

CARLOS ALBERTO DE SOUZA COSTA

COMPATIBILIDADE BIOLÓGICA DA RESINA RESORCINA - FORMALDEÍDO  
QUANDO APLICADA SOBRE DENTINA EM PRÉ-MOLARES HUMANOS.  
AVALIAÇÃO EM MICROSCOPIA ÓPTICA E ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO.

Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de Campinas,  
para obtenção do grau de Doutor  
em Ciências, área de concentração  
Biologia e Patologia Buco-Dental

Piracicaba

1996

C823c

29464/BC

CARLOS ALBERTO DE SOUZA COSTA

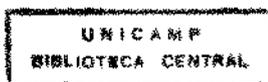
COMPATIBILIDADE BIOLÓGICA DA RESINA RESORCINA - FORMALDEÍDO  
QUANDO APLICADA SOBRE DENTINA EM PRÉ-MOLARES HUMANOS.  
AVALIAÇÃO EM MICROSCOPIA ÓPTICA E ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO.

*Este trabalho foi desenvolvido  
conforme resolução CC 05/036/83  
D 29/11/96*

Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de Campinas,  
para obtenção do grau de Doutor  
em Ciências, área de concentração  
Biologia e Patologia Buco-Dental

Orientador: **Prof. Dr. JOSÉ MERZEL**  
FOP - UNICAMP

Piracicaba  
1996



9402199

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	7/Unicamp
	C823c
V. Ex.	
TOMBO BC/	29464
PROC.	281197
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	17/01/99
N.º CPD	

CM-00096726-0

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP

C823c

Costa, Carlos Alberto de Souza.

Compatibilidade biológica da resina resorcina - formaldeído quando aplicada sobre dentina em pré-molares humanos. Avaliação em microscopia óptica e eletrônica de transmissão. / Carlos Alberto de Souza Costa. - Piracicaba : [s.n.], 1996.

82f. : il.

Orientador : José Merzel.

Tese (Doutoramento) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas dentárias. 2. Dentina. 3. Polpa dentária. I. Merzel, José. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

19.CDD - 617.695

- 617.634

- 617.634 2

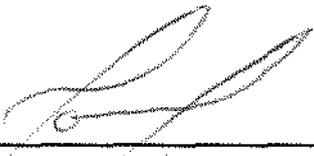
Índices para o Catálogo Sistemático

- |                      |           |
|----------------------|-----------|
| 1. Resinas dentárias | 617.695   |
| 2. Dentina           | 617.634   |
| 3. Polpa dentária    | 617.634 2 |

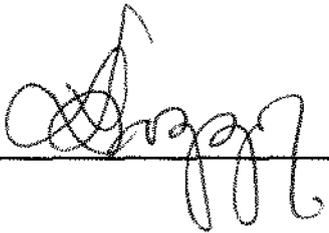


A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Doutorado**, em sessão pública realizada em 20/11/96, considerou o candidato aprovado.

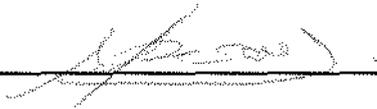
1. JOSÉ MERZEL

  
\_\_\_\_\_

2. LOURENÇO BOZZO

  
\_\_\_\_\_

3. MÁRIO FERNANDO DE GOES

  
\_\_\_\_\_

4. ALBERTO CONSOLARO

  
\_\_\_\_\_

5. CARLOS BENATTI NETO

  
\_\_\_\_\_

Dedico este Trabalho a Deus,  
que mais uma vez me oferece  
a possibilidade de corrigir erros  
do passado e evoluir no presente.

Dedico também a minha esposa  
Josimeri, e meus filhos Felipe e  
Guilherme pela compreensão,  
paciência e amor que me  
dispensam, onde a pureza de  
seus sentimentos me comove a  
cada minuto de convivência.

A meus pais, Adhemar e Lenita,  
que me deram a liberdade e a  
formação moral para escolher o  
meu caminho, oferecendo apoio,  
ternura e amor em todos os  
momentos de minha vida.

Ao Prof.Dr. José Merzel, pela  
orientação segura e eficiente  
no desenvolvimento deste  
trabalho de pesquisa.

Dá do que tens e do que és, em benefício dos outros. Se os outros não te compreendem, auxilia-os, mesmo assim.

Se te perseguem ou caluniam, continua fazendo o melhor em benefício deles.

Se te repelem, prossegue no esforço de ampará-los como puderes.

É assim que o amor começa e onde o amor se faz presente, aí está Deus. E onde Deus está nada falta, para que sejas feliz.

EMMANUEL

## **AGRADECIMENTOS**

- Ao Prof. Dr. **José Ranalli**, Diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.
- Ao Prof. Dr. **Mário Fernando de Goes**, Coordenador Geral dos Cursos de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.
- Ao Prof. Dr. **Sérgio Roberto Peres Line**, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.
- Aos Professores **Raphael Carlos Comelli Lia e Carlos Benatti Neto**, por permitirem meu ingresso na carreira Docente.
- A amiga **Maria da Glória Vieira Celli** pelo incansável apoio que tem me oferecido em todos os momentos.
- A amiga **Hermínia Bassi Maio** pela inestimável paciência que tem comigo e eficiência profissional que lhe é peculiar.
- Aos amigos **Luís Carlos Spolidório e Heron Fernando de Sousa Gonzaga** pela coragem e segurança que me transmitiram durante o curso de Pós-Graduação.

- A Profa. Dra. **Maria Rita Brancini de Oliveria** por permitir a conclusão do Curso de Pós-Graduação.
  
- A bibliotecária **Maria Helena Matsumoto Komasti Leves**, que através de seu profissionalismo e responsabilidade me ensina a pesquisar.
  
- Ao amigo **José Antônio Sampaio Zuanon** pela capacidade e presteza que o faz admirável.
  
- Ao amigo **Artur Mendonça** que durante o tempo que trabalhamos juntos, sempre se mostrou responsável, profissional e digno.
  
- A amiga e companheira de Curso, **Eliene Aparecida Ortiz**, pelo importante apoio no preparo e avaliação dos dentes em M.E.T.
  
- A todos aqueles que direta ou indiretamente possibilitaram e colaboraram na realização deste trabalho de pesquisa.

## SUMÁRIO

Resumo.....	1
1. Introdução.....	4
2. Material e Métodos.....	10
3. Resultados.....	16
4. Discussão dos Resultados.....	47
Summary.....	67
Referências Bibliográficas.....	70

**RESUMO**

---

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade biológica da resina resorcina-formaldeído quando aplicada diretamente sobre dentina. Trinta e seis premolares humanos íntegros, indicados para extração por motivos ortodônticos, foram divididos em três grupos: no grupo experimental, 22 cavidades classe V foram preparadas e forradas com a resina resorcina-formaldeído; no grupo controle I, 8 cavidades foram forradas com cimento de hidróxido de cálcio. As cavidades destes dois grupos foram restauradas com amálgama. No grupo controle II, 6 premolares foram mantidos íntegros. Os dentes foram extraídos após 7, 15, 30 e 120 dias da realização das restaurações e cortes histológicos foram preparados para avaliação em M.E.T.. Outros ainda, com 6  $\mu\text{m}$  de espessura, foram corados com hematoxilina e eosina, tricrômico de Masson e pela técnica de Brown e Brenn para evidenciar bactérias. No grupo experimental, aos 7 dias, observou-se desarranjo da camada odontoblástica, aspiração de corpos celulares para o interior dos túbulos dentinários, degeneração hidrópica das células, hialinização do interstício, necrose e neutrófilos. Aos 15 e 30 dias, a intensidade das alterações pulpareas diminuiu. Aos 120 dias, houve reparação pulpar, com deposição de dentina reacional. No grupo controle I, houve discreta alteração pulpar aos 7 dias, porém nos demais períodos o tecido pulpar exibia características normais, semelhante aos dentes não tratados do grupo controle II. Não houve relação entre a intensidade da

reação pulpar com a espessura de dentina remanescente, nem com a presença de bactérias coradas nas paredes cavitárias ou no interior dos túbulos dentinários.

A resina resorcina-formaldeído, usada como forrador cavitário, causou significativa reação pulpar aos 7 e 15 dias. Novas pesquisas "in vivo" e "in vitro" devem ser realizadas para que seja avaliada a biocompatibilidade da resina quando aplicada sobre variados substratos dentinários, permitindo determinar outras possíveis indicações de uso deste produto em teste.

## **INTRODUÇÃO**

---

## INTRODUÇÃO

A resina resorcina-formaldeído tem como componentes principais a resorcina (m-Dyhydroxybenzeno -  $C_6H_4(OH)_2$ .P.M.110,11) disponível sob a forma de partículas (pó) e o formaldeído a 40% (CH<sub>2</sub> P.M.30,03) na forma líquida. Estes dois componentes misturados começam a interagir de forma lenta originando um composto que se estabiliza através da união das moléculas de resorcina pela ação do formaldeído, formando radicais livres através da reação em cadeia, levando à polimerização. Para acelerar o processo de polimerização, é adicionado hidróxido de potássio (KOH P.M. 56,10) que age como catalizador da reação através de sua ação alcalinizante, juntamente com a aplicação de uma fonte de calor, a qual ativa as moléculas, permitindo união molecular mais rapidamente.

Esta resina foi usada no início do século em endodontia<sup>1</sup>, e desde então este material tem sido investigado<sup>52,62</sup>. Todavia, sua utilização foi desencorajada devido a contração durante a polimerização, ação irritante em torno do ápice radicular<sup>59,72</sup> e coloração avermelhada como produto final de oxidação<sup>5</sup> durante o processo de polimerização.

Em 1976 foi proposto o uso da resina resorcina-formaldeído para o controle de cáries incipientes<sup>64</sup>. Esta formulação foi baseada em achados anteriores<sup>63</sup>, onde se sugeria que as regiões de esmalte com maior teor protéico são menos acessíveis a fluidos inorgânicos e menos susceptíveis a ataque ácido do que as regiões mais mineralizadas. Tal efeito poderia ser reproduzido também por qualquer polímero orgânico (ROBINSON, 1989 - informação pessoal) e

desde que satisfizesse certos critérios, serviria eventualmente para substituir procedimentos restauradores convencionais.

Os critérios propostos por ROBINSON et al.<sup>63</sup> são:

- "1- Lesões de cárie tendem a se desenvolver em fissuras, superfícies proximais e outras partes relativamente inacessíveis da dentição. Estas regiões e a porosidade do esmalte na própria lesão estão frequentemente úmidas. Portanto, o material cariostático deveria ser hidrofílico quando aplicado, e poderia também permitir a inclusão de outros íons cariostáticos, como por exemplo o flúor. Como uma lesão incipiente não é frequentemente detectada pelos procedimentos clínicos usuais, o material deveria também ser fortemente ativo em superfície e ter baixa viscosidade para espalhar-se rapidamente sobre a superfície dental, penetrando em áreas inacessíveis e nos poros da lesão;
- 2- As bactérias nunca podem ser totalmente removidas e o material deveria ter propriedades bactericidas e/ou bacteriostáticas;
- 3- O material deve ser tolerado pela polpa e outros tecidos orais;
- 4- Como a lesão consiste de esmalte poroso e que se apresenta fisicamente enfraquecido, o material em seu estado final deveria oferecer algum suporte mecânico, e
- 5- O material deveria ser cosmeticamente aceitável".

A resina resorcina-formaldeído satisfaz, segundo os autores, os critérios 1, 2 e 4, sendo neste particular, superior aos polímeros mais usados como selantes, tais como os metacrilatos, cianoacrilatos e poliuretanos, pois ele polimeriza em meio aquoso e tem uma considerável ação antibacteriana.

Segundo os autores, a resina resorcina-formaldeído poderia ser indicada para outros tratamentos, dentre eles o forramento de cavidades dentárias, onde somado a sua ação bactericida, o material, após polimerização, serviria como base para suportar a aplicação de materiais restauradores nas cavidades dentárias. A resina teria indicação também para selamento de fendas formadas na interface do material restaurador e a estrutura dentária, para aplicação sobre lesões de cáries cervicais agudas, desenvolvidas em pacientes submetidos a tratamento radioterápico e outras.

Um gel de resorcina e formaldeído (GRF) tem sido usado na cirurgia médica com o objetivo de reduzir a hemorragia durante a dissecação da aorta e restringir o uso de tiras de feltro de teflon nas anastomoses proximais com ótimos resultados<sup>53</sup>. Esta resina tem sido usada também nos casos de aneurismas do seio e valsalva, originados após reparação da aorta ascendente, onde a cola de resorcina age como reforço destas estruturas vasculares ou para reparações mais extensas<sup>67</sup>. Nos casos de endocardite infecciosa de prótese aórtica, o gel de resorcina e formaldeído (GRF) foi usado para selar totalmente a cavidade do abscesso<sup>70</sup>. Após reavaliação dos casos um ano após o primeiro procedimento cirúrgico, os pacientes estavam assintomáticos e não haviam sinais clínicos ou ecocardiográficos de incompetência aórtica.

Na área veterinária, um gel desenvolvido pela Cirurmed S.A., denominado Colagei, composto de gel de resorcina e formaldeído, foi usado na terapia de lesões avulsivas em córnea de cão, onde as perdas

teciduais, não raro, evoluem para subtração da visão<sup>45</sup>. Neste trabalho, os autores concluíram que o gel em teste contribuiu para o surgimento de uma resposta inflamatória de grau elevado e, adjutoramente, com a evolução do processo lítico. Desta forma, seu uso na terapêutica em córnea não foi indicado, sendo sugerido estudos adicionais dirigidos às propriedades dos componentes contidos na formulação do gel, de modo a torná-lo menos irritante para a córnea.

Testes de biocompatibilidade da resina resorcina-formaldeído quando implantada, na sua forma polimerizada e não polimerizada, no tecido conjuntivo subcutâneo de ratos, mostraram que a resina promoveu intensa reação inflamatória e necrose de contato nos períodos iniciais de avaliação, sendo observada tendência a reparação com o decorrer do tempo. Dentro das condições experimentais e metodologia empregadas, foi possível concluir que a resina resorcina-formaldeído é irritante ao tecido conjuntivo, mas, como não seria indicada para uso sobre o tecido pulpar, novos testes deveriam ser realizados, aplicando o material em estudo sobre dentina, em dentes de animais "in vivo"<sup>18</sup>. A resina foi também aplicada sobre dentina em cavidades dentárias preparadas na superfície oclusal de dentes molares de ratos. O molar do lado oposto foi usado como controle, onde foi realizado forramento do assoalho da cavidade com cimento de hidróxido de cálcio (Dycal). Foi observada intensa formação de dentina reacional abaixo da cavidade dentária preparada, muitas vezes chegando a obliterar a câmara pulpar. Porém esta reação ocorreu, provavelmente, devido ao trauma oclusal na área. No entanto, os autores determinaram que, desde que

haja uma barreira dentinária, o material em teste promove discreta reação pulpar<sup>17</sup>.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a biocompatibilidade da resina composta quimicamente ativada resorcina-formaldeído quando aplicada como forrador cavitário em dentes humanos. Para isto foram preparadas cavidades de classe V na superfície vestibular de pré-molares íntegros indicados para extração por motivo ortodôntico, de crianças que variavam de 11 a 15 anos de idade. Os achados histológicos foram comparados com os do grupo controle.

