoformada (HARROP & MACKAY⁴¹, 1968). Mjör⁸⁵ (2002) e Scarano et al.¹¹⁵ (2003) observaram que decorridos poucos dias das exposições pulpare, observava-se a diferenciação de células *odontoblasto-like*. Após esta diferenciação celular, decorridos entre vinte e trinta dias após a intervenção clínica, Horsted et al.⁴⁷ (1981) e Mjör⁸⁵ (2002) observaram a formação de barreira dentinária. Sendo os odontoblastos células pós-mitóticas, são incapazes de se dividir e restabelecer uma nova camada odontoblástica. A possibilidade de que células latentes da camada subodontoblástica sejam reativadas e se diferenciem em novos odontoblastos nunca fora provada, porém não fora descartada. A teoria mais aceita, no entanto, é que após a exposição pulpar, novas células pulpare sejam recrutadas e se diferenciem em células *odontoblasto-like* (HARROP & MACKAY⁴¹, 1968; GOLBERG & LASFARGUE³⁶, 1994; MJÖR⁸⁵, 2002). As

citocinas, entre elas os fatores de crescimento, participam do controle da proliferação, migração e diferenciação celular durante o reparo pulpar (HORSTED-BINDSLEV & LORSCHALL⁴⁹, 2002). A liberação de componentes da matriz dentinária durante a dissolução e a degradação da dentina poderia expor células do complexo dentino-pulpar a moléculas com uma variedade de funções de sinalização celular, assim como atraindo novas células de defesa ao local da lesão no tecido pulpar (SMITH¹²², 2002). A fibronectina é o único componente comum ao tecido embrionário e ao tecido pulpar cicatricial que tem um papel reconhecido na expressão fenotípica do odontoblasto (SEUX et al.¹²¹, 1991). Especula-se que a presença de receptores de membrana para fibronectina poderia servir de sinal transdutor e iniciador da diferenciação de células pulpares em odontoblastos (SEUX et al.¹²¹, 1991; TZIAFAS¹⁴¹, 1994; KITASAKO et al.⁷², 2002).

O tecido pulpar não aderido, na ausência de uma eventual barreira, sofre degeneração, atrofia e infiltração (STANLEY¹²³, 1998). Assim, a barreira parece ser a melhor solução para a cicatrização final do tecido pulpar (VEIS¹⁴⁴, 1985; STANLEY¹²³, 1998), considerada sinal de sucesso no tratamento pulpar (FUKS et al.³³, 1982; MJÖR⁸⁵, 2002). No entanto, o conceito só parece ser verdadeiro quando um efetivo selamento bacteriano for obtido e mantido a longo prazo. Barreiras dentinárias completas protegem e mantêm a polpa livre de inflamação, mas graus variados de inflamação têm sido descritos sob pontes dentinárias incompletas ou contendo defeitos tipo túnel (FUKS et al.³³, 1982; MURRAY et

al.⁹⁰, 2002). Inflamação pulpar recorrente e necrose pulpar têm sido associadas a defeitos tipo túnel, condição frequentemente observada em exposições tratadas com hidróxido de cálcio, que se caracterizam pela inclusão de tecido pulpar na barreira mineralizada, mantendo aberta comunicação entre a polpa dentária e a interface com o material capeador (COX et al.²⁶, 1996). No presente trabalho houve casos de formação de barreiras dentinárias incompletas e algumas das barreiras completas apresentaram inclusão de tecido pulpar, o que poderia ter contribuído com a contaminação da polpa dentária e sua necrose tardia, mesmo que tenha ocorrido uma reação pulpar inicial, com deposição de uma barreira mineralizada. Deste modo, embora a presença de ponte dentinária seja parâmetro importante na avaliação do sucesso da terapia de capeamento pulpar direto, não é garantia de sucesso a longo prazo na resposta pulpar. Heys et al.⁴⁴ (1980) e Kitasako et al.⁷¹ (2002) observaram uma correlação inversamente proporcional entre a formação de barreira dentinária e o grau de inflamação do tecido pulpar. Assim como a persistência de uma reação inflamatória crônica com acúmulo de macrófagos e células gigantes multinucleadas não confere um ambiente pulpar satisfatório para a iniciação dos mecanismos reparativos da polpa (HEBLING et al.⁴² 1999; HORSTED-BINDSLEV & LORSCHALL⁴⁹, 2002), a formação de pontes dentinárias incompletas ou defeituosas podem favorecer o estabelecimento de quadros inflamatórios e representar um comprometimento tardio do processo de reparação do tecido pulpar. No entanto, Stanley¹²³ (1998) expõe condições em que a superfície pulpar de dentes expostos e tratados com condicionamento ácido e

aplicação de sistema adesivo se mantém saudável, sem que tivesse a formação de uma barreira dentinária. A explicação dada para estes casos é que a ausência de microrganismos, proporcionada por um adequado selamento, compensaria ou dispensaria a barreira dentinária. Condição semelhante foi observada em um caso, após sete dias do tratamento da exposição com o sistema adesivo One-up Bond F. Neste caso não houve detecção bacteriana pela coloração Brown & Breen. Yoshihara et al.¹⁵⁴ (1995) discutem que embora a formação de barreira dentinária seja considerada um dos critérios de julgamento do sucesso do capeamento pulpar, a ausência desta não seria, necessariamente, indicativa de insucesso do tratamento capeador, caso o tecido pulpar preserve suas características de normalidade, mantendo sua vitalidade.

O potencial reparativo do tecido pulpar, avaliado pelo espectro da formação de barreira dentinária é bom, uma vez que o tecido não se apresente inflamado, o que depende de fatores como habilidade profissional, dimensões da exposição, escolha do instrumental e do material capeador, bem como cuidados com assepsia, por serem fatores que participam no desenvolvimento da inflamação cirúrgica inicial (HORSTED-BINDSLEV & LORSCHALL⁴⁹, 2002). Tanto fatores traumáticos quanto a infecção bacteriana estimulam a liberação de citocinas pró-inflamatórias no tecido conjuntivo. Alterações vasculares e infiltração de células inflamatórias são ativadas na tentativa de eliminar moléculas irritantes. Componentes bacterianos como endotoxinas e constituintes da parede células estão implicados como patógenos no desenvolvimento da inflamação pulpar (HORSTED-BINDSLEV &

LORSCHALL⁴⁹, 2002). A presença de defeitos tipo túnel na barreira dentinária foi considerada por Stanley¹²³ (1998) como indicativa de severo dano pulpar no momento da exposição. Seriam canais vasculares outrora funcionais e agora inativos. Os túneis seriam reflexo do grau de traumatismo criado no tecido pulpar pela exposição. Quanto maior o dano, maior a vascularização necessária para restaurar a homeostasia local e promover a cicatrização da lesão. Com a resolução da lesão, muitos canais vasculares excedentes degenerariam, mas alguns persistiriam e incorporando-se à barreira dentinária dariam origem aos defeitos tipo túnel. Quando as exposições eram cuidadosamente obtidas, com mínimo dano à camada odontoblástica e com mínima impacção de *debris* e material capeador, a formação rápida de uma barreira relativamente sólida e com poucas inclusões celulares era descrita (STANLEY¹²³, 1998). Deve-se ressaltar que a presença de tecido pulpar incorporado à barreira dentinária foi condição freqüente nas barreiras dentinárias formadas no presente trabalho e considerando os conceitos expostos por Stanley¹²³ (1998), pode-se questionar se a técnica operatória por nós adotada não estaria induzindo um trauma demasiado ao tecido pulpar, o qual geraria não apenas barreiras dentinárias defeituosas, mas estaria relacionado a índices tão elevados de insucesso terapêutico. Tronstad¹³⁸ (1974) também observou freqüente formação destes defeitos quando do emprego de Dycal como material capeador direto. Mjör et al.⁸⁷ (1991) acrescentaram que a não formação de barreiras dentinárias consistentes, completas poderia ser conseqüência de infecção crônica persistente, condição registrada, ou melhor,

confirmada em nosso trabalho, quando aos 45 dias ainda predominavam as barreiras incompletas e as bactérias se faziam presentes na totalidade dos espécimes, os quais exibiam necrose pulpar.

O processo de reparação do tecido pulpar, com formação de barreira dentinária, torna-se invariavelmente bem sucedido à medida que os desafios microbianos subsequentes à instituição terapêutica sejam eliminados (GARONE FILHO et al.³⁵, 1993; SWIFT JÚNIOR & TROPE¹³⁰, 1999; BARTHEL et al.⁵, 2000; BERGENHOLTZ⁶, 2001; MJÖR⁸⁵, 2002). A causa primária das pulpopatias que ocorrem após a realização de tratamento restaurador é a microinfiltração bacteriana (KAKEHASHI et al.⁶⁰, 1965; BRÄNNSTRÖM & VOJINOVIÈ⁷, 1976; COX et al.²⁵⁻²⁶, 1996; BERGENHOLTZ⁶, 2001; COX et al.²⁷, 2001). Kakehashi et al.⁵⁹ (1965) e Gwinnett & Tay³⁹ (1997) demonstraram o efeito negativo das bactérias sobre o potencial de reparação do tecido pulpar quando observaram a preservação da vitalidade da polpa dentária de ratos *germ-free* e a formação de barreira dentinária em exposições mecânicas do tecido pulpar que ficaram sob a ação de agentes com variado espectro de pH e a na presença de *debris* alimentares.

O efeito deletério da infiltração bacteriana sobre o tecido pulpar em reparação após a instituição da terapia de capeamento pulpar direto ficou nitidamente estabelecido com os resultados obtidos e demonstrou-se independente do material capeador empregado. Pode-se considerar que a contaminação trans-operatória tem pouca influência sobre os resultados deletérios secundários à

infiltração pulpar bacteriana, haja vista que em condições normais, com exceção das exposições por cárie, a quantidade de microrganismos a que o tecido pulpar foi exposto e o tempo durante o qual o tecido pulpar ficou sob a ação destes agentes irritativos são pouco significativos se considerados isoladamente (WATTS & PATERSON¹⁴⁷, 1982; STANLEY¹²³, 1998). Mas, se estes estímulos forem somados a outros e mais gravemente, se a contaminação bacteriana se instalar e perpetuar no período pós-operatório, danos pulpares importantes são esperados (YOSHIBA et al.¹⁵⁴, 1995). Algumas falhas no tratamento capeador pulpar direto podem ser decorrentes de contaminação do tecido pulpar, seja durante ou após a instituição da terapia pulpar (FUKS et al.³³, 1982). A presença de restos alimentares no interior da polpa dentária reflete incontestável contaminação pós-operatória do tecido pulpar e esteve invariavelmente relacionada à necrose tecidual e ao fracasso do tratamento capeador. Qualquer fator que comprometa o selamento marginal de uma restauração interfere negativamente na habilidade de resposta da polpa dentária.

O emprego de isolamento absoluto com dique de borracha, conforme proposto por Sampaio¹¹² (1967), poderia minimizar a contaminação trans-operatória e talvez garantir uma melhor qualidade adesiva ao material restaurador resinoso, o que preveniria a contaminação pós-operatória, porém não foi possível adotar tal conduta no presente trabalho, no qual empregou-se o isolamento relativo por afastamento mecânico com espátula sete. A anestesia geral promove a redução do fluxo salivar que, associado ao

uso da arcada superior, proporcionaram um controle satisfatório da contaminação do campo operatório por umidade.

A identificação de bactérias no tecido é difícil, devido a pequena quantidade em que se encontram. Desta forma, o emprego de colorações específicas serve de ferramenta importante, auxiliando na identificação de condições em que há contaminação bacteriana. Watts & Paterson¹⁴⁸ (1990) colocam que a não identificação bacteriana nos cortes histológicos não pode ser interpretada como prova absoluta de ausência de contaminação, pois a pequena quantidade dos microrganismos dificulta a sua identificação e perdas bacterianas podem ocorrer durante o processamento. Estes autores ressaltam que o emprego do EDTA como solução desmineralizante reduz o efeito destrutivo do processamento sobre as bactérias, favorecendo a sua identificação. No presente estudo, o emprego da coloração de Brown & Breen nos auxiliou na definição do nível de contaminação bacteriana e o emprego de EDTA como solução desmineralizadora contribuiu com a preservação das bactérias. É importante a distinção destes níveis de contaminação pois foram observadas diferenças pulpares quando da ausência de microrganismos, quando da presença destes nas paredes laterais, axiais e/ou no interior do tecido pulpar, exibindo, nesta ordem, índice crescente de severidade inflamatória e comprometimento tecidual. Os registros de necrose pulpar tiveram influência notória de bactérias que, se estabelecendo no tecido pulpar, induziram uma resposta inflamatória que suplantou a capacidade reparativa inerente ao tecido pulpar.

Murray et al.⁹² (2002) fizeram a mesma observação, constatando que, uma vez infectada a restauração, o nível da inflamação gerada no tecido pulpar parece ser parcialmente mediado pelo grau de progressão microbiana através da cavidade em direção à polpa. Níveis inflamatórios mais severos são observados quando há penetração bacteriana na câmara pulpar. Ao contrário da inflamação induzida por trauma operatório, onde não houve contaminação, quando a inflamação é mediada por infecção bacteriana, observa-se uma inflamação persistente, que não sofre remissão com o decorrer do tempo pós-operatório (MURRAY et al.⁹², 2002). Considerando a maior importância da contaminação pós-operatória em relação à trans-operatória, como justificado anteriormente, são sugeridas como hipóteses na explicação do alto índice de contaminação pulpar encontrado no presente trabalho: a) as pequenas dimensões dentárias impossibilitam a acomodação de forma adequada do material capeador e do material restaurador; b) os animais são roedores e apresentam elevado desgaste das estruturas dentárias o que também favoreceria o deslocamento e/ou desgaste das restaurações, comprometendo a adaptação marginal das restaurações e por conseguinte favorecendo a infiltração marginal; c) baixa resistência de união do material restaurador à estrutura dentária de ratos.

O conceito de que o capeamento pulpar direto deve ser instituído apenas quando a exposição for pequena (< 1 mm) tem sido questionado, porém a cicatrização de uma ferida em geral está na dependência de suas dimensões, que não podem ultrapassar uma extensão que permita ao organismo ou ao tecido se proteger contra

infecção. As exposições pulpares são especialmente sensíveis à infecção, a qual compromete a capacidade auto reparativa da polpa dentária. Desta forma, a indicação da terapia de capeamento pulpar direto deve se restringir às pequenas exposições.

Considerando ainda que as grandes exposições podem estar relacionadas a uma maior dificuldade na obtenção da hemostasia e que a contaminação da loja cirúrgica por fluidos exsudativos compromete a qualidade final das restaurações adesivas, as exposições pulpares de grandes dimensões estariam mais predispostas à microinfiltração bacteriana e por conseguinte à instalação de danos pulpares irreversíveis, que poderiam culminar com o fracasso da terapia de capeamento pulpar direto. Sayegh¹¹⁴ (1968) afirmou em seu trabalho que o tamanho da exposição em si não demonstrou ser fator relevante na resposta inflamatória obtida. Procurando eliminar o maior número possível de variáveis que pudessem interferir na resposta reparativa do tecido pulpar e na tentativa de uma padronização dos preparos cavitários e das exposições pulpares, as pontas diamantadas foram utilizadas no presente trabalho em uma posição o mais próxima possível da perpendicularidade em relação ao plano oclusal do dente e aproximadamente um terço de sua ponta ativa foi inserida em profundidade na superfície oclusal deste dente. Procurou-se não realizar extensões laterais do preparo, de modo que a cavidade não fosse excessivamente alargada, tendo-se em mente que as dimensões dentárias são extremamente pequenas e a perda em demasia de estrutura dentária poderia não somente significar estímulo irritativo excessivo como também representar o enfraquecimento dentário,

podendo favorecer a fratura. A utilização de sonda exploradora Duflex® na obtenção da exposição pulpar foi uma medida adotada vislumbrando a padronização do diâmetro da exposição, pois a colocação da ponta ativa do instrumento em posição perpendicular em relação à parede axial do preparo cavitário e a aplicação de uma pequena pressão ao cabo do instrumento, concentraria a força em uma pequena área e a exposição obtida teria as dimensões do diâmetro da ponta ativa deste instrumento, eliminando ou ao menos reduzindo variações no tamanho da exposição do tecido pulpar que, conforme supracitado, parece exercer influência na resposta do tecido pulpar e em sua capacidade reacional.

A presença de *debris* dentinários foi freqüentemente observada em nossa amostra, um fator que teve influência negativa sobre os resultados terapêuticos obtidos neste trabalho e que deveria ser incluído como uma das variáveis clínicas a que o tratamento comumente está sujeito, exigindo cuidadosa atenção. A presença de *debris* dentinários esteve relacionada a quadros inflamatórios mais severos, induzindo danos pulpares em maior extensão. Isto ressalta a necessidade de uma maior atenção do operador na adoção de cuidados técnicos que objetivassem minimizar estímulos irritativos direcionados contra o tecido pulpar, contribuindo desta forma para o sucesso clínico do tratamento.

O acúmulo de *debris* dentinários na exposição impede o contato direto do medicamento ou do material capeador com a polpa viva. A incorporação destes fragmentos ao tecido pulpar com vitalidade pode potencializar a inflamação e impedir que o agente

capeador estimule a formação de matriz (JERREL et al.⁵⁸, 1984; KASHIWADA & TAKAGI⁶³, 1991; LIEBENBERG⁷⁶, 1993; STANLEY¹²³, 1998; HAFEZ et al.⁴⁰, 2002). Embora seja observada reação aos *debris* dentinários, por induzirem trauma físico conforme adentram no tecido pulpar e por conterem microrganismos que infectariam a polpa, Mjör⁸⁵ (2002) observou a reorganização do tecido pulpar de macacos, entre três e cinco dias, mesmo na presença destes *debris*. Murray et al.⁹³ (2003) observaram que os *debris* dentinários estimulam a formação de barreira, muito embora barreiras com *debris* demonstraram ser estruturalmente menos organizadas e estavam relacionadas a defeitos tipo túnel.

Stanley¹²³ (1998) observou que o confinamento dos *debris* dentinários à superfície pulpar exposta, não compromete o reparo da polpa, ao contrário, serve de estímulo à formação de dentina reparadora e eventualmente da barreira dentinária. O autor ainda coloca que resultados negativos são constatados quando da impacção destes *debris* em profundidade na polpa coronária (HORSTED et al.⁴⁸, 1985; FUSAYAMA³⁴, 1987). Esta condição pode ser gerada por instrumentos rotatórios, o que nos direcionou à realização das exposições com a ponta ativa de sondas clínicas e podem produzir uma pulpíte difusa, ou mesmo a formação de abscesso (STANLEY¹²³, 1998).

Deste modo pode-se considerar que a técnica pela qual a exposição foi criada também pode afetar a reparação deste tecido. Os efeitos do processo cirúrgico durante a restauração podem ser maiores que aqueles induzidos pelo material restaurador (COX et al.²⁴,

1992) e este dano cirúrgico é marcado, em molares de ratos, pela indução de apoptose odontoblástica, após o preparo cavitário (KITAMURA et al.⁶⁶, 2001; KITAMURA et al.⁶⁷, 2003). Técnicas pouco agressivas, que produzem um mínimo dano à polpa estão relacionadas a uma maior probabilidade de reparo tecidual (SAYEGH¹¹⁴, 1968; LIM & KIRK⁷⁸, 1987). Sayegh¹¹⁴ (1968) observou que nas condições de maior trauma, a habilidade dos odontoblastos e de outras células mesenquimais neoformarem dentina está reduzida e a dentina resultante tem um aspecto globular.