## ***MATERIAL E MÉTODOS***

---

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 36 pré-molares (22 primeiros e 4 segundos pré-molares superiores, e 8 primeiros e 2 segundos pré-molares inferiores) íntegros de pacientes com idade entre 11 e 15 anos, indicados para extração por motivos ortodônticos. Todos os pacientes foram submetidos a uma anamnese, sendo que eles, bem como seus responsáveis (pais ou parentes) assinaram um termo de compromisso, autorizando a cessão dos dentes para o desenvolvimento do presente trabalho de pesquisa.

Foi realizada a anestesia infiltrativa com anestésico Citanest\* e previamente ao isolamento absoluto do campo operatório, o pré-molar foi submetido à profilaxia com pedra pomes e escova Robson, com o objetivo de se eliminar placa bacteriana freqüentemente presente no terço cervical dos dentes posteriores.

O isolamento absoluto do campo foi realizado com lençol de borracha, sendo que tanto o dente envolvido no trabalho quanto o material usado no isolamento absoluto do campo operatório, passaram por assepsia com algodão esterilizado, embebido em álcool iodado e a seguir álcool éter.

Com o uso de uma fresa cilíndrica diamantada número 1090 (K.G. Serensen) previamente delimitada com um batente de resina aplicada a uma dis-

---

\* Citanest - Merrell Lepetit Farmacêutica Industrial Ltda. SP - Brasil.

tância de 2mm da extremidade ativa da mesma, foi confeccionada a cavidade de classe V no terço cervical da superfície vestibular do pré-molar, em alta rotação e com abundante refrigeração água/ar. Para a realização do preparo cavitário, a fresa foi posicionada perpendicularmente a superfície vestibular do dente, tomando-se cuidado para que a cavidade fosse preparada em direção ao tecido pulpar, e que apresentasse dimensões aproximadas de 1,5mm de altura, 3,0mm de largura por 2,0mm de profundidade.

Após, a regularização da dentina sobre a polpa, formas de retenção foram preparadas na cavidade, usando fresa cônica-invertida nº 34 em baixa rotação, refrigeradas por jatos de ar/água provenientes da seringa tríplice. Durante o procedimento técnico as cavidades eram lavadas e, em seguida, secas com bolinhas de algodão hidrofílicas esterilizadas.

A resina foi preparada da seguinte maneira: em um frasco de vidro, tipo daaping, juntou-se 160 mg de resorcina\* com 0,25ml de formol a 40%; sobre esta solução gotejou-se 0,1ml de hidróxido de potássio a 10% e espatulou-se durante 10 segundos com espátula de metal nº 24. Com auxílio de um instrumento de ponta romba, usado para inserir hidróxido de cálcio, a resina foi aplicada sobre o assoalho da cavidade, tomando-se cuidado para que ela não tocasse as paredes laterais. O processo de polimerização foi acelerado, usando-se um aparelho adaptado que produzia jato de ar quente a uma temperatu-

---

\* Resorcina P.A. - RO - CETUS - Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda. SP - Brasil.

ra de 48°C, durante 60 segundos. Finalmente a cavidade foi restaurada com amálgama de prata, tomando-se cuidado para que este material restaurador fosse eficientemente condensado e brunido para minimizar a possibilidade de infiltração marginal de bactérias.

No Grupo Controle I, a cavidade confeccionada como já descrito, teve sua parede axial forrada com cimento de hidróxido de cálcio (Dycal) o qual foi preparado, de acordo com as recomendações do fabricante\*, com proporções iguais de pasta catalizadora e pasta base. A cavidade dentária também foi restaurada com amálgama de prata.

Os pacientes foram orientados quanto a técnica de escovação, para que a higienização dos dentes fosse a melhor possível. As restaurações foram vistoriadas semanalmente para observar a ocorrência de fraturas ou perda do material restaurador, assim como controlar a possível sintomatologia dolorosa que o paciente pudesse relatar.

Previamente a confecção das cavidades, bem como antes da extração dos dentes, os pré-molares eram submetidos a radiografia periapical e a variação térmica, através da aplicação de um bastão de gelo durante 15 segundos na superfície vestibular. Os dentes vizinhos, desde que íntegros, também eram submetidos a este tratamento, servindo como controle da sintomatologia relatada pelo paciente.

---

\* Dycal: L.D. Caulk Co., importado e acondicionado pela Dentsply Ind. e Com. Ltda. R J- Brasil.

Decorridos os períodos de 7, 15, 30 e 120 dias pós-operatórios, os dentes foram extraídos e o terço apical da raiz imediatamente removido com o uso de uma fresa carbide cilíndrica nº 245 (KG Sorensen) em meio a soro fisiológico, tomando-se cuidado para não promover aquecimento, nem extirpar a polpa pela ação da fresa em alta rotação.

Seis pré-molares que não apresentavam restaurações, nem lesões de cárie, foram extraídos também para compor o Grupo Controle Íntegro (II).

Cada dente foi fixado durante 48 horas em solução de Karnovsky num volume 10 vezes maior que o do dente. Em seguida, os dentes eram isolados numa cápsula de plástico, perfurada e identificada, imersos num becker contendo 2 litros do descalcificador EDTA a 10% que continha 50 ml de solução de Karnovsky e mantidos a uma temperatura de 10°C. Com auxílio de um agitador, os dentes e o líquido permaneceram em movimento. O descalcificador foi trocado a cada 72 horas. A descalcificação dos dentes foi avaliada através de radiografias periapicais, sendo completada num período médio de 240 dias. Com uso de lâminas afiadas, os dentes descalcificados foram divididos longitudinalmente, obtendo-se duas partes semelhantes. Uma parte foi incluída em parafina e cortes histológicos de 6 µm de espessura, foram corados com hematoxilina e eosina, tricrômico de Masson e pela técnica de Gran, segundo o método de Brown e Brenn<sup>15</sup> para observação de microorganismos.

A outra metade do dente foi recortada de modo a abranger as estruturas próximas da cavidade e incluída em resina araldite para a obtenção de cortes semifinos, os quais foram corados com azul de metileno. Os cortes ultra-

finos da área principal de análise, túbulos dentinários e tecido pulpar localizados abaixo da parede axial das cavidades dentárias, foram contrastados com acetato de uranila e citrato de chumbo e observados num microscópio eletrônico de transmissão EM 10 Zeiss.

Na análise em microscopia óptica, foram considerados os seguintes eventos histopatológicos: resposta inflamatória, organização do tecido conjuntivo pulpar, formação de dentina reacional e presença de bactérias, aos quais foram atribuídos graus de intensidade como especificado nas tabelas 2 e 3.

É importante ressaltar que as colorações para evidenciar microorganismos muitas vezes falham, em decorrência do envelhecimento ou contaminação dos corantes. Assim, cortes histológicos de dentes cariados, os quais passaram por processamento laboratorial idêntico daqueles usados no presente trabalho, serviram como controle positivo da técnica, utilizando-se sempre corante preparado minutos antes de sua utilização.

Nos cortes histológicos em parafina, a espessura da dentina entre o assoalho da cavidade e o tecido pulpar, bem como a espessura e comprimento de dentina reacional formada, foram medidos com o auxílio de um microscópio de luz DIASTAR (Cambridge Instruments, Buffalo, Ny, USA) com objetiva para aumento de 2,5/0,40, uma câmera de vídeo DXC - 107A/107AP (Sony Electronics Inc., Japan) adaptada ao microscópio, um microcomputador 486 DX-66 Mhz e um software analisador de imagens (Mocha, Jandel Scientific, San Rafael, CA, USA).

## **RESULTADOS**

---

## **RESULTADOS GERAIS**

Não foram encontradas fraturas ou perda do material restaurador em qualquer dos dentes usados neste estudo. Não foi relatada, também, qualquer sintomatologia dolorosa no intervalo de tempo entre a restauração e o momento da extração dentária. Nas avaliações clínicas feitas através da variação de temperatura, os pacientes relataram semelhante sintomatologia tanto para os dentes tratados quanto para os dentes vizinhos íntegros, usados como controle. Nas radiografias, não foram observadas quaisquer alterações no periápice ou reabsorção dentária.

## **RESULTADOS HISTOPATOLÓGICOS**

O tecido pulpar e dentina do Grupo II, representaram as características normais destes tecidos e estão demonstrados na Fig. 1.

Nos cortes histológicos dos dentes pertencentes aos Grupos Experimental e Controle I, foi sempre possível observar a relação entre o preparo cavitário e a região da polpa coronária, onde ocorreram as reações teciduais (Fig. 2).

As medidas da espessura da dentina entre a parede axial da cavidade e a polpa estão na tabela 1. Não houve qualquer relação entre intensidade de reação do complexo dentino-pulpar e a espessura da dentina remanescente. Os principais achados histopatológicos, bem como o grau de intensidade, estão resumidos na Tabela 2.

A presença de bactérias nas superfícies das paredes internas da cavidade e/ou no interior dos túbulos dentinários estão expressas na Tabela 3, sendo que,

também, não foi possível determinar qualquer relação entre presença de bactérias e intensidade da reação do complexo dentino pulpar

Tabela 1 - Distribuição dos Dentes do Grupo Experimental (G.E.) e Grupo Controle (G.C.) por períodos com as medidas (em micrômetros) da espessura da parede axial da cavidade.

Períodos	Dentes	R.D.
7 dias (G.E.)	1	1.140
	2	1.250
	3	990
	4	1.090
	5	1.030
	6	1.430
15 dias (G.E.)	1	1.320
	2	1.070
	3	700
	4	1.150
	5	1.430
	6	1.340
30 dias (G.E.)	1	750
	2	1.500
	3	1.410
	4	1.660
	5	1.400
	6	970
120 dias (G.E.)	1	1.060
	2	1.120
	3	1.570
	4	1.220
7 dias (G.C.)	1	1.290
	2	1.000
15 dias (G.C.)	1	1.500
	2	1.220
30 dias (G.C.)	1	1.350
	2	950
120 dias (G.C.)	1	680
	2	880

RD = Remanescente de Dentina entre o assoalho da cavidade e o tecido pulpar.

Tabela 2. Distribuição dos Dentes do Grupo Experimental (G.E.) e do Grupo Controle I (G.C.) por períodos de acordo com as respostas do complexo dentino-pulpar.

PERÍODOS	DENTES	RESPOSTA INFLAMATÓRIA (1)				ORGANIZAÇÃO DO TECIDO PULPAR (2)				DENTINA REACIONAL (3)	
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	E	C
7 dias (G.E.)	1		x				x			0	0
	2		x				x			0	0
	3			x			x			0	0
	4			x			x			0	0
	5	x				x				0	0
	6	x				x				0	0
15 dias (G.E.)	1			x				x		0	0
	2			x			x			0	0
	3			x			x			0	0
	4		x				x			0	0
	5		x				x			0	0
	6		x				x			42	490
30 dias (G.E.)	1			x			x			0	0
	2		x				x			0	0
	3		x				x			0	0
	4		x				x			0	0
	5		x				x			72	1250
	6		x				x			61	820
120 dias (G.E.)	1	x					x			100	1800
	2	x					x			240	1790
	3	x					x			150	1800
	4	x				x				60	1160
7 dias (G.C.)	1		x			x				0	0
	2		x			x				0	0
15 dias (G.C.)	1	x				x				0	0
	2	x				x				0	0
30 dias (G.C.)	1	x				x				0	0
	2	x				x				0	0
120 dias (G.C.)	1	x				x				0	0
	2	x				x				0	0

1) Resposta inflamatória: graduada de I à IV:

I - Nenhuma ou poucas células inflamatórias na polpa, abaixo da parede axial da cavidade;

II - Quantidade discreta de células inflamatórias;

III - Quantidade moderada de células inflamatórias envolvendo até 1/3 da polpa coronária;

IV - Intensa quantidade de células inflamatórias caracterizando abscesso ou denso infiltrado de células envolvendo 1/3 ou mais da polpa coronária.

2) Organização do tecido conjuntivo pulpar graduado em:

I - Tecido normal;

II - Perda dos odontoblastos relacionados com a parede axial da cavidade e desorganização da polpa adjacente.

III - Perda total da morfologia do tecido pulpar;

IV - Necrose da polpa coronária e/ou radicular

3) Espessura (E) e comprimento (C) em micrômetros.

Tabela 3. Distribuição dos Dentes do Grupo Experimental (G.E.) e do Grupo Controle I (G.C.) por períodos em relação à presença de bactérias.

PERÍODOS	DENTES	BACTÉRIAS			
		I	II	III	IV
7 dias (G.E.)	1	X			
	2	X			
	3				X
	4	X			
	5	X			
	6				X
15 dias (G.E.)	1				X
	2	X			
	3		X		
	4	X			
	5	X			
	6			X	
30 dias (G.E.)	1				X
	2			X	
	3				X
	4	X			
	5			X	
	6		X		
120 dias (G.E.)	1				X
	2			X	
	3	X			
	4				X
7 dias (G.C.)	1	X			
	2	X			
15 dias (G.C.)	1	X			
	2		X		
30 dias (G.C.)	1	X			
	2			X	
120 dias (G.C.)	1			X	
	2				X

1) Bactérias:

I - Ausentes;

II - Presentes nas paredes laterais da cavidade;

III - Presentes nas paredes laterais e axial da cavidade;

IV - Presentes no interior de túbulos dentinários.

A seguir, será feita uma descrição mais detalhada das observações ao M.O. e M.E.T., em cada um dos períodos experimentais.

**7 dias - Resina resorcina -formaldeído** - De maneira geral observou-se, células inflamatórias em quantidade discreta, com predomínio de mononucleares, localizadas próximo a uma área necrótica abaixo da camada de pré-dentina, relacionada com a parede axial da cavidade dentária (Fig. 3). Nesta área necrótica ocorreu a perda dos odontoblastos com presença de polimorfonucleares neutrófilos na região, havendo ainda desorganização da polpa adjacente (Fig. 4 e 9). A porção central da polpa apresentava fibroblastos e fibras colágenas entrelaçadas em meio a poucos vasos sanguíneos dilatados e com hiperemia (Fig. 5).

Lateralmente à região necrótica, a camada de células odontoblásticas apresentava-se normal e adjacente à esta área necrosada havia degeneração hidrópica das células pulpares (Fig. 6) as quais se localizavam de permeio ao interstício hialino, eventos histológicos estes, mais representativos e evidentes em dois espécimes avaliados.