Um aumento da temperatura intrapulpar de apenas 5,5° C demonstrou, em trabalho de ZACH & COHEN¹⁵⁶ (1965), causar danos irreversíveis ao tecido pulpar. Aquecimento tecidual pode ocorrer durante a fotopolimerização de materiais resinosos (COSTA et al.¹⁸ 2000), e durante o preparo cavitário, exigindo atenção do operador para que danos adicionais à polpa dentária não sejam induzidos (GARONE et al.³⁵, 1993). Deste modo, cuidados técnicos como adequada refrigeração, uso de instrumentos cortantes rotatórios novos e outros cuidados que evitem danos iatrogênicos devem ser adotados. Schuurs et al.¹¹⁹ (2000) afirmam que o aumento da temperatura durante a polimerização do material não deveria ser considerado fator contra-indicativo de seu uso como capeador pulpar direto. Visando minimizar o número de fatores que pudessem interferir negativamente na resposta reparativa do tecido pulpar, o preparo cavitário foi executado sob constante refrigeração com soro fisiológico e as pontas diamantadas foram substituídas a cada quatro preparos, o que significa dizer que foi empregada uma ponta

diamantada para cada animal. Procurou-se não utilizar o jato de ar para evitar que a pressão do ar contribuísse com a penetração de agentes irritantes ou que por si só atuasse como um agressor ao tecido pulpar exposto. Assim, as secagens foram realizadas com papel absorvente. O controle hemostático e a remoção de *debris* dentinários foram realizados com “bolinha” de algodão estéril embebida em soro fisiológico. A grande quantidade de *debris* dentinários presente nos espécimes revela uma deficiência em sua remoção quando da adoção desta conduta. A realização da exposição pulpar propriamente dita com a sonda exploradora foi adotada com o intuito de minimizar a penetração de *debris* no interior pulpar, porém pareceu ser insuficiente, sugerindo a necessidade de outros cuidados, como por exemplo a irrigação local ao invés do uso de “bolinha” de algodão.

É importante ainda considerar que toda exposição é circundada por dentina e que esta dentina pode ter sido submetida a preparos cavitários ou coronários, a irritações decorrentes de cárie ou procedimentos restauradores anteriores ou ainda ser secundária a um traumatismo acidental. Desgastes excessivos por abrasão ou erosão também podem resultar em exposição pulpar. O modo como ocorreu a exposição pulpar pode refletir no resultado final do tratamento, pois implica em variações na condição clínica. Como exemplo desta variação temos a presença de *smear layer* na dentina preparada mecanicamente e sua ausência nas fraturas dentárias (MJÖR⁸⁴, 1985; MJÖR & FERRARI⁸⁶, 2002). Esta simples diferença pode significar distinção na qualidade adesiva ou restauradora; presença ou ausência de microrganismos nos túbulos dentinários e variações na

permeabilidade dos túbulos dentinários. As características da dentina que circunda o tecido pulpar podem, desta forma, serem críticas no processo de cicatrização e reparo pulpar (Mjör & FERRARI⁸⁶, 2002).

A reparação pulpar pode ainda ser modulada por fatores fisiológicos como a idade dentária e também pela história clínica de experiências patológicas passadas (GOLDBERG et al.³⁶, 1994; TZIAFAS et al.¹⁴¹, 1994; HEITMAN & UNTERBRINK⁴³, 1995). Como qualquer tecido vivo, o complexo dentino-pulpar responde a injúrias e estímulos nocivos que afetam o dente, porém, a natureza desta resposta vai refletir o estágio da vida dentária em termos de atividade celular e condições tissulares gerais (SMITH¹²², 2002). Um maior índice de sucesso com o tratamento capeador direto tem sido obtido em dentes jovens (MOCHIZUCHI et al.⁸⁸, 1998; SWIFT JÚNIOR & TROPE¹³⁰, 1999; MJÖR⁸⁵, 2002; SWIFT JÚNIOR et al.¹³¹, 2003), com uma alta reatividade pulpar do que em dentes mais idosos, com uma polpa rica em fibras, pouco celularizada e vascularizada (HORSTED-BINDSLEV & LORSCHALL⁴⁹, 2002). Sayegh¹¹⁴ (1998) também verificou a importância da vascularidade sobre a resposta reparativa da polpa, observando que dentes com rizogênese incompleta demonstraram maior formação de dentina, por apresentarem um maior aporte sanguíneo e uma melhor nutrição. Murray et al.⁸⁹ (2002) observaram que o envelhecimento pulpar que ocorre com o aumento da idade biológica do indivíduo se caracteriza pela redução no número de células odontoblásticas, subodontoblásticas e dos fibroblastos pulpares. Ocorre ainda um aumento da colageinização do tecido pulpar com a idade (LINDE⁷⁹,

1985). Segundo os autores, esta condição poderia reduzir a atividade reparativa da polpa.

Por este motivo foram empregados animais de três meses de idade, ou seja, animais jovens, porém com um tamanho que permitiu trabalhar de forma mais confortável, muito embora o trabalho de Matsuo et al.⁸¹ (1996) não tenha demonstrado relação estatística significativa entre os índices de sucesso da terapia de capeamento pulpar direto e a idade dos pacientes. Mestrener et al.⁸³ (2003) constataram a influência da idade biológica da polpa em relação ao material capeador empregado, verificando que a resposta pulpar obtida em cães usando pasta de hidróxido de cálcio foi independente da idade do animal, porém, quando o sistema adesivo All Bond 2 foi usado como material capeador, os autores registraram melhores resultados no grupo de animais jovens em termos de formação de barreira dentinária e reação inflamatória intrapulpar.

O sucesso biológico do capeamento pulpar direto depende ainda de cuidados na obtenção de adequado controle hemorrágico no local da exposição (SWIFT JÚNIOR & TROPE¹³⁰, 1999; ONUR et al.¹⁰⁰, 2000; SWIFT et al.¹³¹, 2003). Matsuo et al.⁸¹ (1996) observaram relação entre quantidade de sangramento na área de exposição e o índice de sucesso clínico, considerando o sangramento pulpar importante fator prognóstico. Por este motivo, cuidados foram dispendidos durante o ato cirúrgico, no intuito de eliminar variáveis que pudessem comprometer a resposta pulpar.

Um controle hemorrágico deficiente pode gerar complicações na resposta pulpar e o uso de um agente hemostático

poderia estar indicado como uma medida pró-reparativa, favorecendo o sucesso biológico da terapia de capeamento pulpar direto (OTSUKI et al.¹⁰¹, 1997; SWIFT & WALTON¹³¹, 1998; COX et al.²⁷, 2001). O uso de vasoconstritores no controle do sangramento e da exsudação da polpa dentária suprime a pressão e a circulação sanguínea tecidual, podendo afetar a reparação pulpar (FUJITANI et al.³², 2002) e por este motivo não foram empregados neste trabalho em nenhuma forma, seja por aplicação tópica para o controle local de hemorragia, seja associado à solução anestésica injetada em infiltração local.

As células pulpareas têm papel importante na cicatrização pulpar. Conseqüentemente, nenhuma solução ou material dentário aplicado sobre exposições pulpareas deveria ter efeito citotóxico sobre elas. Se uma solução de limpeza cavitária ou de controle hemorrágico é usada em uma exposição, deve-se esperar que este procedimento permita ou talvez estimule um reparo pulpar apropriado. Se a solução hemostática ou de limpeza cavitária é capaz de penetrar no tecido pulpar, pode destruir odontoblastos e células mesenquimais adjacentes à exposição. Como conseqüência, o número de células pulpareas poderia diminuir, levando a uma redução da capacidade reparativa da polpa (COSTA et al.¹⁹, 2001). Visando eliminar o maior número possível de variáveis que pudessem comprometer a reparação pulpar, baseado nos resultados de Costa et al.¹⁹ (2001), que apontam o hipoclorito de sódio e o peróxido de hidrogênio como soluções com efeito citotóxico em células pulpareas de rato, optou-se pela não utilização destas soluções na limpeza e

hemostasia dos preparos, dando-se preferência ao emprego de soro fisiológico, o qual não apresenta efeitos tóxicos sobre o tecido pulpar.

A presença de coágulo sanguíneo extrapulpar demonstra reduzir em 54% a incidência de formação de barreira dentinária (SCHRÖDER¹¹⁷, 1973). Kitasako et al.⁶⁹⁻⁷⁰ (1998 e 1999) sugeriram que a protrusão do tecido pulpar no espaço cavitário de dentes tratados por capeamento pulpar direto seja conseqüência de um controle deficiente da exsudação do tecido pulpar. Stanley & Pameijer¹²⁵ (1985) defendem a teoria de que a pressão gerada pelo edema pulpar seja capaz de deslocar o material capeador, criando um espaço, o qual seria preenchido posteriormente pelo tecido pulpar cicatrizado. Para Pitt Ford & Roberts¹⁰⁷ (1991), a exsudação induzida no tecido pulpar recobriria a área de exposição, impossibilitando o contato direto do material capeador com a polpa dentária, no momento de sua aplicação. Subseqüentemente a polpa em cicatrização preencheria o espaço outrora ocupado pelo exsudato. Schröder¹¹⁸ (1985) defende a hipótese de que o coágulo extrapulpar interfere na reparação porque a fibrina presente no coágulo sanguíneo atrairia leucócitos polimorfonucleares neutrófilos agindo como substância quimiotática e estes leucócitos poderiam tornar o quadro inflamatório persistente. O coágulo sanguíneo na superfície pulpar poderia ainda servir de substrato a bactérias, atraindo microrganismos à área de exposição (STANLEY & GAINESVILLE¹²⁴, 1989; MATSUO et al.⁸¹, 1996), embora alguns autores consideram que o coágulo sanguíneo e o tecido de granulação vascularizado que rapidamente se formam cobrindo superficialmente à exposição, em associação à pressão

tissular intersticial da polpa possam constituir barreiras efetivas contra a infecção do tecido pulpar (MJÖR⁸⁵, 2002). Um controle hemorrágico deficiente associado à sensibilidade técnica inerente aos sistemas adesivos é responsável por falhas na adesão do material restaurador à estrutura dentária (HAFEZ et al.⁴⁰, 2002).

Ainda considerando o emprego de sistemas adesivos e ressaltando a sua sensibilidade à contaminação por umidade, Costa et al.¹⁶ (2000) ressaltaram que o exsudato inflamatório do tecido pulpar pode inibir a completa polimerização dos sistemas adesivos quando aplicados diretamente sobre a superfície pulpar, de modo que os monômeros não polimerizados poderiam se difundir pela polpa, tendo efeitos citotóxicos. Xie et al.¹⁵² (1993) afirmam que a contaminação por proteínas sanguíneas reduz a força de adesão do sistema restaurador resinoso à dentina, mesmo que feito novo condicionamento da superfície contaminada. Nikaido et al.⁹⁷ (1995) especulam que as proteínas plasmáticas que permanecem na parede axial da cavidade não são removidas com facilidade por condicionamento ácido, dificultando a penetração do sistema adesivo. Kitasako et al.⁶⁸ (1999) acreditam que um sangramento não controlado ocasiona a contaminação da dentina, reduzindo a área de adesão disponível, interferindo na qualidade adesiva da restauração. Matsuo et al.⁸¹ (1996) atestaram que polpas dentárias que exibem sangramento copioso perante exposição, são mais susceptíveis ao sangramento recorrente após a prática do capeamento pulpar, mesmo que tenha sido comprovada a hemostasia no momento da aplicação do agente capeador. Diante do exposto, durante a execução dos procedimentos

cirúrgicos do experimento procurou-se um máximo controle sobre as variáveis que pudessem interferir no resultado final do tratamento capeador e o controle da hemorragia foi rigidamente observado, de modo que a aplicação do agente capeador só ocorria depois de comprovação visual da ausência de sangramento. No entanto, é importante salientar alguns fatores que poderiam estar relacionados ao índice elevado de necrose pulpar associada ao tratamento capeador direto. Muito embora tenha-se seguido com rigor o controle hemorrágico, algumas vezes observou-se hemorragia recorrente após a aplicação do material capeador, em especial com os sistemas adesivos. Outra observação importante é que as dimensões das cavidades poderiam ter dificultado a remoção de eventuais coágulos sanguíneos formados durante o processo de hemostasia, que se mantidos na cavidade, impediriam o contato direto do agente capeador com o tecido exposto e comprometeriam a qualidade adesiva da restauração, o que poderia ser traduzido como futura infiltração microbiana. Apesar destas observações, a formação de coágulo não foi freqüente, assim como os sangramentos recorrentes, o que poderia ser justificado pelas observações feitas por Onur et al.¹⁰⁰ (2000), que trabalhando com o sistema adesivo monocomponente Prime Bond na musculatura vascular de ratos, observou ter esta substância efeito vasoconstritor semelhante ao da epinefrina. Estes resultados levaram os autores a acreditar que o uso de sistemas adesivos seria auto-suficiente, dispensando o emprego de soluções adicionais no controle de hemorragia, sugerindo que os sistemas adesivos poderiam afetar consideravelmente o sucesso do capeamento pulpar direto. Por outro

lado, Ivanyi et al.⁵⁵⁻⁶ (2000 e 2002) verificaram que os sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose e Prime & Bond promovem dilatação de vasos da polpa dentária de ratos, condição caracterizada como temporária, havendo regressão do quadro com o passar do tempo experimental. Esta variação não foi influenciada pela presença de acetona na composição do sistema adesivo.

Minimizar os danos pulpares, limitar a profundidade de exposição, reduzir a quantidade de *debris* produzidos durante o preparo e fazer um adequado controle da hemorragia são consideradas medidas que favorecem o reparo pulpar (CORTÉS et al.¹², 2000; MURRAY et al.⁹⁰, 2002). Porém, quando se almeja o sucesso da terapia de capeamento pulpar direto é exigida a escolha de um material capeador biocompatível, haja vista que os efeitos específicos dos materiais não devem ser descartados (HEITMAN & UNTERBRINK⁴³, 1995; SWIFT JÚNIOR et al.¹³², 2003).

No entanto, para que um material seja considerado biocompatível e possa ser indicado como um método terapêutico de uso clínico rotineiro, é obrigatória a sua submissão a testes preliminares, incluindo testes *in vitro*, os quais devem ser complementados por testes *in vivo* em animais e confirmados por testes em humanos na condição real de uso para a qual esteja sendo proposto (NASCIMENTO et al.⁹⁵, 2000; HUANG & CHANG⁵², 2002). Modelos experimentais que sejam clinicamente relevantes não são fáceis de se obter e possuem limitações. Na maioria das vezes são extremamente simplistas e incapazes de abranger todas as possíveis variáveis que clinicamente estariam modulando a resposta final do

tratamento. Assim sendo, estudos experimentais em animais são necessários e assumem grande importância na avaliação preliminar dos materiais, porém estes resultados, não podem ser extrapolados e aplicados de forma equiparada em humanos como uma prática clínica rotineira, devendo ser expostos à uma avaliação cuidadosa em estudo clínico bem elaborado, antes que seu uso clínico seja advogado (NASCIMENTO et al.⁹⁵, 2000; COSTA et al.¹⁴, 2000; BERGENHOLTZ⁶, 2001). Costa et al.¹⁶ (2000) reforçam este conceito afirmando que as respostas pulpares induzidas em dentes animais, em condições experimentais, mesmo que semelhantes às condições clínicas a que os dentes estariam submetidos não podem ser estendidas diretamente para os dentes humanos. Outra consideração a ser feita em relação aos estudos experimentais envolve a padronização das condições do experimento, o que representa um desafio a ser superado, a fim de possibilitar a comparação dos resultados de diferentes experimentos (DEMARCO et al.²⁹, 2001).

Os estudos histológicos são importantes porque os quadros clínicos não condizem obrigatoriamente com as condições histológicas, o que significa dizer que a ausência de uma condição clínica desfavorável não pode ser considerada com segurança uma condição de sucesso terapêutico (PEREIRA et al.¹⁰⁴, 2000). Diversos trabalhos de capeamento pulpar direto, descritos na literatura, foram desenvolvidos com ratos. O emprego de ratos como modelo experimental representa um método bem aceito para a avaliação do tecido pulpar. Foi originalmente desenvolvido para estudar animais *germ-free*, mas vem sendo usado, por mais de trinta anos e de forma

bem sucedida, para outros estudos pulpares (KAKEHASHI et al.⁶⁰, 1965). O rápido desenvolvimento dos dentes dos ratos permite o estudo de todo o processo de reparação do tecido pulpar em um período de tempo relativamente curto (HARROP & MACKAY⁴¹, 1968). Os molares de ratos não apresentam crescimento contínuo; seu desenvolvimento é semelhante àquele observado nos dentes humanos; ao contrário do que ocorre com os incisivos destes animais, que apresentam crescimento e erupção contínuos e por este motivo não foram usados neste estudo (JABER et al.⁵⁷, 1991).

Dentre os trabalhos realizados em ratos podemos citar o estudo de Watts & Paterson¹⁴⁶ (1981) que analisou a resposta pulpar de dentes de ratos e cães mecanicamente expostos e tratados por capeamento pulpar, comparando-a aos resultados obtidos em outros estudos com humanos, concluindo que a resposta induzida no tecido pulpar de ratos por diferentes materiais demonstrou grande semelhança com a resposta obtida quando da prática do capeamento pulpar direto com os respectivos materiais em humanos, sendo ambas superiores à resposta observada em cães. Esta superioridade constatada nos dentes de rato foi atribuída a uma conformação anatômica mais favorável à reparação pulpar. Trabalhos de Costa et al.¹⁶ (2000) e Costa et al.²⁰ (2003) sobre capeamento pulpar direto com cimento de hidróxido de cálcio e sistemas adesivos também foram desenvolvidos em modelo experimental com ratos. Apesar de sua viabilidade, deve-se assumir a dificuldade no emprego deste modelo, considerando como principal limitação as pequenas dimensões dos dentes. No presente estudo, a opção pelo modelo em

ratos foi feita considerando a disponibilidade de animais e o menor custo no desenvolvimento da pesquisa.

Os estudos *in vivo* envolvem custos bastante elevados. A utilização destes animais de pequeno porte nos permitiu reduzir os custos de manutenção e também de manipulação dos animais, pois viabilizou a realização do experimento em âmbito laboratorial. Outra grande vantagem que foi ponderada na escolha e adoção deste modelo no presente trabalho, foi a possibilidade por ele oferecida na utilização de uma maior amostragem. Esta vantagem se deve à facilidade de obtenção dos ratos, que se reproduzem sem dificuldades e necessitam de um curto espaço de tempo para que atinjam a idade adequada para serem submetidos ao procedimento cirúrgico-restaurador.

Apesar das facilidades oferecidas por este modelo, dificuldades técnicas importantes são encontradas, sendo a principal delas e que teve influência direta nos resultados obtidos no presente trabalho, diz respeito às perdas de restauração. Jaber et al.⁵⁷ (1991) já salientavam a fragilidade das restaurações de amálgama em dentes de rato, reforçando que a permanência destas na cavidade preparada não era superior a trinta dias. Embora as restaurações no presente trabalho tenham sido feitas com resina composta, a mesma dificuldade foi observada e o número de restaurações perdidas nos tempos experimentais tardios foi grande. Embora os casos de perda evidente de restauração tenham sido excluídos, os casos considerados no estudo já poderiam apresentar falhas de adaptação marginal importantes, levando à contaminação bacteriana do tecido pulpar e, por conseguinte interferindo na resposta reparativa deste tecido. Deste modo, para a

avaliação a longo prazo do efeito pulpar dos materiais capeadores, o uso do modelo em ratos não parece ser o mais adequado. As diferenças entre o número de dentes apresentado nos resultados e o número de dentes inicialmente mencionado na descrição dos materiais e método, são justificadas por estas perdas de restauração que levaram ao descarte do material, somado as perdas ocorridas durante o processamento, lembrando que a grande quantidade de passos técnicos envolvidos desde o preparo do material até o estágio final de coleta dos dados torna o processo mais susceptível a estas perdas.