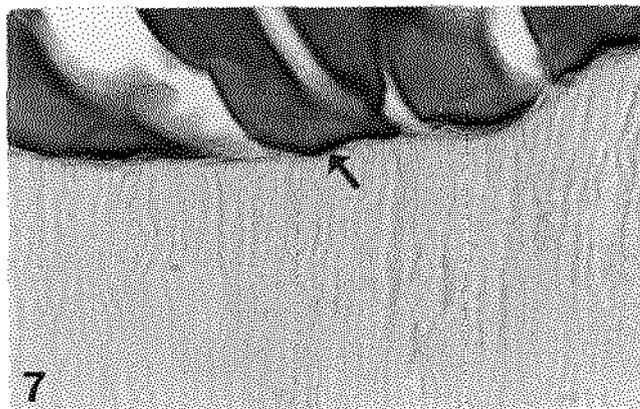
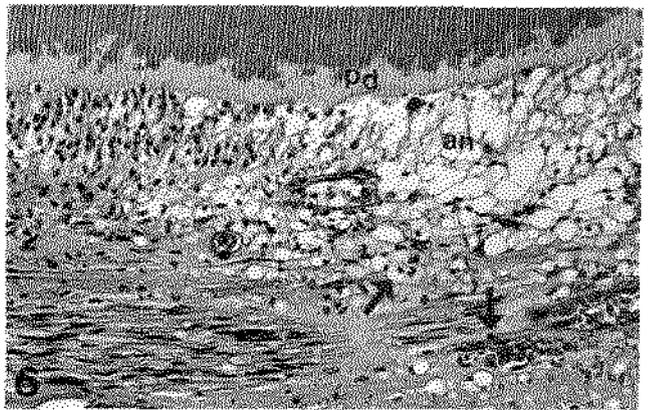
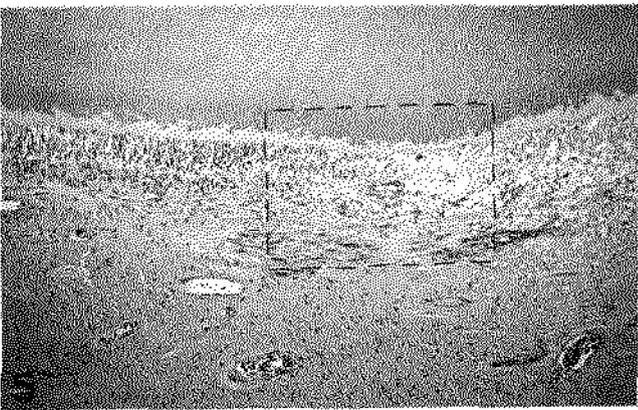
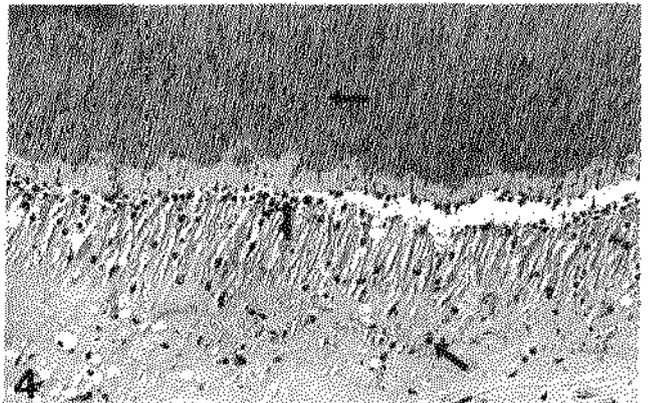
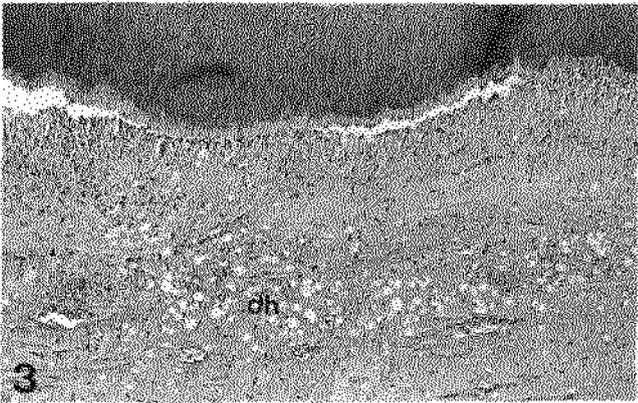
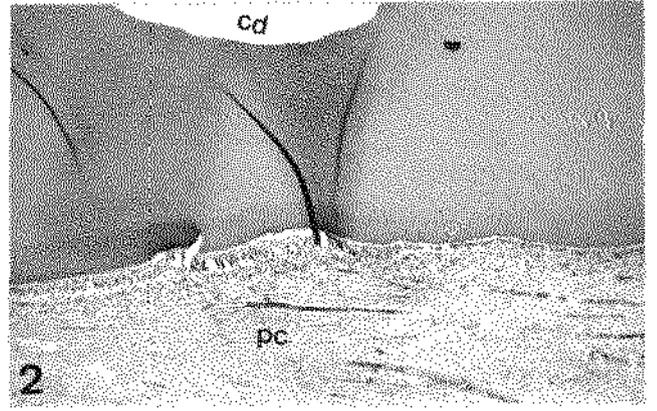
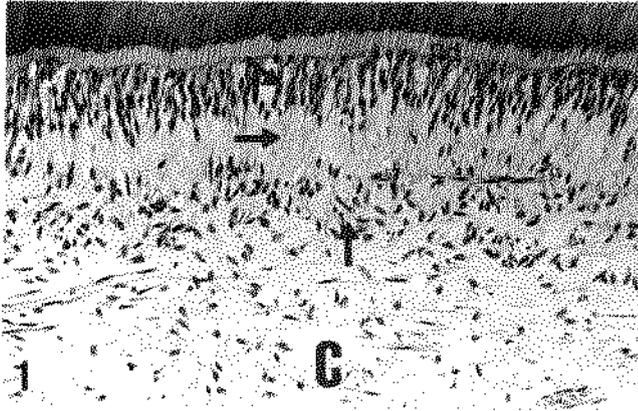
Quando da análise do tecido dentinário, foi detectado aspiração de fragmentos celulares para o interior dos túbulos dentinários, associados com as paredes cavitárias (Fig. 8). A camada de predentina estava preservada, não sendo possível observar presença de matriz dentinária que pudesse sugerir formação de dentina reacional.

Em quatro espécimes, nos cortes histológicos corados com a técnica de Brown e Brenn, não foi detectada presença de microorganismos nas paredes da

cavidade dentária nem no interior dos túbulos dentinários (Fig. 7), sendo que em dois outros espécimes, bactérias foram evidenciadas no interior dos túbulos dentinários relacionados com o assoalho da cavidade.

**LEGENDAS:**

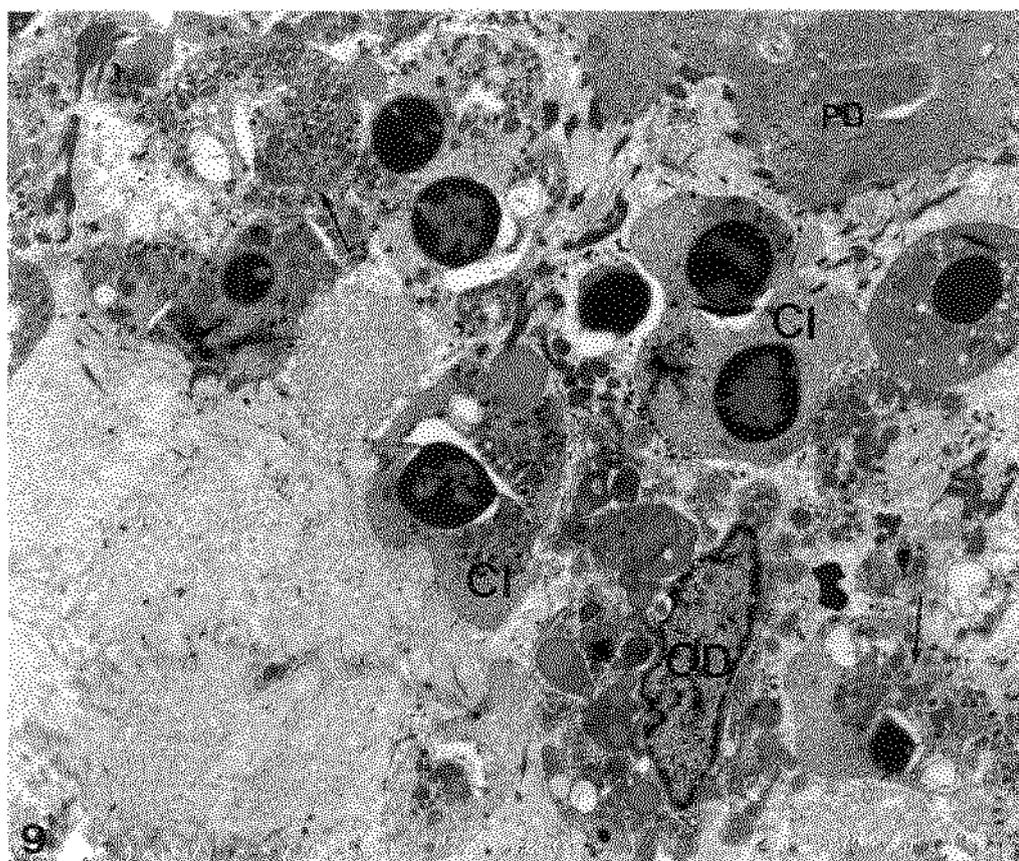
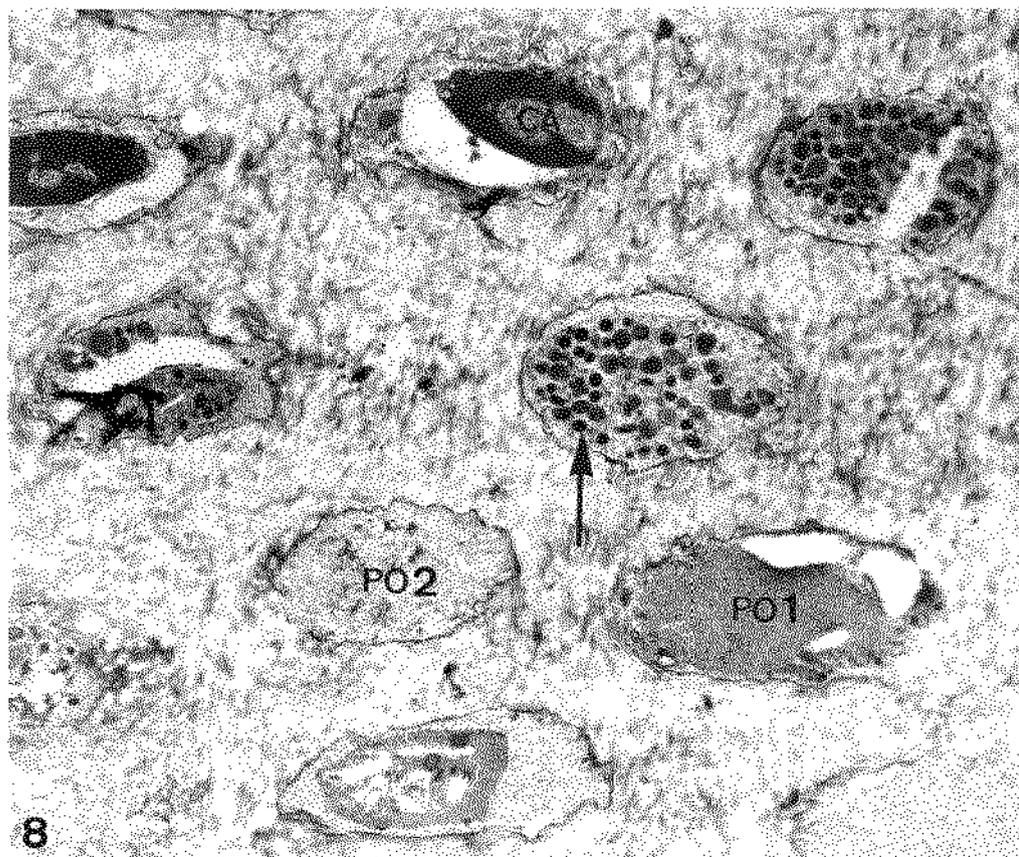
- Figura 1 - Grupo Controle Íntegro - Tecido pulpar apresentando as camadas odontoblástica (seta oblíqua), acelular (seta horizontal), rica em células (seta vertical) e central ( C ). Observa-se ainda, dentina (D), e pre-dentina (pd). H/E;  $\pm 280x$ .
- Figura 2 - Relação entre a cavidade dentária (cd) preparada na superfície vestibular do pré-molar e a polpa coronária (pc). H/E;  $\pm 67x$ .
- Figura 3 - Resina - 7 dias. Polpa coronária localizada abaixo da região dentinária relacionada com o assoalho da cavidade, exibindo células inflamatórias mononucleares dispersas (vide detalhe na Figura 4) e área de degeneração hidrópica (dh). H/E;  $\pm 125x$ .
- Figura 4 - Resina - 7 dias. Detalhe da figura anterior, onde observa-se polimorfonucleares neutrófilos (seta vertical) junto a camada de pré-dentina, dentina com células aspiradas (seta horizontal) para o interior dos túbulos dentinários, células inflamatórias mononucleares dispersas (seta oblíqua) e algumas células com degeneração hidrópica (seta maior). H/E;  $\pm 210x$ .
- Figura 5 - Resina - 7 dias. Metade esquerda da figura apresentando camada odontoblástica (co) e tecido pulpar organizado, diferente do que se pode observar na metade direita, a qual se apresenta desorganizada. H/E;  $\pm 125x$ .
- Figura 6 - Resina - 7 dias. Detalhe da área demarcada na figura anterior onde observa-se área necrótica (an) junto à pre-dentina (pd), e ausência de camada odontoblástica. A reação inflamatória é discreta com predomínio de células mononucleares (seta vertical) e degeneração hidrópica das células da polpa (seta oblíqua). H/E;  $\pm 280x$ .
- Figura 7 - Resina - 7 dias. Interface resina/assoalho da cavidade dentária (seta oblíqua), caracterizando ausência de microorganismos corados tanto nesta região, quanto no interior dos túbulos dentinários. Brown e Brenn;  $\pm 480x$ .



## LEGENDAS

Figura 8 - Resina - 7 dias. Corte transversal de túbulos dentinários relacionados com o assoalho da cavidade dentária. São observadas células aspiradas (C.A.), material globular (seta vertical) de eletrodensidade variável. Noutros túbulos, delimitados por membrana, são observados prolongamentos odontoblásticos alterados (PO1) ou de aspecto aparentemente normal (PO2). M.E.T., 5.000x.

Figura 9 - Resina - 7 dias. Região de tecido pulpar junto a camada de pré-dentina (PD), onde são observados odontoblastos em degeneração (OD), células inflamatórias, principalmente neutrófilos (CI) e material globular intra e extra-celular (setas) semelhante àqueles presentes no interior dos túbulos dentinários. M.E.T., 3.150x.



**7 dias - Hidróxido de cálcio** - Houve presença de poucas células inflamatórias de predomínio mononuclear, dispersas por entre as camadas odontoblástica, acelular e rica em células, na região do tecido pulpar associado com a parede axial da cavidade dentária. Não houve necrose tecidual, degeneração hidrópica, nem hialinização do interstício. Poucas células aspiradas foram observadas no interior dos túbulos dentinários. Os odontoblastos permaneciam compondo a camada odontoblástica, e os seus respectivos prolongamentos estavam presentes no interior dos túbulos dentinários (Fig. 11 e 12). Foi possível visualizar discreta desorganização das camadas da polpa mais próximas ao tecido dentinário, sendo que a porção central apresentava características histológicas de normalidade (Fig. 10).

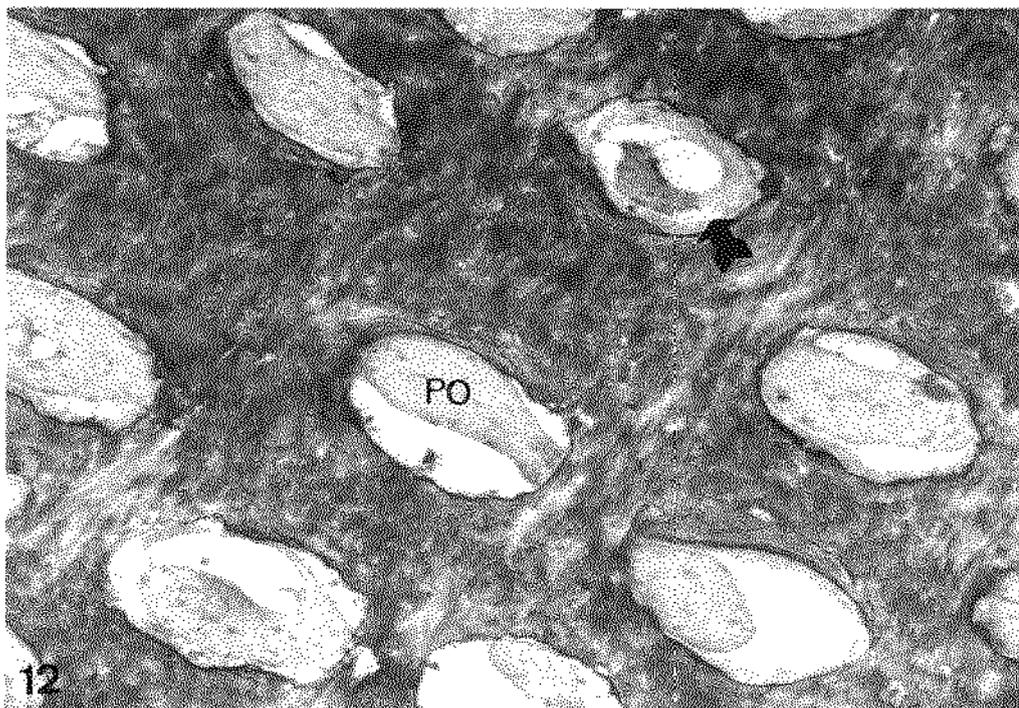
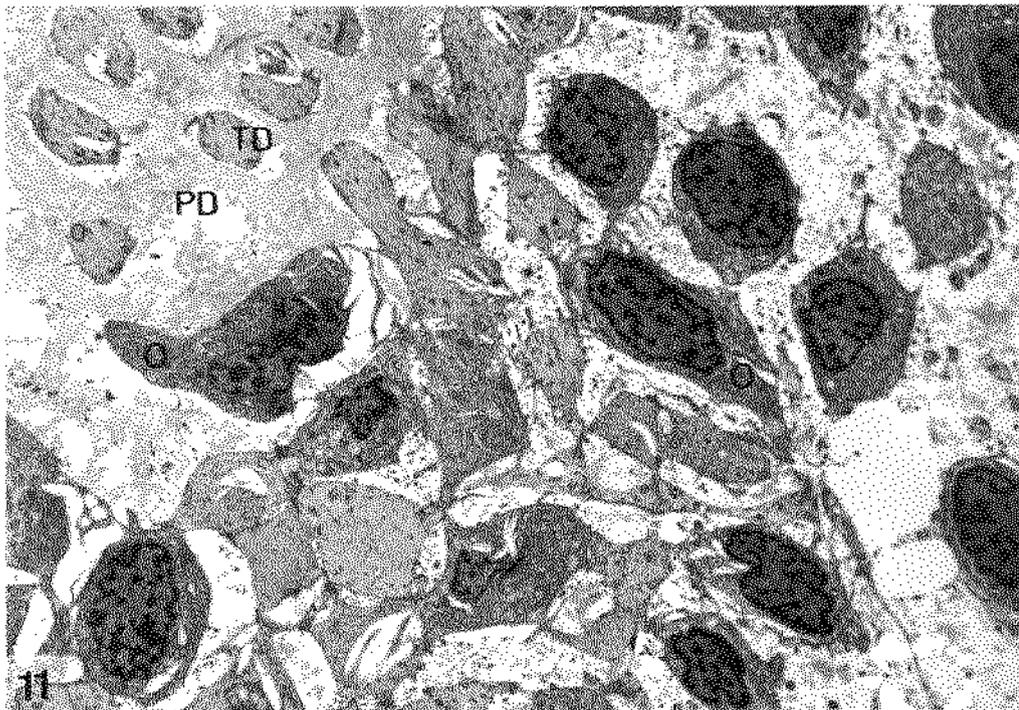
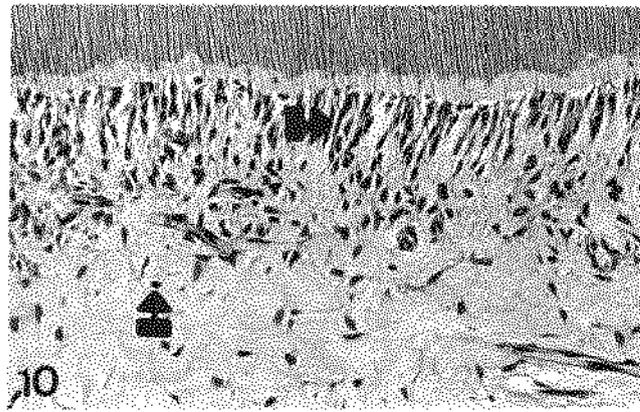
Não houve deposição de matriz dentinária que caracterizasse a formação de dentina reacional, e bactérias não foram detectadas.

## LEGENDAS

Figura 10 - Hidróxido de Cálcio - 7 dias. Tecido pulpar abaixo da região ocupada por túbulos dentinários associados ao assoalho da cavidade dentária. Presença de poucas células inflamatórias mononucleares (seta vertical). As camadas: odontoblástica (seta horizontal), acelular e rica em células apresentavam-se discretamente desorganizadas. H/E;  $\pm$  230 x.

Figura 11 - Hidróxido de Cálcio - 7 dias. Camada de pré-dentina (P.D.) com presença de prolongamentos odontoblásticos nos túbulos dentinários (T.D.). Adjacente, é observada a camada odontoblástica (O-odontoblastos). M.E.T., 2.000x.

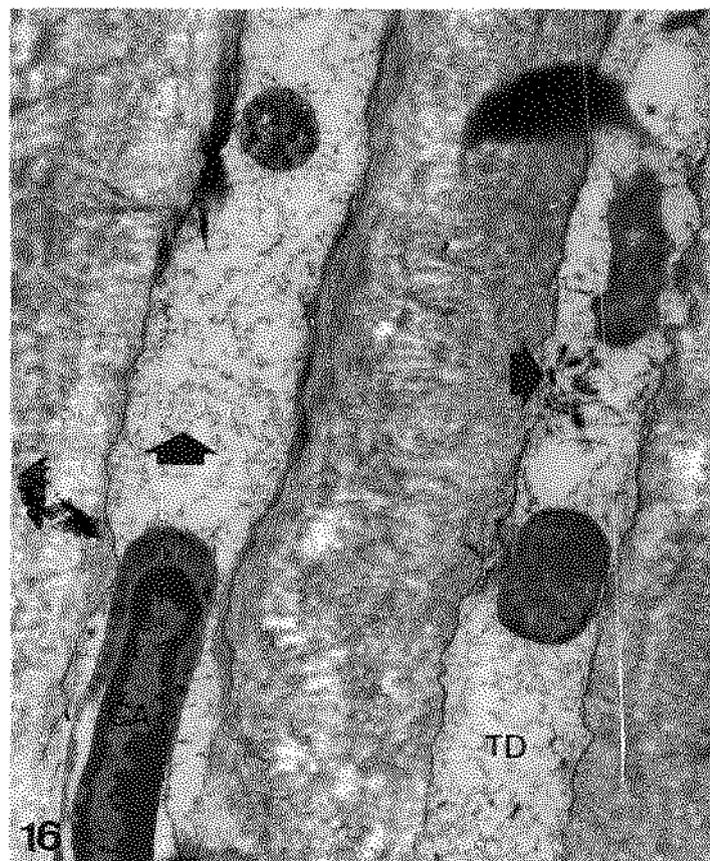
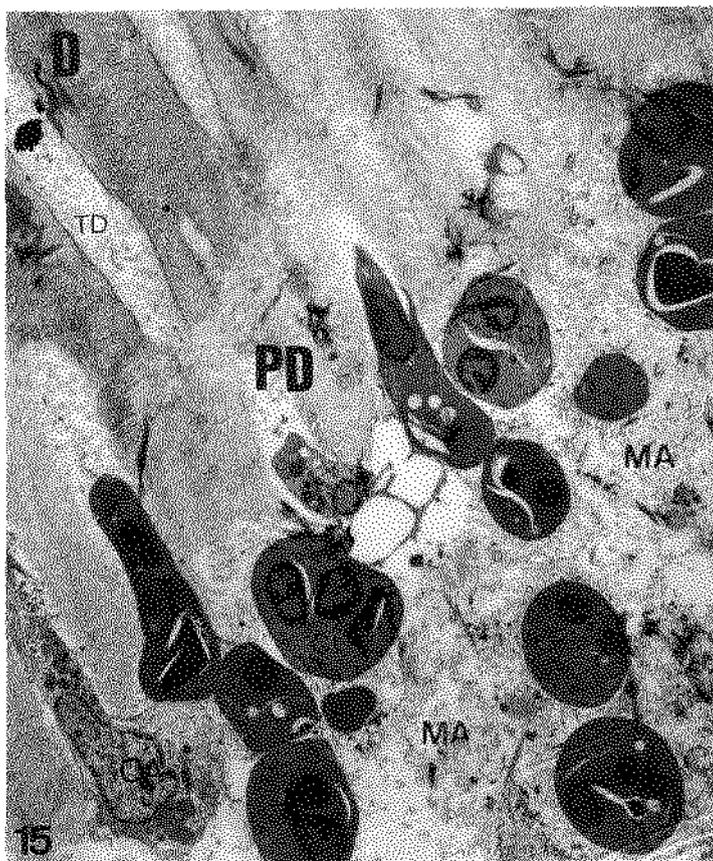
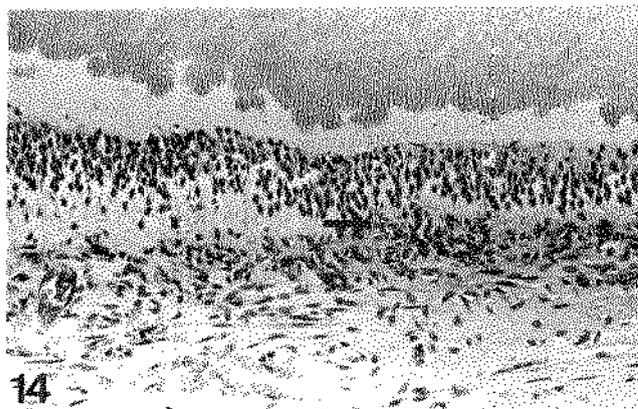
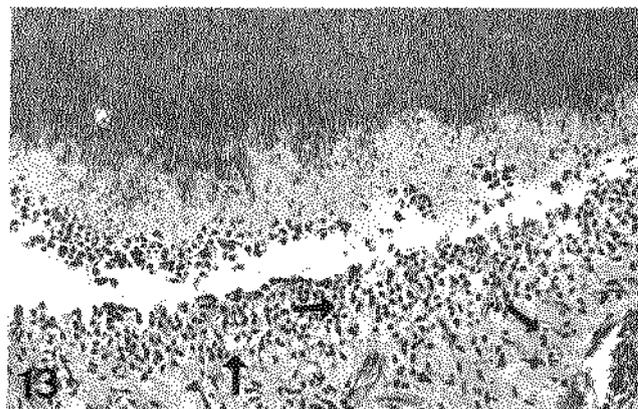
Figura 12 - Hidróxido de Cálcio - 7 dias. Corte transversal de dentina, onde podem ser observados túbulos dentinários com seus respectivos prolongamentos odontoblásticos (P.O.), alguns com sinais de degeneração (seta). Não são vistas células aspiradas. M.E.T. 5.000x.



**15 dias - Resina resorcina-formaldeído** - Foi observado discreta/moderada reação inflamatória com predomínio de células mononucleares, quadro reacional semelhante àquele ocorrido no período anterior. Nos casos onde houve aspiração de células para o interior dos túbulos dentinários (Fig. 16), na região anteriormente ocupada pela camada odontoblástica havia infiltrado inflamatório de polimorfonucleares neutrófilos (Fig. 13 e 15 ). O quadro de degeneração hidrópica das células pulpares e alteração hialina do interstício, também foi semelhante ao descrito no período anterior. Em um espécime a reação inflamatória pulpar era discreta, com predomínio de células mononucleares, sendo observado ainda, leve desorganização das camadas superficiais da polpa (Fig. 14). Quanto a presença de bactérias, estas foram evidenciadas em três espécimes avaliados, porém em apenas um deles os microorganismos penetravam no interior de poucos túbulos dentinários.

## LEGENDAS

- Figura 13 - Resina - 15 dias. Pode-se visualizar camada odontoblástica (seta horizontal) com suas células em degeneração hidrópica (seta vertical), em meio as quais existe presença de células inflamatórias mononucleares (seta oblíqua). Podem ser observados fragmentos celulares aspirados para o interior dos túbulos dentinários. H/E;  $\pm$  280x.
- Figura 14 - Resina - 15 dias. Presença de poucas células inflamatórias mononucleares, causando discreta desorganização das camadas pulpares superficiais, próximas a dentina (seta). H/E;  $\pm$  250x.
- Figura 15 - Resina - 15 dias. Região da polpa anteriormente ocupada pela camada odontoblástica. São observadas células inflamatórias (C.I.) com características de polimorfonucleares neutrófilos, algumas sendo aspiradas para o interior dos túbulos dentinários (C.A.). Na área está ocorrendo ainda degradação da matriz extracelular (M.A.) e poucas fibras colágenas são visualizadas. Um odontoblasto em degeneração está sendo aspirado (O.A.). A pré-dentina apresenta-se desorganizada (P.D.) e a dentina (D) com os túbulos dentinários (T.D.) contendo material flocular. M.E.T. 1.600 x.
- Figura 16 - Resina - 15 dias. Corte longitudinal dos túbulos dentinários (T.D.). No interior dos túbulos pode ser observado células aspiradas (C.A.), fragmentos eletrodensos (seta horizontal) e material flocular (seta vertical). M.E.T., 5.000x.