Sugere-se ainda dar preferência ao hidróxido de cálcio PA e não ao cimento de hidróxido de cálcio, lembrando o volume ocupado por este ser excessivo, comprometendo o selamento e a restauração final da cavidade. Outra consideração a ser feita diz respeito a escolha dos dentes. Os molares seriam os dentes de escolha, porém a dificuldade técnica encontrada na sua manipulação é grande e exige esmerada habilidade e, considerando os resultados encontrados neste trabalho, apenas os primeiros molares deveriam ser empregados, pois os segundos molares demonstraram maior sensibilidade técnica que os primeiros.

Quanto aos efeitos somáticos da terapia instaurada no presente estudo, podemos afirmar que as atividades biológicas dos animais foram preservadas, constatando-se perda de peso em apenas um dos animais do grupo de 45 dias. Este animal foi descartado do experimento e foi sacrificado, pois exibia redução no desgaste fisiológico dos incisivos, os quais, apresentando crescimento contínuo, ocasionaram a laceração da mucosa bucal na região de fórnice

vestibular, comprometendo a alimentação e, por conseguinte, as condições gerais de saúde do animal.

A capacidade reparativa da polpa e a preservação de células pulpares são hoje mais bem compreendidas, com base na influência e interação de fatores como sensibilidade técnica e variáveis relacionadas ao preparo cavitário e ao material restaurador a que o tecido pulpar está sujeito (KOPEL⁷⁴, 1997; MURRAY⁹², 2002). As condições clínicas que envolvem uma exposição pulpar são tão variáveis que parece inconcebível que apenas um tipo de tratamento seja suficiente e capaz de atender a todos os casos e às variadas circunstâncias (KEOGH⁶⁴, 1996; CHRISTENSEN¹¹, 1998; MJÖR⁸⁵, 2002).

Embora a interpretação isolada dos aspectos histológicos do tecido pulpar dos molares de ratos tratados por capeamento pulpar, no presente estudo, sugiram a contra-indicação desta terapia com qualquer um dos materiais avaliados, é importante considerar a fragilidade do modelo e/ou da metodologia empregada, exigindo uma complementação por outros trabalhos que venham a esclarecer o efeito real dos materiais sobre a polpa dentária, empregando-se um modelo que melhor reproduza as condições encontradas em dentes humanos.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e considerando a metodologia empregada, pôde-se concluir que:

- a) aos sete dias, o sistema adesivo autocondicionante One-up Bond F demonstrou superioridade em relação ao sistema adesivo monocomponente Single Bond, quanto a formação de barreira dentinária e a organização do tecido pulpar; não tendo evidência desta diferença para as variáveis RIC e IB, nem tampouco nos tempos experimentais de trinta e 45 dias;
- b) o cimento de hidróxido de cálcio Dycal não demonstrou diferença em relação aos sistemas adesivos Single Bond e One-up Bond F em todos os critérios e tempos experimentais analisados;
- c) aos trinta e 45 dias, todos os materiais demonstraram-se histologicamente insatisfatórios como materiais capeadores diretos .

8 REFERÊNCIAS*

- 1 AEINEHCHI, M. et al. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. **Int Endod J**, v.36, n.3, p.225-35, Mar. 2003. Disponível em: Ovid <file://A:\Cap.Dir4.htm>. Acesso em: 16 mar. 2003.
- 2 AKIMOTO, N. et al. Biocompatibility of Clearfil Liner Bond 2 and Clearfil AP-X system on nonexposed and exposed primate teeth. **Quintessence Int**, v.29, n.3, p.177-88, Mar. 1998.
- 3 ARAKAWA, M. et al. Direct pulp capping with an auto-cured sealant resin and a self-etching primer. **Am J Dent**, v.16, n.1, p. 61-5, Feb. 2003.
- 4 BALATON, A.J.; LOGET, P. Décalcification accélérée par les micro-ondes. **Ann Pathol**, v.9, n.2, p.140-1, fevr. 1989.

* Baseado em:
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação:** referências, elaboração, NBR6023. Rio de Janeiro, 2002. 23p.

- 5 BARTHEL, C.R. et al. Pulp capping of carious exposures: treatment outcome after 5 and 10 years: a retrospective study. **J Endod** v.26, n.9, p. 525-8, Sept. 2000. Disponível em: Ovid <http://gateway1.ovid.com:80/ovidweb.cgi>. Acesso em: 19 nov. 2002.
- 6 BERGENHOLTZ, G. Factors in pulpal repair after oral exposure. **Adv Dent Res**, v.15, p.84, Aug. 2001.
- 7 BRÄNNSTRÖM, M.; VOJINOVIĆ, O. Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. **J Dent Child**, v.43, n.2, p.15-21, Mar./Apr.1976.
- 8 BURGOS, M.E.; SANTOS, R.A. Condicionamento ácido total. **RGO (Porto Alegre)** v.45, n.6, p.339-41; nov./dez. 1997.
- 9 CARINI, F.; VARIA, P.; VALENZA, V. Rilievi biomorfologici su due adesivi d'ultima generazione. **Dent Cadmos**, v.70, n.4, p.77-80, apr. 2002.
- 10 CEHRELI, Z.C. et al. Short term human primary pulpal response after direct pulp capping with fourth generation dentin adhesives. **J Clin Pediatr Dent**, v.25, n.1, p.65-71, Fall 2000.
- 11 CHRISTENSEN, G.J. Pulp capping 1998. **J Am Dent Assoc**, v.129, n.9, p.1297-99, Sept. 1998.

- 12 CORTÉS, O.; GARCÍA, C.; BERNABÉ, A. Pulpal evaluation of two adhesive systems in rat teeth. **J Clin Pediatr Dent**, v. 25, n.1, p.73-7, Fall 2000.
- 13 COSTA, C.A.S.; EDWARDS, C.A.; HANKS, C.T. Cytotoxic effects of cleansing solutions recommended for chemical lavage of pulp exposures. **Am J Dent**, v.14, n.1, p.25-30, Feb. 2001.
- 14 COSTA, C.A.S.; HEBLING, J.; HANKS, C.T. Current status of pulp capping with dentin adhesive systems: a review. **Dent Mater**, v.16, n.3, p.188-97, May 2000.
- 15 COSTA, C.A.S.; HEBLING, J; TEIXEIRA, M.F. Estudo preliminar da compatibilidade biológica dos adesivos dentinários All-Bond 2 e Scotchbond MP. Avaliação histológica de implantes subcutâneos em ratos. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v.11, n.1, p.11-8, jan./mar. 1997.
- 16 COSTA, C.A.S.; MESAS, A.N.; HEBLING, J. Pulp response to direct capping with an adhesive system. **Am J Dent**, v.13, n.2, p.81-7 Apr. 2000.
- 17 COSTA, C.A.S.et al., Biocompatibility of an adhesive system and 2-hydroxyethylmethacrylate. **ASDC J Dent Child**, v. 66, n.5, p. 337-42, Sept./Oct. 1999.

- 18 COSTA, C.A.S. et al. Biocompatibility of two current adhesive resins. **J Endod**, v.26, n.9, p. 512-6, Sept. 2000. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com:80/ovidweb.cgi>. Acesso em: 19 nov. 2002.
- 19 COSTA, C. A. S. et al. Response of human pulps capped with self-etching adhesive system. **Dent Mater**, v.17, n.3, p.230-40, May 2001.
- 20 COSTA, C.A.S. et al. Biocompatibility of resin-based materials used as pulp-capping agents. **Int Endod J**, v.36, n.12, p.831-9, Dec. 2003. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com:80/ovidweb.cgi>. Acesso em: 14 mar. 2004.
- 21 COX, C.F. Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial infection. **Oper Dent**, v. 12, n.4, p.146-52, Autumn 1987.
- 22 COX, C.F.; SUZUKI, S. Re-evaluating pulp protection: calcium hydroxide liners versus cohesive hybridization. **J Am Dent Assoc**, v.125, n.7, p.823-31, July 1994.
- 23 COX, C.F. et al. Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. **J Prosthet Dent**, v. 57, n.1, p.1-8, Jan. 1987.

- 24 COX, C.F. et al. Reparative dentin: factors affecting its deposition. **Quintessence Int**, v. 23, n.4, p.257-70, Apr. 1992.
- 25 COX, C.F. et al. Biocompatibility of various dental materials: pulp healing with a surface seal. **Int J Periodont Rest Dent**, v.16, n.3, p.240-51, June 1996.
- 26 COX, C.F. et al. Tunnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp capping. **Oper Dent**, v.21, n.1, p.4-11, Nov. 1996.
- 27 COX, C.F. et al. Technique sensitivity: biological factors contributing to clinical success with various restorative materials. **Adv Dent Res**, v.15, p.85-90, Aug.2001.
- 28 CUNNINGHAM, C.D. et al. Microwave decalcification of human temporal bones. **Laring**, v.111, n.2, p.278-82, Feb. 2001. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com/ovidweb.cgi?S=IDNJHKJOJBIPHM00D&Full+Text=L%7cS.sh...> Acesso em: 14 mar. 2004.
- 29 DEMARCO, F.F. et al. Pulp response and citotoxicity evaluation of 2 dentin bonding agents. **Quintessence Int**, v.32, n.3, p.211-20, Mar. 2001.