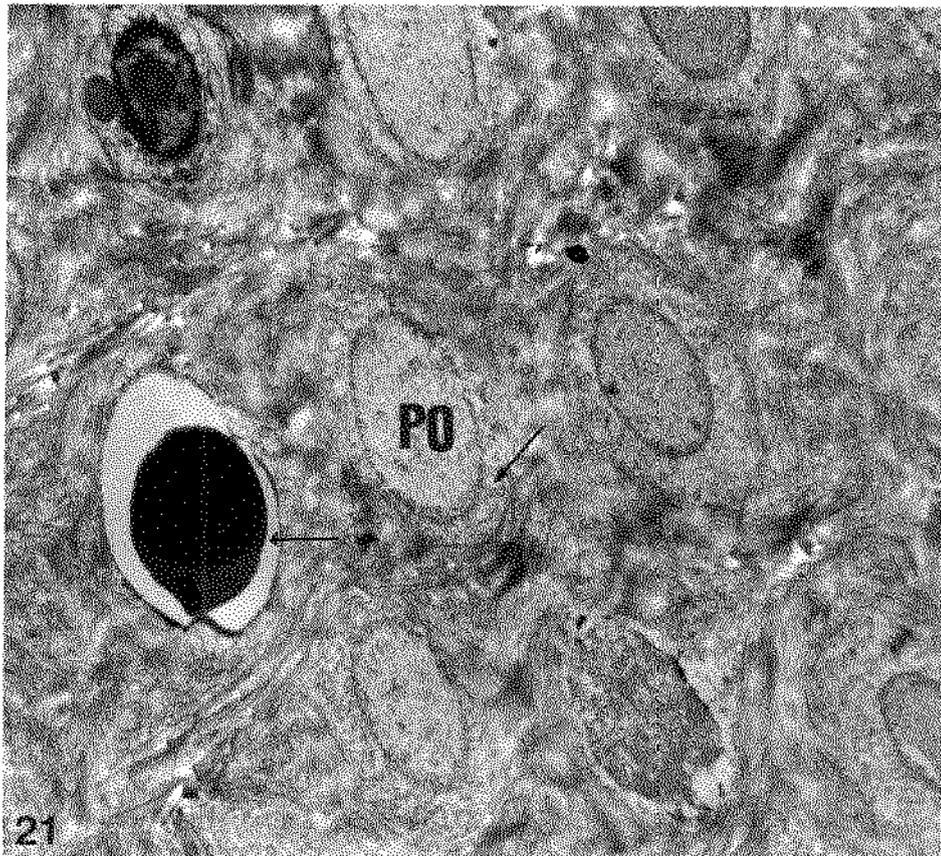
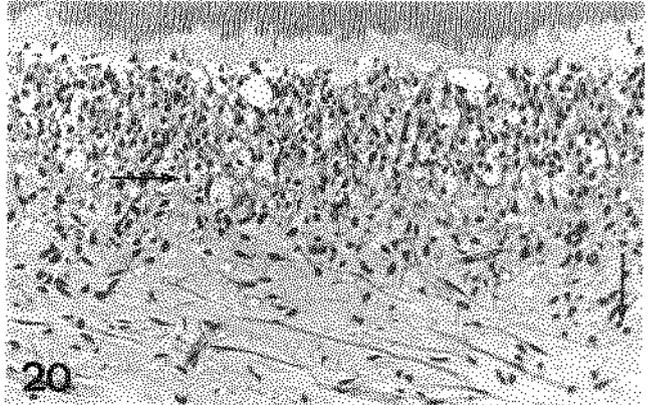
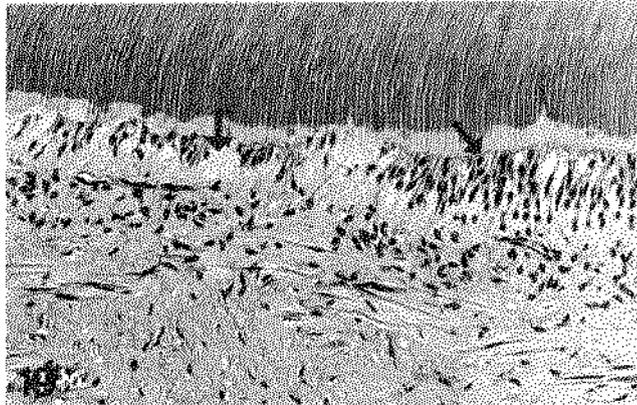
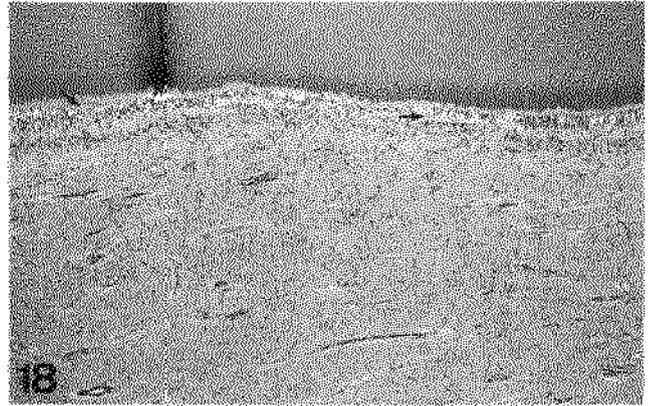
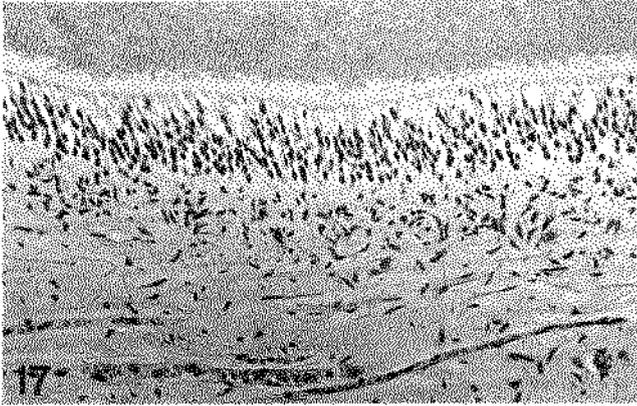
**15 dias - Hidróxido de cálcio** - Observou-se presença de poucas células inflamatórias mononucleares, localizadas no tecido pulpar, em meio aos odontoblastos associados com a parede axial da cavidade. A camada odontoblástica apresentava-se pouco desorganizada, sendo que as regiões acelular, rica em células e central da polpa apresentavam-se normais. Não houve deposição de matriz dentinária que pudesse sugerir início ou formação de dentina reacional (Fig. 17).

Nos cortes histológicos corados com Brown e Brenn, foi evidenciada presença de microorganismos em um caso, nas paredes laterais da cavidade dentária.

**30 dias - Resina resorcina-formaldeído** - Neste período, o quadro inflamatório foi discreto, o mesmo ocorrendo com a organização do tecido pulpar (Fig. 18 e 19). Em apenas um caso, ocorreu degeneração hidrópica das células pulpares junto as camadas superficiais da polpa (Fig. 20). Em dois espécimes deste grupo experimental, houve discreta deposição de dentina reacional, relacionada com a parede axial da cavidade. Porém, nos túbulos dentinários foram detectadas ainda, algumas células aspiradas (Fig. 21), sendo que as células odontoblastóides estão em fase de secreção de matriz dentinária (Fig. 22 e 23). Nos cortes corados com Brown e Brenn, em cinco espécimes avaliados, microorganismos foram evidenciados nas cavidades dentárias, sendo que em dois deles estas estruturas estavam presentes no interior de alguns túbulos dentinários.

## LEGENDAS

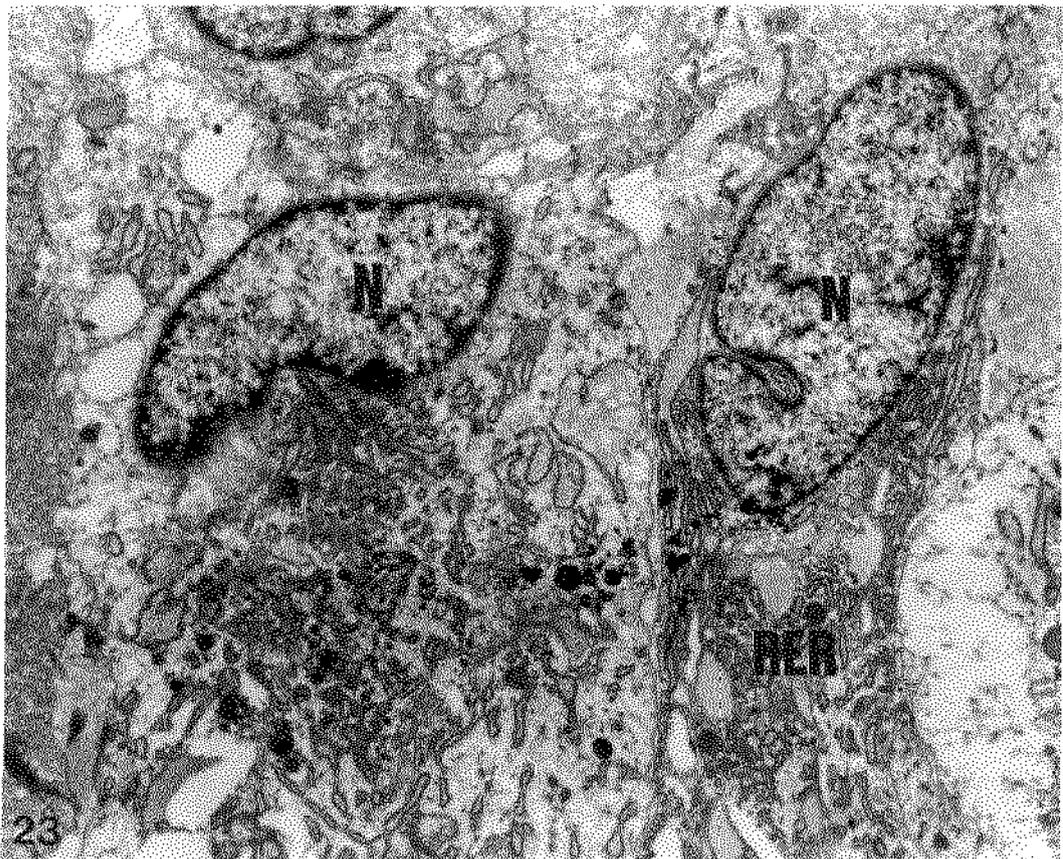
- Figura 17 - Hidróxido de Cálcio - 15 dias. Tecido dentinário e conjuntivo pulpar com características histológicas de normalidade. H/E;  $\pm 280x$ .
- Figura 18 - Resina - 30 dias. Discreta desorganização da camada odontoblástica relacionada com a parede axial da cavidade (seta horizontal). Na região esquerda da foto pode-se observar camada odontoblástica contínua (seta oblíqua). O tecido pulpar adjacente apresenta-se normal. H/E;  $\pm 125x$ .
- Figura 19 - Resina - 30 dias. Detalhe da figura anterior, mostrando discreta desorganização das camadas odontoblástica (seta vertical), acelular e rica em células da metade esquerda, quando comparada com o tecido pulpar da metade direita da foto (seta oblíqua). H/E;  $\pm 280x$ .
- Figura 20 - Resina - 30 dias. Região superficial da polpa, relacionada com o assoalho da cavidade. Observa-se moderada reação inflamatória com predomínio de células mononucleares (seta vertical) e degeneração hídrica (seta horizontal). H/E;  $\pm 280x$ .
- Figura 21 - Resina resorcina-formaldeído - 30 dias. Região de pré-dentina exibindo ainda estruturas celulares aspiradas para o interior dos túbulos dentinários (seta horizontal). Noutros túbulos, nota-se presença de prolongamentos odontoblásticos de aparência normal com membrana nítida (PO) e material granular no espaço periodontoblástico (seta oblíqua) e outros com sinal de degeneração (seta vertical). M.E.T., 6.300x.



## LEGENDAS

Figura 22 - Resina - 30 dias. Região abaixo da camada de pré-dentina (PD), onde células odontoblastóides (setas) exibem amplo retículo endoplasmático rugoso (R.E.R.). M.E.T., 5.000x.

Figura 23 - Resina - 30 dias. Detalhe da figura anterior. Células odontoblastóides localizadas na área ocupada anteriormente pelos odontoblastos primários, apresentando características de células secretoras (N-núcleo, R.E.R.-retículo endoplasmático rugoso). M.E.T., 12.500x.



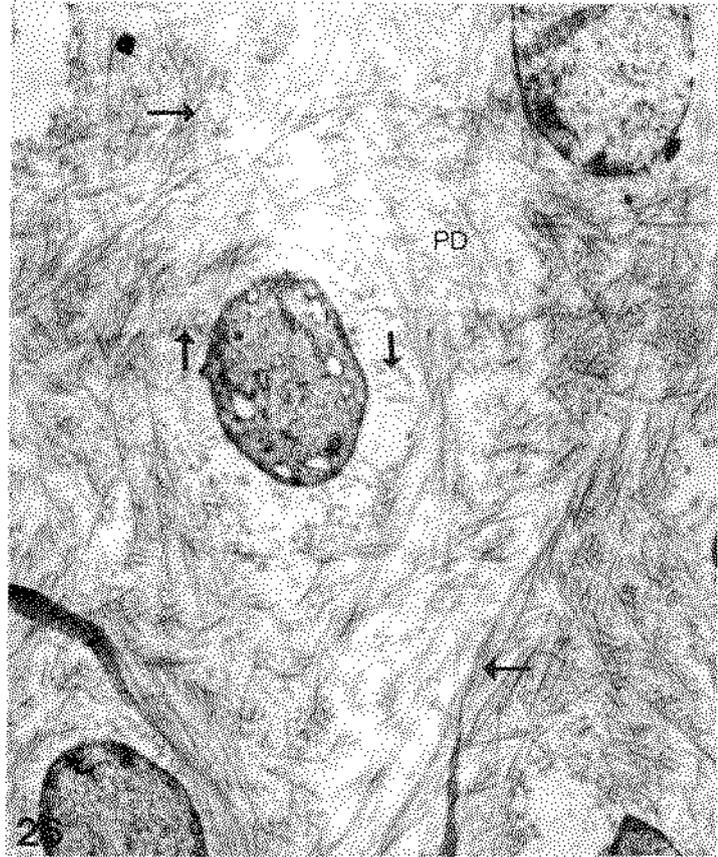
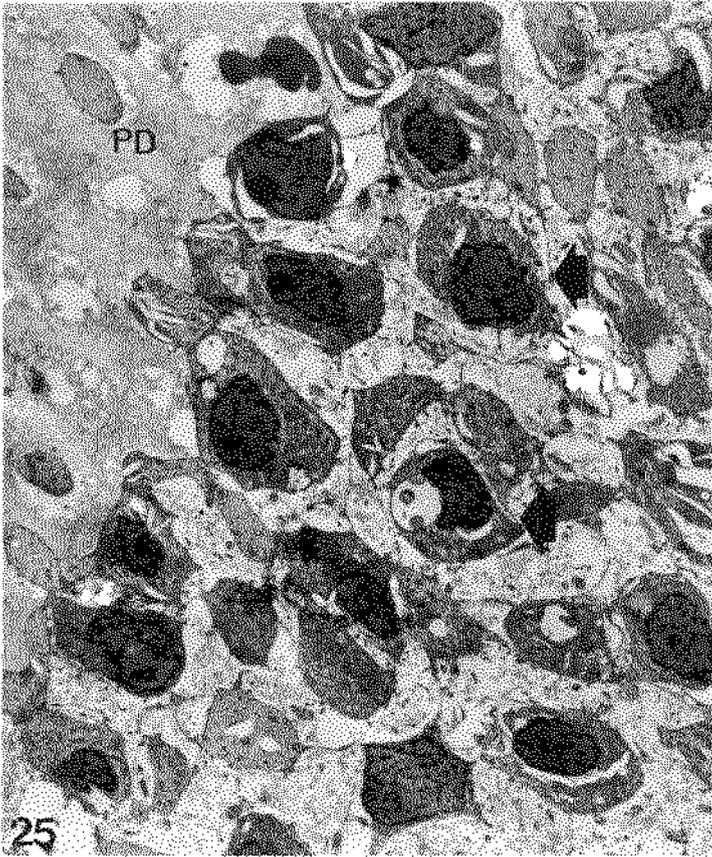
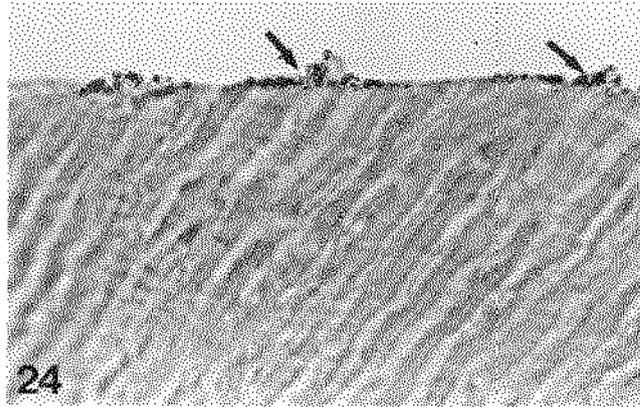
**30 dias - Hidróxido de cálcio** - Não foi possível observar presença de células inflamatórias que pudessem caracterizar uma reação inflamatória pulpar. A camada odontoblástica estava íntegra e regular e o tecido pulpar adjacente também estava normal. Não havia formação de dentina reacional na área, sendo que os prolongamentos odontoblásticos estavam presentes no interior dos túbulos dentinários (Fig. 25 e 26). Nos cortes histológicos corados pela técnica de Brown e Brenn, foram detectados microorganismos nas paredes laterais e axial da cavidade em 1 espécime (Fig. 24).

## LEGENDAS

Figura 24 - Hidróxido de Cálcio - 30 dias. Observa-se bactérias coradas na superfície da parede axial da cavidade dentária (setas). Brown e Brenn;  $\pm 460 \times$ .

Figura 25 - Hidróxido de Cálcio - 30 dias. Observa-se pré-dentina (P.D.) com túbulos dentinários e seus respectivos prolongamentos odontoblásticos e a camada de células odontoblásticas (setas). M.E.T. ,  $1.600 \times$ .

Figura 26 - Hidróxido de Cálcio - 30 dias. Região de pré-dentina (PD) onde pode ser vista grande quantidade de fibrilas colágenas na matriz (setas horizontais), entre túbulos dentinários, os quais exibem seus respectivos prolongamentos odontoblásticos (PO) e espaço periodontoblástico com material granular e algumas fibrilas colágenas (setas verticais). M.E.T.,  $6.300 \times$ .



**120 dias - Resina resorcina-formaldeído** - Em três espécimes, não havia presença de células inflamatórias em quantidade suficiente que pudesse caracterizar reação inflamatória no tecido pulpar. Todavia, a polpa próxima ao tecido dentinário remanescente entre a parede axial da cavidade dentária e o tecido pulpar, não apresentava camadas acelular e rica em células nítidas, sendo que na região havia ainda células em degeneração hidrópica (Fig. 27 e 28). A região central estava com características histológicas de normalidade (Fig. 28). Associado ao assoalho da cavidade, foi observada deposição moderada de matriz de dentina, caracterizando a formação de dentina reacional (Fig. 29), adjacente a qual havia presença de delgada camada de células odontoblastóides com citoplasma basofílico, parecendo estar em processo de atividade secretora (Fig. 27, 28 e 29). Em um caso houve penetração de bacteriais no interior de poucos túbulos dentinários na parede axial da cavidade (Fig. 30). No outro espécime, foram visualizados microorganismos nas paredes laterais e axial da cavidade, enquanto que no último espécime avaliado, não foi possível detectar estes agentes corados na cavidade dentária.

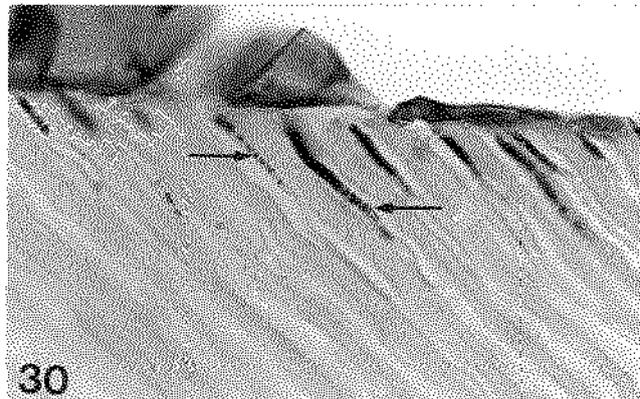
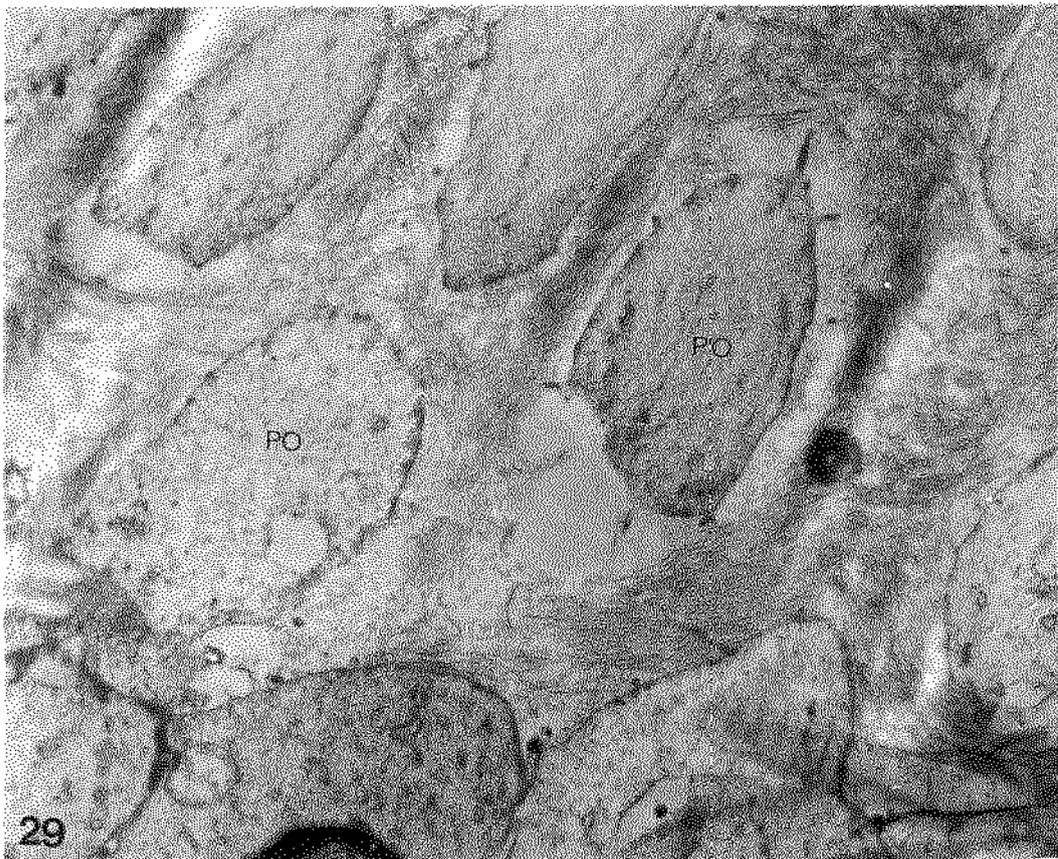
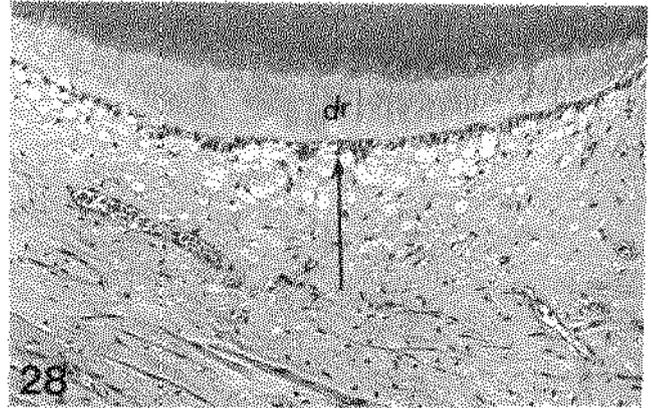
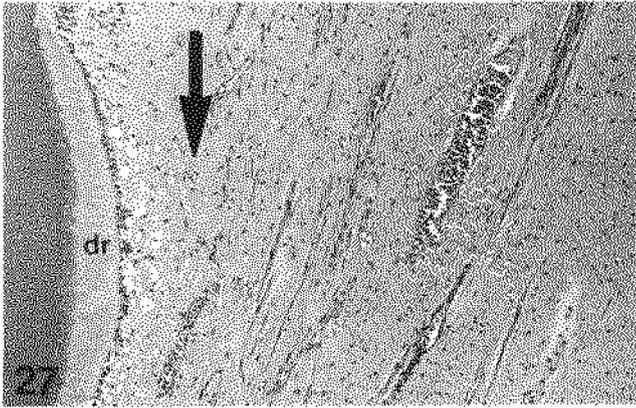
## LEGENDAS

Figura 27 - Resina - 120 dias. Tecido pulpar mostrando ausência das camadas acelular e rica em células (seta vertical), uma delgada camada de células odontoblastóides junto à dentina reacional (dr). H/E;  $\pm$  160x.

Figura 28 - Resina - 120 dias. Detalhe da figura anterior mostrando dentina reacional (dr) com poucos túbulos dentinários e delgada camada de células odontoblastóides (seta vertical), com citoplasma basofílico. No tecido conjuntivo pulpar adjacente, pode-se observar ausência de células inflamatórias. H/E;  $\pm$  230x.

Figura 29 - Resina - 120 dias. Matriz de dentina reacional com túbulos dentinários e seus respectivos prolongamentos odontoblásticos de aparência normal (PO). M.E.T., 6.300x.

Figura 30 - Resina - 120 dias. Assoalho da cavidade dentária, apresentando bactérias (setas horizontais) no interior de alguns túbulos dentinários. Brown e Brenn;  $\pm$  460x.



Em um espécime, não ocorreu resposta inflamatória pulpar, sendo que este tecido se apresentava histologicamente organizado e normal (Figura 31). Havia discreto espessamento da camada de pré-dentina relacionada com a parede axial da cavidade (Figura 31), e nos cortes histológicos corados com Brown e Brenn, neste espécime foi evidenciada presença de microorganismos no interior de poucos túbulos dentinários da cavidade dentária.

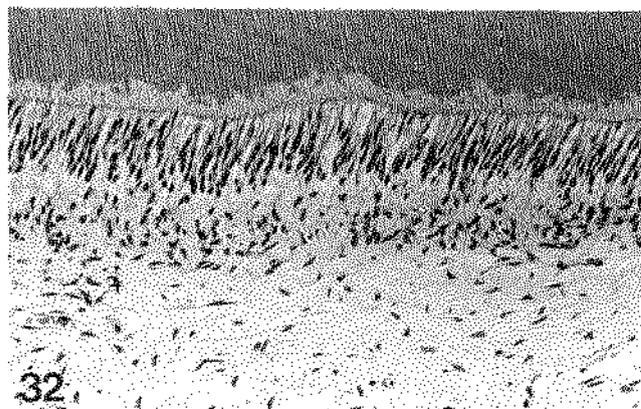
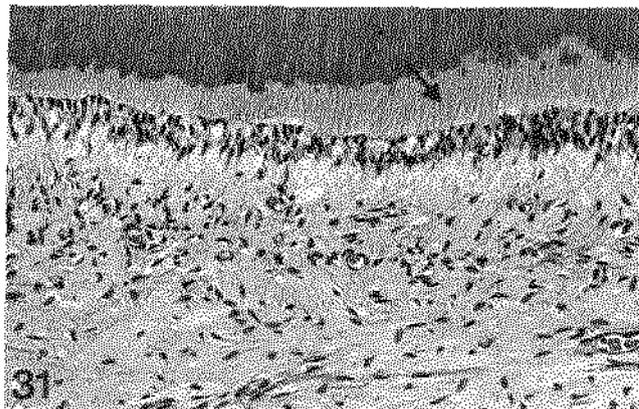
**120 dias - Hidróxido de cálcio** - Neste último tempo de análise, cortes histológicos corados para análise da resposta dos tecidos pulpar e dentinário, foi possível observar que estes tecidos apresentavam características histológicas de normalidade, semelhante ao ocorrido para o período anterior (Figuras 32 e 33). Da mesma maneira que não houve formação de dentina reacional, os cortes histológicos corados para detecção de microorganismos, evidenciarem em 1 espécime presença de microorganismos nas paredes laterais e axial das cavidades, sendo que no outro, bactérias penetram também no interior de alguns túbulos dentinários.

## LEGENDAS

Figura 31 - Resina - 120 dias. Nota-se tecido pulpar organizado, pré-dentina reacional (seta oblíqua) e ausência de resposta inflamatória. H/E;  $\pm$  280x.

Figura 32 - Hidróxido de Cálcio - 120 dias. Tecido pulpar com características histológicas de normalidade. H/E;  $\pm$  280 x.