- 30 FOREMAN, P.C.; BARNES, I.E. A review of calcium hydroxide. **Int Endod J**, v.23, n.6, p.283-97, Nov. 1990.
- 31 FRIGOLETTO, R.L. Pulp therapy in pedodontics. **J Am Dent Assoc**, v.86, n.6, p.1344-8, June 1973.
- 32 FUJITANI, M. et al. Direct adhesive pulp capping: pulpal healing and ultra-morphology of the resin-pulp interface. **Am J Dent**, v.15, n.6, p.395-402, Dec. 2002.
- 33 FUKS, A.B.; BIELAK, S.; CHOSAK, A. Clinical and radiographic assessment of direct pulp capping and pulpotomy in young permanent teeth. **Pediatr Dent**, v.4, n.3, p.240-4, Sept. 1982.
- 34 FUSAYAMA, T. Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. **Quintessence Int**, v.18, n.9, p.633-41, Sept. 1987.
- 35 GARONE FILHO, W.; CARMO, A.R.P.; GERALDELI, S. Resposta pulpar ao condicionamento ácido da dentina. **Rev Bras Odontol**, v.50, n.1, p.12-7, jan./fev. 1993.
- 36 GOLDBERG, M; LASFARGUES, J.J.; LEGRAND, J.M. Clinical testing of dental materials: histological considerations. **J Dent**, v.22, Suppl. 2; p. S25-8; 1994.

- 37 GOLDBERG, M; LASFARGUES, J.J. Pulpo-dentin complex revisited. **J Dent**, v.23, n.1, p.15-20, Feb. 1995.
- 38 GÓRECKA, W.; SULIBORSKI, S.; BISKUPSKI, T. Direct pulp capping with a dentin adhesive resin system in children's permanent teeth after traumatic injuries: case reports. **Quintessence Int**, v.31, n.4, p. 241-8, Apr. 2000.
- 39 GWINNETT, A.J.; TAY, F.R. Early and intermediate time response of the dental pulp to an acid etch technique in vivo. **Am J Dent**, v.10, Spec Issue, S35-44, Jan. 1997.
- 40 HAFEZ, A.A. et al. An *in vivo* evaluation of hemorrhage control using sodium hypochlorite and direct capping with one- or two-component adhesive system in exposed nonhuman primate pulps. **Quintessence Int**, v.33, n.4, p.261-72, Apr. 2002.
- 41 HARROP, T.J.; MACKAY, B. Electron microscopic observations on healing in dental pulp in rat. **Arch Oral Biol**, v.13, n.4, p.365-85, Apr. 1968.
- 42 HEBLING, J.; GIRO, E.M.A.; COSTA, C.A.S. Biocompatibility of an adhesive system applied to exposed human dental pulp. **J Endod**, v.25, n.10, p.676-82, Oct. 1999.

- 43 HEITMANN, T.; UNTERBRINK, G. Direct pulp capping with a dentinal adhesive resin system: a pilot study. **Oper Dent**, v.26, n.11, p.765-70, Nov. 1995.
- 44 HEYS, D.R. et al. The response of four calcium hydroxides on monkey pulps. **J Oral Pathol**, v.9, n.6, p.372-9, Nov. 1980.
- 45 HEYS, D.R. et al. Histological considerations of direct pulp capping agents. **J Dent Res**, v.60, n. 7, p. 1371-9, July 1981.
- 46 HOLLAND, R. et al. Histochemical analysis of the dogs' dental pulp after pulp capping with calcium, barium, and strontium hydroxides. **J Endod**, v.8, n.10, p.444-7, Oct. 1982.
- 47 HORSTED, P.; EL ATTAR, K.; LANGELAND, K. Capping of monkey pulps with Dycal and Ca-eugenol cement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v52, p. 531-53, Nov. 1981.
- 48 HORSTED, P. et al. A retrospective study of direct pulp capping with calcium hydroxide compounds. **Endod Dent Traumatol**, v.1, n.1, p. 29-34, Feb. 1985.
- 49 HORSTED-BINDLEV, P.; LOVSCHALL, H. Treatment outcome of vital pulp treatment. **Endod Top**, v.2, n.1, p. 24-34, July 2002. Disponível em: Ovid. File://A:\Cap.Dir3.htm. Acesso em: 16 mar. 2004.

- 50 HOUSTON, W.J.B. A new design of rat mouth prop. **J Dent Res**, v. 43, n.3 p.458, May/June 1964.
- 51 HU, C.C. et al. Reparative dentin formation in rat molars after direct pulp capping with growth factors. **J Endod**, v.24, n.11, p.744-51, Nov.1998.
- 52 HUANG, F.M.; CHANG, Y.C. Citotoxicity of dentine-bonding agents on human cells *in vitro*. **Int Endod J**, v.35, n.11, p.905-9, Nov. 2002.
- 53 HWAS, M.; SANDRIK, J.L. Acid and water solubility and strength of calcium hydroxide bases. **J Am Dent Assoc**, v.108, n.1, p.46-8, Jan.1984
- 54 INOUE, T.; MYIAKOSHI, S.; SHIMONO, M. The *in vitro* and *in vivo* influence of 4-META/MMA-TTB resin components on dental pulp tissues. **Adv Dent Res**, v.15, p.101-4, Aug. 2001.
- 55 IVÁNYI, I. et al. *In vivo* examination of the Scotchbond multi-purpose dental adhesive system in rat (vitalmicroscopic study). **Oper Dent**, v.25, n.4, p.418-23, July/Aug. 2000.

- 56 IVÁNYI, I. et al. Comparative analysis of pulpal circulatory reaction to an acetone-containing and an acetone-free bonding agent a measured by vitalmicroscopy. **Oper Dent**, v.27, n.5, p.418-23, Sept./Oct. 2002.
- 57 JABER, L.; MASCRE, C.; DONOHUE, W.B. Electron microscope characteristics of dentin repair after hydroxylapatite direct pulp capping in rats. **J Oral Pathol Med**, v.20, n.10, p. 502-8, Nov.1991.
- 58 JERREL, R.G.; COURTS, F.J.; STANLEY, H.R. A comparison of two calcium hydroxide agents in direct pulp capping of primary teeth. **ASDC J Dent Child**, v.51, n.1, p.34-8, Jan./ Feb. 1984.
- 59 JONTELL, M. et al. Effects of unpolymerized resin components on the function of accessory cells derived from the rat incisor pulp. **J Dent Res**, v.74, n.5, p.1162-7, May 1995.
- 60 KAKEHASHI, S. et al. The effects of surgical exposure of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.20, n.3, p.340-9, Sept.1965.
- 61 KANCA III, J. An alternative hypothesis to the cause of pulpal inflammation in teeth treated with phosphoric acid on the dentin. **Quintessence Int**, v.21, n.2, p.83-6, Feb. 1990.

- 62 KANCA III, J. Replacement of a fractured incisor fragment over pulpal exposure: a case report. **Quintessence Int**, v.24, n.2, p. 81-4, Feb.1993.
- 63 KASHIWADA, T.; TAKAGI, M. New restoration and direct pulp capping systems using adhesive composite resin. **Bull Tokyo Med Dent Univ**, v.38, n.4, p. 45-52, Dec. 1991.
- 64 KEOGH, T.P. Direct pulp capping with a dentinal adhesive resin system: a pilot study. **Quintessence Int**, v.27, n.4, p.227-8, Apr.1996. (Letter).
- 65 KIBA, H. et al. Pulpal reactions to two experimental bonding systems for pulp capping procedures. **J Oral Sci**, v.42, n.2, p.69-74, June 2000.
- 66 KITAMURA, C. et al. Primary and secondary induction of apoptosis in odontoblasts after cavity preparation of rat molars. **J Dent Res**, v.80, n.6, p.1530-4, June 2001.
- 67 KITAMURA, C. et al. Differential induction of apoptosis by capping agents during pulp wound healing. **J Endod**, v.29, n.1, p.41-3, Jan. 2003.

- 68 KITASAKO, Y.; INOKISHI, S.; TAGAMI, J. Effects of direct resin pulp capping techniques on short-term response of mechanically exposed pulps. **J Dent**, v.27, n.4, p.257-63; May 1999.
- 69 KITASAKO, Y. et al. Short-term reaction of exposed monkey pulp beneath adhesive resins. **Oper Dent** v.23, n.6, p.308-17, Nov./Dec. 1998.
- 70 KITASAKO, Y. et al. Light and scanning electron microscopy of the inner surfaces of resins used in direct pulp capping. **Am J Dent**, v.12, n.3, p.217-21; Sept. 1999.
- 71 KITASAKO, Y. et al. Histomorphometric analysis of dentinal bridge formation and pulpal inflammation. **Quintessence Int**, v.33, n.8, p.600-8, Sept. 2002.
- 72 KITASAKO, Y. et al. Location, arrangement and possible function of interodontoblastic collagen fibre in association with calcium hydroxide-induced hard tissue bridges. **Int Endod J**, v.35, n.12, p.996-1004, Dec. 2002. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com/ovidweb.cgi>. Acesso em: 2 ago. 2003.
- 73 KOPEL, H.M. Considerations for the direct pulp capping procedure in primary teeth: a review of the literature. **ASDC J Dent Child**, v.59, n.2, p.141-9, Mar./Apr. 1992.

- 74 KOPEL, H.M. The pulp capping procedure in primary teeth “revisited”. **ASDC J Dent Child**, v.64, n.5, p.327-33, Sept./Oct. 1997.
- 75 KUGEL, G.; FERRARI, M. The science of bonding: from first to sixth generation. **J Am Dent Assoc**, v.131, Sp. Iss., p. S20-5, June 2000.
- 76 LIEBENBERG, W.H. Direct pulp capping considerations during tooth fragment reattachment: a case report. **J Dent Assoc S Afr**, v.48, n.1, p. 32-5, Jan.1993.
- 77 LIEBENBERG, W.H. Intentional pulp capping: a clinical perspective of the adhesive experience. **J Adhes Dent**, v.1, n.4, p.345-63, Winter 1999.
- 78 LIM, K.C; KIRK, E.E.J. Direct pulp capping: a review. **Endod Dent Traumatol**, v.3, n.5, p.213-9, Oct. 1987.
- 79 LINDE, A. The extracellular matrix of the dental pulp and dentin. **J Dent Res**, v.64, Spec. Iss., p.523-9, Apr. 1985.
- 80 MANTELLINI, M.G. et al. Adhesive resin induced apoptosis and cell-cycle arrest of pulp cells. **J Dent Res**, v.82, n.8, p.592-6, Aug. 2003.

- 81 MATSUO, T. et al. A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. **J Endod**, v.22, n.10, p.551-6, Oct.1996.
- 82 MEDINA, V.O. et al. Histopathologic study on pulp response to single-bottle and self-etching adhesive systems. **Oper Dent**, v.27, n.4, p.330-42, July/Aug. 2002.
- 83 MESTRENER, S.R.; HOLLAND, R.; DEZAN, E.JR. Influence of age on the behaviour of dental pulp of dog teeth after capping with an adhesive system or calcium hydroxide. **Dent Traumatol**, v.19, n.5, p.255-61, Oct. 2003. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com/ovidweb.cgi>. Acesso em 14 mar. 2004.
- 84 MJÖR, I.A. Dentin-predentin complex and its permeability: pathology and treatment overview. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.52, n.6, p.648-52, Apr. 1985.
- 85 MJÖR, I.A. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 7: the exposed pulp. **Quintessence Int**, v.33, n.2, p.113-35, Feb. 2002.

- 86 MJÖR, I.A.; FERRARI, M. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 6: reactions to restorative materials, tooth-restoration interfaces, and adhesive techniques. **Quintessence Int**, v.33, n.1, p.35-63, Jan. 2002.
- 87 MJÖR, I.A.; DAHL, E.; COX, C.F. Healing of pulp exposures: an ultrastructural study. **J Oral Pathol Med**, v.20, n.10, p.496-501, Nov. 1991.
- 88 MOCHIZUKI, K.; FUJII, H.; MACHIDA, Y. Dentin bridge formation following direct pulp capping in dog's. **Bull Tokyo Dent Coll**, v.39, n.1, p.31-9, Feb. 1998.
- 89 MURRAY, P.E. et al. Age-related odontometric changes of human teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.93, n.4, p.474-82, Apr. 2002. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com:80/ovidweb.cgi>. Acesso em 19 nov. 2002.
- 90 MURRAY, P.E. et al. Preserving the vital pulp in operative dentistry: 4. factors influencing successful pulp capping. **Dent Update**, v. 29, n.5, p. 225-33, June 2002.
- 91 MURRAY, P.E. et al. Hierarchy of pulp capping and repair activities responsible for dentin formation. **Am J Dent**, v.15, n.4, p.236-43, Aug. 2002.

- 92 MURRAY, P.E. et al. Bacterial microleakage and pulp inflammation associated with various restorative materials. **Dent Mat**, v.18, n.6, p.470-8, Sept. 2002.
- 93 MURRAY, P.E. et al. Histomorphometric analysis of odontoblast-like cell numbers and dentin bridge secretory activity following pulp exposure. **Int Endod J**, v.36, n.2, p.106-16, Feb. 2003. Disponível em: Ovid. file://A:\Cap.Dir2.htm. Acesso em: 16 mar. 2003.
- 94 NAKABAYASHI, N.; ASHIZAWA, M.; NAKAMURA, M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created *in vivo*: durable bonding to vital dentin. **Quintessence Int**, v.23, n.2, p.135-41, Feb. 1992.
- 95 NASCIMENTO, A. B. L. et al. Biocompatibility of a resin modified glass-ionomer cement applied as pulp capping in human teeth. **Am J Dent**, v.13, n.1, p.28-34; Feb. 2000.
- 96 NIINUMA, A. Newly developed resinous direct pulp capping agent containing calcium hydroxide **Int Endod J**, v.32, n.6, p. 475-83, Nov.1999.
- 97 NIKAIDO, T. et al. Effect of pulpal pressure on adhesion of resin composite to dentin: bovine serum versus saline. **Quintessence Int**, v.26, n.3, p. 221-6, Mar. 1995.

- 98 OGUNTEBI, B.R.; HEAVEN, T.; CLARK, A.E. Quantitative assessment of dentin bridge formation following pulp-capping in miniature swine. **J Endod**, v.21, n.2, p.79-82, Feb. 1995.
- 99 OLMEZ, A. et al. A histopathologic study of direct pulp-capping with adhesive resins. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.86, n.1, p.98-103, July 1998. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com:80/ovidweb.cgi>. Acesso em 19 nov. 2002.
- 100 ONUR, M.A. et al. Effects of a fifth-generation bonding agent on vascular responses in rats. **J Endod**, v.26, n.7, p.407-9, July 2000. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com:80/ovidweb.cgi>. Acesso em 19 nov. 2002.
- 101 OTSUKI, M. et al. Histologic evaluation of two BiscoTM adhesive systems on exposed pulps. **J Dent Res**, v.76, Sp. Iss., p. S78, 1997. (Abstract 520)
- 102 PAMEIJER, C.H.; STANLEY, H.R. Pulp reaction to a dentin bonding agent. **Am J Dent**, v.8, n.3, p.140-4, June 1995.

- 103 PATERSON, R.C.; RADFORD, J.R.; WATTS, A. The response of the rat molar pulp to two proprietary calcium hydroxide preparations. **Br Dent J**, v.151, n.6, p. 184-6, Sept. 1981.
- 104 PEREIRA, J.C.; SEGALA, A.D.; COSTA, C.A.S. Human pulp response to direct pulp capping with an adhesive system. **Am J Dent**, v.13, n.3, p.139-47, Jan. 2000.
- 105 PHANEUF, R.A.; FRANKL, S.N.; RUBEN, M.P. A comparative histological evaluation of three calcium hydroxide preparations on the human primary dental pulp. **ASDC J Dent Child**, v.35, n.1, p.61-76, Jan. 1968.
- 106 PISANTI, S.; SCIAKY, I. Origin of calcium in the repair wall after pulp exposure in the dog. **J Dent Res**, v.43, n.5, p.641-4, Sept./Oct. 1964.
- 107 PITT FORD, T.R.; ROBERTS, G.J. Immediate and delayed direct pulp capping with the use of a new visible light-cured calcium hydroxide preparation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.71, n.3, p. 338-42, Mar. 1991.
- 108 RANLY, D.M.; GARCIA-GODOY, F. Current and potencial pulp therapies for primary and young permanent teeth. **J Dent**, v.28, n.3, p. 153-61, Mar. 2000.

- 109 RIBEIRO, R.A. et al. Pulpal response of dogs primary teeth to an adhesive system or to a calcium hydroxide cement. **Pesq Odontol Bras**, v.14, n.1, p.47-52; jan./mar. 2000.
- 110 ROBERTSON, A. et al. Pulp reactions to restoration of experimentally induced crown fractures. **J Dent**, v.26, n.5/6, p.409-16, July/Aug. 1998.
- 111 RODE, S.M.; FARIA, M.R.; MONTEIRO, M.P. O uso de microondas para descalcificação de tecidos mineralizados da mandíbula de ratos. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v.10, n.1, p.15-8, jan./mar. 1996.
- 112 SAMPAIO, P. Placement of a rubber dam on rat molar. **J Dent Res**, v.46, n.5, p. 1102, Sept.-Oct. 1967.
- 113 SAWUSCH, R.H. Dycal capping of exposed pulps in primary teeth. **ASDC J Dent Child**, v.30, n.3, p.141-9, 1963.
- 114 SAYEGH, F.J. Qualitative and quantitative evaluation of new dentin in pulp capped teeth. **ASDC J Dent Child**, v.35, n.1, p.7-19, Jan. 1968.
- 115 SCARANO, A. et al. Direct capping with four different materials in humans: histological analysis of odontoblast activity. **J Endod**, v.29, n.11, p.729-34, Nov. 2003.

- 116 SCHMALZ, G.; SCHUSTER, U.; KOCH, A. Cytotoxicity of low pH dentin-bonding agents in a dentin barrier test *in vitro*. **J Endod**, v.28, n.3, p.188-92, Mar. 2002.
- 117 SCHRÖDER, U. Effect of an extra-pulpal blood clot on healing following experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. **Odontol Revy**, v.24, p. 257-68, 1973.
- 118 SCHRÖDER, U. Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation and differentiation. **J Dent Res**, v.64, Sp. Iss., p.S541-S8, Apr. 1985.
- 119 SCHUURS, A.H; GRUYTHUYSEN, R.J.; WESSELINK, P.R.. Pulp capping with adhesive-resin-based composite vs.calcium hydroxide: a review. **Endod Dent Traumatol**, v.16, n.6, p. 240-50, Dec. 2000.
- 120 SEGURA, J.J. et al. Calcium hydroxide inhibits substrate adherence capacity of macrophages. **J Endod**, v.23, n.7, p. 444-7, July 1997.
- 121 SEUX, D. et al. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells *in vitro* in the presence of a calcium hydroxide-containing cement. **Archs Oral Biol**, v.36, n.2, p.117-28, 1991.