Figura 33 - Hidróxido de Cálcio - 120 dias. Região de transição entre dentina (D), pré-dentina (P.D.) e camada odontoblástica (O). M.E.T., 2.000x.



## ***DISCUSSÃO***

---

## DISCUSSÃO

De acordo com GOLDBERG et al.<sup>33</sup>, após testes laboratoriais, está bem estabelecida a necessidade de se realizar testes clínicos de biocompatibilidade dos materiais odontológicos em dentes de animais ou humanos, pois diferenças significantes ocorrem entre os testes de biocompatibilidade de materiais realizados em laboratório e os achados clínicos. Estudos clínicos em animais e humanos encontram muitas dificuldades, principalmente quanto as leis, regulamentações e considerações éticas. Todavia, não há outro caminho para se obter informações definitivas sobre a biocompatibilidade de um determinado material, senão incluindo testes clínicos nos programas de avaliação biológica destes materiais.

Assim, no presente trabalho de pesquisa, dentes humanos foram selecionados para a avaliação da biocompatibilidade da resina resorcina-formaldeído, desde que este material já foi utilizado por endodontistas na década de 60 para obturação de canais radiculares e avaliações prévias, foram realizadas através de metodologias indicadas pela FDI e ANSI/ADA como sequência de testes para estudo da biocompatibilidade dos materiais odontológicos<sup>17,18</sup>.

LIN et al.<sup>46</sup> e LUNDY & STANLEY<sup>47</sup>, relataram que a correlação entre os sinais e sintomas clínicos e as características histopatológicas do tecido pulpar é fraca. Corroborando esta afirmação, no presente trabalho não houve referência pelos pacientes de dor pós-operatória nem foi constatada sintomatologia alterada através do teste de sensibilidade em todos os períodos de

avaliação, mas a histopatologia demonstrou alterações pulpo-dentinárias importantes particularmente no grupo experimental.

Da mesma forma, os achados radiográficos, utilizados algumas vezes como método para avaliar a biocompatibilidade de materiais odontológicos, permite apenas determinar características visíveis a nível radiográfico, pois apesar das alterações degenerativas do tecido pulpar, radiograficamente não foram detectadas reabsorções dentárias internas nem lesões periapicais. Assim, as análises clínica e radiográfica revelam apenas esparças informações sobre a biocompatibilidade dos materiais odontológicos<sup>39</sup>, mas quando relacionados com os eventos histopatológicos provocados pelos materiais odontológicos, trazem significantes informações, as quais poderão contribuir para a indicação ou não do uso deste material em teste, na clínica odontológica.

Na avaliação histopatológica, observou-se aos 7 dias para o grupo experimental (resorcina-formaldeído), aspiração de corpos celulares para o interior dos túbulos dentinários, ausência de camada odontoblástica e necrose localizada, sendo que na área haviam polimorfonucleares neutrófilos. Adjacente, foi observada discreta presença de células mononucleares dispersas, degeneração hidrópica e alteração hialina do interstício. Assim, as camadas odontoblásticas, acelular e rica em células apresentavam-se desorganizadas, porém a porção central da polpa tinha características histológicas de normalidade.

No grupo controle (hidróxido de cálcio), neste mesmo período de avaliação, algumas poucas células foram aspiradas para o interior dos túbulos dentinários, enquanto as camadas da polpa apresentavam-se discretamente

alteradas com escassas células inflamatórias mononucleares dispersas. Em ambos grupos, não haviam evidências de formação de dentina reacional.

Com o decorrer do tempo, o tecido pulpar dos espécimes do grupo experimental passou pelo processo de reparação tecidual, sendo que no último período de observação (120 dias) havia moderada deposição de dentina reacional na região da polpa relacionada com o assoalho da cavidade dentária. O tecido pulpar perdeu a organização de suas camadas superficiais, porém não havia reação inflamatória nem necrose na região.

No caso dos espécimes pertencentes ao grupo controle, o tecido conjuntivo pulpar apresentava características histológicas de normalidade aos 15, 30 e 120 dias de pós-operatório, semelhante ao quadro histológico observado para os espécimes do grupo controle íntegro.

Quando a avaliação dos espécimes do grupo experimental foi realizada em M.E.T., observou-se nos cortes de dentina e pré-dentina prolongamentos odontoblásticos alterados e células aspiradas para o interior dos túbulos dentinários. Alguns prolongamentos odontoblásticos com morfologia alterada também estavam presentes em cortes transversais dos espécimes pertencentes ao grupo controle.

Segundo FRANK e STEUR<sup>28</sup>, o tratamento da dentina com antagonistas de cálcio, como é o caso do EDTA (usado na descalcificação dos espécimes avaliados no presente trabalho de pesquisa), não mantém a fixação adequada dos processos odontoblásticos, principalmente na periferia da dentina. Os mesmos autores relataram que devido ao prolongamento odontoblástico

possuir sensível sistema de citoesqueleto, este processo imerso no fluido dentinário apresenta dificuldade de fixação e facilmente retrai-se, caso cuidados especiais não forem tomados no tratamento da dentina. Assim, pode-se pensar que, talvez, as variações morfológicas observadas nos grupos experimental e controle, tenham ocorrido de certa forma, em função do tratamento fixador e/ou descalcificador usado no presente trabalho e não devido ao material odontológico em teste, apesar de serem observadas células, material flocular e globular no interior dos túbulos dentinários, principalmente nos espécimes do grupo experimental.

Este material globular de eletrondensidade variável não foi relatado por FRANK<sup>27</sup>, quando este pesquisador descreveu as estruturas celulares ou não, presentes no interior dos túbulos dentinários através de avaliação em M.E.T. Nos casos onde foi detectada presença de neutrófilos na região pulpar e intra-tubular, haviam grânulos eletrodensos na área e vice-versa. Esta observação supõe que este material intra e extra-tubular talvez sejam grânulos de polimorfonucleares neutrófilos presentes na região anteriormente ocupada pela camada odontoblástica e/ou aspirados para o interior dos túbulos dentinários.

Em outros casos, foi notado ausência de prolongamentos odontoblásticos, sendo que os túbulos dentinários apresentavam amplo espaço periodontoblástico ocupado por material flocular. Estes casos pareciam estar relacionados com os espécimes onde haviam presença de estruturas celulares aspiradas para o interior dos túbulos dentinários. Todavia, esta alteração não foi observada nos espécimes pertencentes aos grupos controle. Desta forma, pode-

se sugerir que, parte das variações estruturais observadas no interior dos túbulos dentinários, em ambos os grupos avaliados no presente trabalho, podem ter ocorrido devido ao processamento laboratorial dos dentes, até a obtenção dos cortes histológicos. Porém, parece que as reações do complexo dentino-pulpar, observadas em microscopia de luz e eletrônica de transmissão (M.E.T.), ocorreram também, em parte, devido a aplicação dos materiais odontológicos em teste.

Segundo HORSTED-BINDSLEV<sup>39</sup>, atenção deveria ser dispensada a uma variedade de fatores, quando as razões da dor pós-operatória é considerada, tais como, permeabilidade da dentina, técnica restauradora aplicada, tamanho, profundidade e largura da cavidade, propriedade físico-química do material restaurador ou forrador, e especialmente a presença de bactérias e seus produtos metabólicos sobre a parede de dentina ou no interior dos túbulos dentinários. Assim, a dor ocorrida após um tratamento restaurador é causada pela interação de vários procedimentos operatórios e pela característica original do tecido pulpar.

Quando se inicia a descrição dos vários fatores que podem levar a dor pós-operatória, pode-se determinar através da literatura que a sensibilidade após a realização de restaurações de amálgama não é comum<sup>48,71</sup>. Por outro lado, BRANNSTROM<sup>9</sup> relatou que sensibilidade pós-operatória em dentes restaurados com amálgama pode ocorrer devido a este material não possuir propriedade de selar os túbulos dentinários. De acordo com MAHLER et al.<sup>48</sup>, a falta de adesão entre o amálgama e a estrutura dentária permite o desenvolvimento de um espaço

entre o material restaurador e o dente. Se os túbulos de dentina estão abertos, este espaço é rapidamente preenchido por fluido dentinário. Este fluxo de fluido pode estimular terminações nervosas locais e produzir dor. A presença deste espaço pode ainda, com o decorrer do tempo, permitir a penetração de bactérias e seus produtos, que segundo BRANNSTRON e NYBORG<sup>11</sup>, COX<sup>18</sup> COX et al.<sup>21</sup> são os principais fatores responsáveis pelas alterações inflamatórias e necrose pulpar. Assim, segundo HEALY & PHILLIPS<sup>37</sup> o sucesso das restaurações de amálgama depende, entre outros, desde a correta realização do preparo cavitário até o seu polimento final. Desta forma, no presente trabalho, todo cuidado foi tomado com relação aos limites e localização da cavidade, bem como o preparo, condensação e brunimento das restaurações de amálgama. Mesmo assim, foi possível determinar, principalmente nos períodos mais longos a presença de bactérias nas paredes cavitárias e em alguns espécimes, penetrando, ainda que superficialmente, em alguns túbulos dentinários, tanto no grupo experimental quanto no controle.

Quando um preparo cavitário é realizado, segundo FUSAYAMA<sup>30</sup>, a vibração mecânica dos instrumentos rotatórios e a geração de calor durante o procedimento operatório podem causar em conjunto ou isoladamente vários graus de injúria ao tecido pulpar. Para evitar estes acontecimentos, os quais poderiam interferir na resposta do complexo dentino-pulpar em testes de biocompatibilidade quando cavidades dentárias são preparadas em dentes de animais ou humanos, instrumentos novos deveriam ser utilizados no procedimento operatório e

quantidade mínima de estrutura dental deveria ser removida, evitando realizar extensões preventivas ou retenções nas paredes cavitárias.

ZACH e COHEN<sup>75</sup> relataram que, a preparação de dentes para realização de coroa total com alta ou baixa-rotação sem refrigeração com spray de água, causa necrose pulpar. A secagem da dentina com ar também implica em agressão pulpar, como relatou COTTON<sup>19</sup>, onde aplicação de jato de ar por 30 segundos causou ruptura da camada odontoblástica. Porém esta alteração pulpar foi reversível quando a avaliação foi realizada em períodos longos. SELTZER e BENDER<sup>66</sup> relataram discreta reação pulpar quando água foi usada na refrigeração, durante o preparo de um dente em alta rotação. Porém quando o preparo dentário foi realizado com spray de ar, sem o uso de água, uma reação pulpar severa foi observada no tecido pulpar, completa ruptura da camada odontoblástica foi determinada e áreas adjacentes de necrose pulpar focal foram encontradas. BRÄNNSTROM<sup>8</sup> relatou também que a secagem da dentina com spray de ar causa aspiração de odontoblastos e seus núcleos para o interior dos túbulos dentinários. Porém a reparação da polpa ocorre 30 dias após a preparação cavitária e secagem da dentina. Este processo envolve reorganização de novas células odontoblastóides e formação de dentina reacional abaixo dos túbulos cortados.

Conhecendo as possíveis alterações pulpares que podem ocorrer devido ao preparo cavitário e secagem das paredes da cavidade dentária, no presente trabalho de pesquisa utilizou-se pontas diamantadas (1090 KG Sorensen) para o corte da estrutura dentária, sendo estas trocadas após terem

sido usadas na confecção de quatro cavidades dentárias. Por outro lado os orifícios das canetas de alta rotação, por onde flui o jato de água/ar, eram constantemente vistoriados e desobstruídos para que a irrigação da ponta diamantada e superfície de corte fosse abundante e constante.

Quanto a secagem da cavidade, esta foi realizada através do uso de bolinhas de algodão esterilizadas, evitando a desidratação do substrato dentinário e os consequentes efeitos indesejáveis sobre o complexo dentino-pulpar.

Todo este cuidado no preparo e secagem da cavidade dentária, puderam ser determinados através das avaliações histopatológicas dos espécimes do grupo controle e experimental. Apesar da intensa aspiração de corpos celulares observada nos primeiros períodos de avaliação do grupo experimental, isto praticamente não ocorreu no grupo controle, sugerindo que esta aspiração celular, bem como as alterações degenerativas e inflamatórias da polpa não foram influenciadas pelo preparo cavitário.

Muitos pesquisadores têm relatado a importância do peso molecular dos componentes dos materiais odontológicos usados sobre tecido dentinário, mostrando que quanto menor o peso molecular do material, maior seu potencial de difusão através dos túbulos dentinários; outros informam ainda que quanto mais profunda a cavidade dentária e por conseguinte menor a espessura da dentina remanescente entre o assoalho cavitário e o tecido pulpar, maior será o potencial de difusão dos materiais de baixo peso molecular<sup>36</sup>. Isto ocorre por vários motivos, mas principalmente devido ao pequeno diâmetro da molécula da resina e/ou deficiência na sua polimerização quando em contato com o oxigênio

ou fluido dentinário. Ainda, a dentina profunda apresenta maior número de túbulos dentinários por milímetro quadrado ( $45.000/\text{mm}^2$ ), quando comparado com a dentina superficial ( $20.000/\text{mm}^2$ ) e estes túbulos têm diâmetro de  $2,5\mu\text{m}$  junto à polpa e  $0,9\mu\text{m}$  próximo ao limite amelo-dentinário.

Assim, a resina resorcina-formaldeído apresenta componentes com baixo peso molecular (resorcina PM = 110,11; formaldeído PM = 30,03 e hidróxido de potássio PM = 56,10), o que poderia permitir sua fácil difusão através dos túbulos dentinários. Porém, quando preparos cavitários são realizados, forma-se sobre a superfície dentinária, uma camada espessa composta por debris constituídos por pequenos fragmentos de matriz de colágeno mineralizada, partículas inorgânicas de estrutura dentária, saliva, sangue e numerosos microorganismos. Foi denominada inicialmente por EICK et al.<sup>24</sup> como "smear layer". No interior dos túbulos, formam-se os "smear plugs" os quais ocluem internamente estas estruturas tubulares. Segundo BRANNSTRON<sup>13</sup> e BOWEN et al.<sup>7</sup>, a espessura da camada de "smear layer" produzida após um preparo cavitário varia de 1 a  $5\mu\text{m}$ . Porém, a espessura depende de como a dentina foi cortada (seca ou molhada), da quantidade e composição da solução irrigadora usada, do tamanho e profundidade da cavidade, e do instrumento utilizado no preparo cavitário. De acordo com PASHLEY<sup>58</sup>, o preparo cavitário sem irrigação adequada com água, leva a formação de uma camada de "smear layer" mais espessa. Isto também ocorre quando se utiliza fresa diamantada no preparo da cavidade dentária.

PASHLEY et al.<sup>57</sup> relataram que a "smear layer" reduz em até 86% a permeabilidade da dentina. O conteúdo orgânico desta camada tem a habilidade de agir por longo tempo como uma barreira mecânica, evitando que materiais que apresentem baixo peso molecular possam se difundir livremente através dos túbulos dentinários, podendo se acumular junto à camada odontoblástica, causando injúrias ao tecido pulpar. Contudo, dentro de algumas semanas, esta porção orgânica da "smear layer" se degrada deixando micro espaços, através dos quais microorganismos e seus produtos podem ter livre acesso para túbulos dentinários. Estes microorganismos podem ser oriundos da própria "smear layer" ou ainda ter chegado as paredes cavitárias e/ou interior dos túbulos, através dos espaços formados entre a parede cavitária e o material restaurador.