- 122 SMITH, A.J. Pulpal response to caries and dental repair. **Caries Res**, v.36, n.4, p.223-32, July 2002.
- 123 STANLEY, H.R. Criteria for standardizing and increasing credibility of direct pulp capping studies. **Am J Dent**, v.11, n.1, S.17-S34, Jan. 1998.
- 124 STANLEY, H.R.; GAINESVILLE, F. Pulp capping: conserving the dental pulp- can it be done? Is it worthit? **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.68, n.5, p.628-39, Nov. 1989.
- 125 STANLEY, H.R.; PAMEIJER, C.H. Pulp capping with a new visible – light-curing calcium hydroxide composition (Prisma VLC Dycal). **Oper Dent**, v.10, n. 4, p.156-63, Autum 1985.
- 126 STANLEY, H.R.; PAMEIJER, C.H. Sequential death of exposed pulps with total-etched/bonding treatments. **J Dent Res**, v.76, Sp. Iss., p.305, 1997. (Abstract 2334).
- 127 STANLEY, H.R.; GAINESVILLE, F.; LUNDY, T. Dycal therapy for pulp exposures.**Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.34, n.5, p.818-27, Nov. 1972.
- 128 STOCKTON, L.W. Vital pulp capping: a worthwhile procedure. **J Can Dent Assoc**, v.65, n.6, p. 328-31, June 1999.

- 129 SWIFT JÚNIOR, E. J. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. **Pediatr Dent**, v.24, n.5, p.456-61, Sept./Oct. 2002.
- 130 SWIFT JÚNIOR, E. J.; TROPE, M. Treatment options for the exposed vital pulp. **Pract Periodontics Aesthet Dent**, v.11, n.6, p. 735-9, Aug. 1999. Quiz 740.
- 131 SWIFT JÚNIOR, E. J.; WALTON, R.E. Pulp capping with adhesive resins. **J Esthet Dent**, v.10, n.5, p. 272-7, 1998.
- 132 SWIFT JÚNIOR, E. J.; TROPE, M.; RITTER, A.V. Vital pulp therapy for the mature tooth – can it work? **Endod Topics**, v.5, n.1, p.49-56, July 2003. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com/ovidweb.cgi>. Acesso em: 14 mar. 2004.
- 133 SUBAY, R. K.; ASCI, S. Human pulpal response to hydroxyapatite and calcium hydroxide materials as direct capping agents. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.76, n.4, p.485-92, Oct. 1993.
- 134 TAGGER, M.; TAGGER, E. Pulp capping in monkeys with ReolitTM and LifeTM, two calcium hydroxide bases with different pH. **J Endod**, v.11, n.9, p.394-400, Sept. 1985.

- 135 TARIM, B. et al. Biocompatibility of Optibond and XR-Bond adhesive systems in non human primate teeth. **Int J Period Rest Dent**, v.18, n.1, p.87-99, Feb. 1998.
- 136 TEN CATE, A.R. Odontoblast. **J Dent Res**, v.64, Sp. Iss., p.S549-S51, Apr. 1985.
- 137 TORNECK, C.D.; MOE, H.; HOWLEY, T.P. The effect of calcium hydroxide on porcine pulp fibroblasts *in vitro*. **J Endod**, v.9, n.4, p.131-6, Apr. 1983.
- 138 TRONSTAD, L. Reaction of the exposed pulp to Dycal treatment. **Oral Surg**, v.38, n.6, p.945-53, Dec. 1974.
- 139 TROPE, M. et al. Capping the inflamed pulp under different clinical conditions. **J Esthet Restor Dent**, v.14, n.6, p.349-57, 2002.
- 140 TSUNEDA, Y. et al. A histopathological study of direct pulp capping with adhesive resins. **Oper Dent**, v.20, n.6, p.223-9, Nov./Dec. 1995.
- 141 TZIAFAS, D. Mechanisms controlling secondary initiation of dentinogenesis: a review. **Int Endod J**, v.27, n.2, p. 61-74, Mar. 1994.

- 142 TZIAFAS, D.; SMITH, A.J.; LESOT, H. Designing new treatment strategies in vital pulp therapy. **J Dent**, v.28, n.2, p. 77-92, Feb. 2000.
- 143 TZIAFAS, D. et al. Dentin regeneration in vital pulp therapy: design principles. **Adv Dent Res**, v.15, p.96-100, Aug.2001.
- 144 VEIS, A. The role of dental pulp – Thoughts on the session on pulp repair processes. **J Dent Res**, v.64, Sp. Iss., p.552-4, Apr. 1985.
- 145 VONGSAVAN, N.; MATTHEWS, B.; HARRISON, G.K. Decalcification of teeth in a microwave oven. **Histochem J**, v.22, n.6-7, p.377-80, June/July 1990. Disponível em: PubMed. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstra...> Acesso em: 14 mar. 2004.
- 146 WATTS, A.; PATERSON, R.C. A comparison of pulp responses to two different materials in the dog and the rat. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.52, n.6, p.648-52, Dec. 1981.
- 147 WATTS, A.; PATERSON, R.C. Migration of materials and microorganisms in the dental pulp of dogs and rats. **J Endod** v.8, n.2, p.53-8, Feb. 1982.

- 148 WATTS, A.; PATERSON, R.C. Detection of bacteria in histological sections of the dental pulp. **Int Endod J**, v.23, n.1, p.1-12, Jan. 1990.
- 149 WEISLEDER, R; BENITEZ, C.R. Maturogenesis: is it a new concept? **J Endod**, v. 29, n.11, p.776-8, Nov. 2003. Disponível em: Ovid. <http://gateway1.ovid.com/ovidweb.cgi>. Acesso em: 14 mar. 2004.
- 150 WEISS, M. B.; BJORVATN, K. Pulp capping in deciduous and newly erupted permanent teeth of monkeys. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.29, n.5, p.769-75, May 1970.
- 151 WHITE, K.C. et al. Pulpal response to adhesive resin system applied to acid-etched vital dentin: damp versus dry primer application. **Quintessence Int**, v.25, n.4, p.259-68, Apr. 1994.
- 152 XIE, J.; POWERS, J.M.; MCGUCKIN, R.S. *In vitro* bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. **Dent Mater**, v.26, n.9, p. 295-9, Sept. 1993.
- 153 YAMAMURA, T. Differentiation of pulpal cells and inductive influences of various matrices with reference to pulpal wound healing. **J Dent Res**, v.64, n.3, Sp. Iss., p.530-47, Apr. 1985.

- 154 YOSHIBA, K.; YOSHIBA, N.; IWAKU, M. Effects of antibacterial capping agents on dental pulps of monkeys mechanically exposed to oral microflora. **J Endod**, v.21, n.1, p.16-20, Jan. 1995.
- 155 YOSHIBA, K. et al. Localization of fibronectin during reparative dentinogenesis in human teeth after pulp capping with calcium hydroxide. **J Dent Res**, v.75, n.8, p.1590-7, Aug. 1996.
- 156 ZACH, L.; COHEN, G. Pulp response to externally applied heat. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.19, n.4, p. 515-30, Apr. 1965.
- 157 ZANDER, H.A.; GLENN, J.F.; NELSON, .A. Pulp protection in restorative dentistry. **J Am Dent Assoc**, v.41, n.5, p.563-73, Nov.1950.

Anexo A – Protocolo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

FAVARETTO, L.H.D.R. **Pulpal response of rats' molar teeth, after direct pulp capping with an one-bottle or a self-etching adhesive system.** 2004. 212 f. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the pupal response to different adhesives systems directly applied on mechanically exposed pulps in rats. The occlusal surfaces of first and second molars were prepared and the pulps exposed. In C (control group-n=34) pulps were capped with a calcium hydroxide paste (Dycal); E₁ (n=31) received the Single Bond adhesive system and E₂ (n=30) was treated with the self-etching One-up Bond F adhesive system. The materials were applied according to the manufacture's instructions and cavities were restored with Z100 composite resin. Animals were sacrificed after seven, thirty and 45 days and histological features of the dental pulp were evaluated. The Fisher test was used as statistical analysis. At seven days C and E₂ presented similar inflammatory response and pulpal organization, showing focal chronic inflammation and localized odontoblast cell lost. E₁ and E₂ demonstrated statistically significant difference regarding to pulpal organization and inflammatory response; the former exhibiting much more necrosis. At seven days, bacterial contamination of the dental pulp was less evident with One-up Bond F. All these differences were lost with time and after 45 days, pulpal necrosis and bacterial contamination prevailed in the three groups. The formation of the dentin barrier was greater with time in the three groups. The results presented suggest negative effects of direct pulp capping on molar teeth of rats using Dycal, One-up Bond F and Single Bond, under the experimental conditions described.

KEYWORDS: *Dental pulp, dental pulp capping; calcium hydroxide; dentin-bonding agents*

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho.

São José dos Campos, 14 de julho de 2004

CD Lúcia Helena Denardi Roveroni Favaretto

FAVARETTO, L.H.D.R. **Pulpal response of rats' molar teeth, after direct pulp capping with an one-bottle or a self-etching adhesive system.** 2004. 212 f. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the pupal response to different adhesives systems directly applied on mechanically exposed pulps in rats. The occlusal surfaces of first and second molars were prepared and the pulps exposed. In C (control group-n=34) pulps were capped with a calcium hydroxide paste (Dycal); E₁ (n=31) received the Single Bond adhesive system and E₂ (n=30) was treated with the self-etching One-up Bond F adhesive system. The materials were applied according to the manufacture's instructions and cavities were restored with Z100 composite resin. Animals were sacrificed after seven, thirty and 45 days and histological features of the dental pulp were evaluated. The Fisher test was used as statistical analysis. At seven days C and E₂ presented similar inflammatory response and pulpal organization, showing focal chronic inflammation and localized odontoblast cell lost. E₁ and E₂ demonstrated statistically significant difference regarding to pulpal organization and inflammatory response; the former exhibiting much more necrosis. At seven days, bacterial contamination of the dental pulp was less evident with One-up Bond F. All these differences were lost with time and after 45 days, pulpal necrosis and bacterial contamination prevailed in the three groups. The formation of the dentin barrier was greater with time in the three groups. The results presented suggest negative effects of direct pulp capping on molar teeth of rats using Dycal, One-up Bond F and Single Bond, under the experimental conditions described.

KEYWORDS: *Dental pulp, dental pulp capping; calcium hydroxide; dentin-bonding agents*

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho.

São José dos Campos, 14 de julho de 2004

CD Lúcia Helena Denardi Roveroni Favaretto