Num trabalho de pesquisa desenvolvido por BOUILLAGUET et al.<sup>6</sup>, foi possível determinar que quando um monômero resinoso (2-hidroxietilmetacrilato - HEMA) foi aplicado sobre discos de dentina "in vitro", havia a difusão deste monômero de baixo peso molecular (PM = 130,1) através dos túbulos dentinários.

Recentemente, GERZINA e HUME<sup>31</sup> demonstraram que além do HEMA, o TEGDMA (PM = 230,2) apesar de possuir maior peso molecular, também apresenta difusão através da dentina, podendo se acumular junto ao tecido pulpar. Em ambos os trabalhos de pesquisa, as paredes cavitárias eram, previamente a aplicação dos monômeros, tratadas com componentes ácidos, cujo

objetivo era a remoção da "smear layer" e "smear plugs", como ocorre com os sistemas adesivo de dentina presentes no mercado odontológico.

No presente trabalho de pesquisa, as paredes cavitárias não foram tratadas com substâncias acidificadas. Assim, as camadas de "smear layer" e "smear plugs" foram mantidas revestindo a superfície das paredes de dentina. Desta forma, a permeabilidade dentinária na região do assoalho cavitário era pequena, sendo que isto provavelmente evitou o contato de grande quantidade de fluido dentinário com o material forrador, evitando que a polimerização da resina fosse gravemente prejudicada. Assim, os poucos monômeros residuais que possivelmente permaneceram junto ao assoalho cavitário em associação com a manutenção da "smear layer", reduziram ou mesmo evitaram o deslocamento de fragmentos de resina (monômeros) através dos túbulos dentinários em direção ao tecido pulpar. Isto pôde ser comprovado através da avaliação histopatológica em microscopia óptica e M.E.T., onde estruturas que pudessem sugerir monômeros no interior de túbulos dentinários não foram observados em todos os espécimes dos variados períodos de avaliação.

Quanto a solubilização da camada de smear layer com o decorrer do tempo, possibilitando a penetração de bactérias através dos túbulos dentinários e talvez provocando reação inflamatória pulpar tardia, isto pode ocorrer. Assim, no presente trabalho, o aumento da contaminação bacteriana observada com o decorrer dos períodos talvez possa ser explicada através deste relato de PASHLEY et al.<sup>57</sup>. Porém aos 120 dias havia presença de dentina reacional relacionada ao assoalho de cavidade dentária, camada de células

odontoblastóides adjacente e tecido pulpar sem presença de reação inflamatória, não caracterizando a relação entre a possível dissolução da camada "smear layer" e consequente contaminação bacteriana com a intensidade da reação inflamatória pulpar.

Muitos trabalhos de pesquisa têm mostrado que a infecção é o fator mais irritante e danoso ao tecido conjuntivo pulpar após a colocação de uma restauração<sup>10,11,29,41,42,43,54</sup>. MEJARE, MEJARE & EDWARDSSON<sup>51</sup>, e BERGENHOLTZ<sup>4</sup>, relataram que nos espaços formados entre o material restaurador e a parede da cavidade dentária, chamado de "gap", pode conter ambos, gram positivos e anaeróbios gram negativos, além de cocos e filamentos. O preparo cavitário não é feito em condições estéreis, especialmente quando o dente é submetido a remoção de lesão de cárie. Assim, BRÄNNSTROM<sup>9</sup> e BRÄNNSTRON & NYBORG<sup>11</sup> relataram que bactérias presentes na "smear layer" podem se multiplicar mesmo quando há um bom selamento na interface dente/restauração e talvez penetrar nos túbulos dentinários.

COX et al.<sup>22</sup> e COX & SUZUKI<sup>23</sup> relataram em trabalhos onde vários materiais foram aplicados sobre dentina e polpa, que o potencial de cura é inerente ao complexo dentino-pulpar se a presença de bactérias for excluída.

Por outro lado, outros trabalhos<sup>3,44,61,65,68,69</sup> mostraram que a irritação pulpar é atribuída principalmente à composição química dos materiais odontológicos.

Trabalhos de pesquisa<sup>32,35</sup> têm relatado ainda, que com o decorrer do tempo, há um aumento no número de bactérias presentes abaixo de cavidades

dentárias restauradas com resinas compostas. Estes achados podem também ser extrapolados para outros materiais restauradores, como o amálgama e outros, pois na cavidade bucal existem variações térmicas bruscas, sendo que o coeficiente de contração e expansão da estrutura dentária é diferente dos vários materiais restauradores. Associado a isto, o "stress" do material devido a forças mastigatórias e outras, tem papel importante nas alterações das propriedades físicas do material. Então, a desadaptação do material restaurador da parede cavitária favorece a formação dos "gaps" que como já relatado anteriormente permite a penetração de microorganismos. De acordo com este raciocínio e com os trabalhos de MEJARE et al.<sup>50</sup> e QVIST<sup>60</sup>, foi possível detectar no presente trabalho que com o decorrer dos períodos de avaliação, tanto para o grupo experimental quanto para o controle, a presença de bactérias coradas nas paredes cavitárias e/ou túbulos dentinários aumentaram, provavelmente devido a desadaptação e falta de adesão entre o material restaurador e a estrutura dentária.

De acordo com ROBINSON et al.<sup>63</sup>, a resina resorcina-formaldeído apresenta efeito bactericida e/ou bacteriostático, provavelmente devido a presença do formaldeído. Segundo BARKHODAR e KEMPLER<sup>2</sup> e FISHER<sup>26</sup> a atividade antibacteriana do hidróxido de cálcio é atribuída principalmente a sua alcalinidade (pH  $\cong$  12).

Porém, através do presente trabalho, pode-se sugerir que este efeito antibacteriano de ambos materiais odontológicos usados como forradores cavitários deva ocorrer em períodos curtos após sua aplicação, pois foi observado

com o decorrer do tempo, aumento da presença de bactérias nas paredes cavitárias e/ou túbulos dentinários para ambos os grupos avaliados (experimental e controle). Este relato pode ser confirmado também por WATTS e PATERSON<sup>73</sup>, os quais observaram presença de bactérias nas paredes cavitárias em dentes tratados com hidróxido de cálcio. Todavia, para a resina resorcina-formaldeído, como é um material em início de pesquisa, trabalhos devem ser realizados para determinar o tempo de ação antibacteriana da resina.

Apesar da detecção de bactérias no assoalho da cavidade dentária em vários espécimes dos grupos estudados no presente trabalho, não foi possível relacionar de forma direta a alteração degenerativa e o grau de inflamação pulpar com a contaminação bacteriana, mesmo nos casos onde microorganismos foram evidenciados no interior dos túbulos dentinários. Estes achados também foram observados por BROUILLET et al.<sup>14</sup> e HOLTZ et al.<sup>38</sup>, porém estes autores determinaram que, apesar da falta de correlação entre a intensidade da reação inflamatória e a presença de bactérias, em todos os espécimes que exibiam intensa reação inflamatória pulpar, as bactérias também estavam presentes. Estes achados também foram corroborados por PALMEIJER e STANLEY<sup>55</sup>, onde os pesquisadores trabalharam com cavidades dentárias preparadas em dentes de primatas.

ELBAUM et al.<sup>25</sup>, submeteram 56 pré-molares íntegros ao preparo cavitário de classe V, semelhante ao realizado no presente trabalho. Os autores determinaram que apesar da tentativa de padronização do preparo cavitário, houve variações na espessura do remanescente de dentina entre a parede axial

da cavidade e o tecido pulpar. Esses achados, associados as variadas reações inflamatórias ocorridas quando do uso de um mesmo material forrador, sugeriu, semelhante aos relatos de BROUILLET et al.<sup>14</sup> e HOLZ et al.<sup>38</sup>, que quanto menor a espessura do remanescente de dentina, mais intensa era a reação pulpar frente ao material testado.

Todavia no presente trabalho de pesquisa, não foi determinada a existência de relação direta entre a espessura de dentina que separa o material capeador e a polpa com a intensidade da reação inflamatória e desorganização do tecido conjuntivo pulpar. Esses achados foram evidentes nos espécimes pertencentes a ambos grupos em estudo. Isto talvez tenha ocorrido devido ao não condicionamento ácido de dentina, que limitou a difusão do material através dos túbulos dentinários, diferente da metodologia usada nos trabalhos anteriormente citados<sup>12,25,38</sup>, onde o smear layer foi removido.

Outro fenômeno que pode causar alterações pulpares durante o procedimento restaurador é a contração de polimerização dos materiais utilizados no procedimento restaurador, principalmente das resinas compostas, e a possível reação exotérmica ocorrida durante este processo de polimerização<sup>34</sup>.

O fenômeno térmico desenvolvido durante a mistura e polimerização de um material odontológico influencia na propriedade de biocompatibilidade deste material<sup>55</sup>. Num trabalho de pesquisa onde se comparou a reação exotérmica de vários materiais odontológicos, foi determinado que temperaturas que variavam de 38°C à 40,8°C eram consideradas biocompatíveis, pois usualmente não seriam capazes de causar danos ao tecido pulpar<sup>56</sup>.

Segundo BROWN et al.<sup>15</sup>, a dentina apresenta baixa condutividade térmica, porém quanto mais profunda for uma cavidade dentária, maior será o potencial de danos causado ao tecido pulpar, através da condutividade térmica, devido ao aumento da área de superfície tubular<sup>49</sup>. ZACK e COHEN<sup>74</sup> descreveram danos pulpares irreversíveis, quando a temperatura dentro da câmara pulpar eleva-se em 5,5°C.

No presente trabalho, no grupo experimental, foi aplicado durante 60 segundos, jatos de ar quente numa temperatura em torno de 48°C, sobre a resina resorcina-formaldeído recentemente colocada sobre o assoalho da cavidade. Esta metodologia de aplicação de ar quente sobre a resina em teste, foi indicada por ROBINSON et al.<sup>64</sup>, para acelerar o processo de polimerização do material, não sendo realizada sobre o cimento de hidróxido de cálcio (Dycal) usado como forrador cavitário no grupo controle. Talvez, esta aplicação de alta temperatura seja responsável, em parte, pela reação inflamatória, desorganização tecidual, alteração hialina e degeneração hidrópica celular observado no tecido pulpar dos dentes pertencentes ao grupo experimental, porém não o suficiente para que os danos pulpares fossem irreversíveis. Provavelmente, se este procedimento de aplicação de calor também fosse aplicado nos espécimes do grupo controle, talvez uma reação pulpar mais severa seria observada na polpa coronária.

Assim, num trabalho de pesquisa recente<sup>40</sup> foi concluído que a polimerização das resinas compostas as quais podem elevar a temperatura da porção interna da polpa (média de 5,5°C ± 2,5°C) e então causar danos pulpares

intensos. Os autores sugeriam que um forrador cavitário biocompatível deveria ser usado ou então um amplo remanescente de dentina entre o assoalho da cavidade e o tecido pulpar deveria ser mantido.

Segundo HORSTED-BINDSLEV<sup>39</sup>, não se sabe se nos dentes de humanos usados para pesquisa de biocompatibilidade, os resultados e conseqüentemente as conclusões podem ser de imediato extrapolado para a situação clínica, onde somente dentes cariados (e na maioria dos casos dentes velhos) são tratados. Observações têm mostrado que nas situações clínicas, as reações pulpares provocadas pelos materiais são menos intensas do que àquelas que ocorreram em testes onde foram utilizados dentes jovens e sadios. Por outro lado, na dependência dos possíveis procedimentos restauradores anteriores ou da própria evolução da lesão de cárie, o tecido pulpar pode estar passando por processo degenerativo e a utilização de um material citotóxico como forrador cavitário, pode exacerbar a agressão sobre a polpa. Isto poderia reduzir a capacidade de reparação do tecido conjuntivo pulpar.

De acordo com estes relatos, os resultados obtidos no presente trabalho de pesquisa não podem ser de imediato extrapolados para a situação clínica, pois duas indicações de uso da resina resorcina-formaldeído, os quais seriam a substituição de fragmentos de material restaurador perdido ou forramento cavitário em dentes já cariados, em ambos os casos, o substrato dentinário subjacente exhibe esclerose dentinária e/ou presença de dentina reacional relacionada com as paredes cavitárias. Assim, a ação negativa

provocada pela resina testada no presente trabalho, poderia ser evitada pelas variações estruturais previamente ocorridas no complexo dentino-pulpar.

Desta maneira, independente do motivo da reação pulpar ocorrida, se foi causada pela contração ou intensa reação exotérmica desenvolvida durante a polimerização da resina, fica claro que a técnica de aplicação da resina em estudo, bem como o modelo de polimerização não satisfazem as condições de uso estabelecidos no presente trabalho.

Porém, estes eventos que ocorrem durante a polimerização da resina são próprias do material em teste, sendo que talvez, futuramente trabalhando com a estrutura química do material, estes eventos, provavelmente responsáveis por parte das reações da polpa, pudessem ser alterados, buscando sempre a melhoria nas propriedades físicas e biológicas do material.

Ainda dentro das condições experimentais, foi possível determinar que o procedimento clínico de aplicação de calor sobre a resina-resorcina-formaldeído não é adequado para um material odontológico, pois a variação térmica da câmara pulpar coronária pode levar a sérios danos à polpa, apesar da inerente capacidade de reparação deste tecido conjuntivo especializado, claramente evidenciada no presente trabalho. No último período de avaliação, o tecido pulpar apresentava-se reparado e com formação de dentina reacional. Somado a estas propriedades desfavoráveis da resina, tem-se ainda o limitado efeito antibacteriano do material, o que permite sugerir a necessidade de se ter cuidado quando da indicação para uso clínico da resina resorcina-formaldeído, principalmente sobre substrato dentinário jovem e pouco estimulado. Desta

maneira, torna-se evidente a necessidade de se proseguir os testes de biocompatibilidade da resina resorcina-formaldeído sobre variadas condições do substrato dentinário, bem como os testes físicos deste material, visto existirem, segundo ROBINSON (informação pessoal), além das indicações de uso da resina resorcina-formaldeído como selante de fossas e fissuras oclusais, o possível uso deste material na redução da incidência de cáries agudas, bem como no tratamento de lesões presentes na região cervical de dentes de pacientes submetidos a radioterapia. O material poderia ainda ser usado no selamento de fendas formadas na interface dente/restauração, adicionando ainda, resistência mecânica a região e outras.

## **SUMMARY**

---

## SUMMARY

The purpose of this investigation was to evaluate the biological compatibility of a resorcin-formaldehyde resin when applied directly on dentin cavity floor. Thirty six healthy human premolars due to be extracted for orthodontic reasons were selected for the study. This sample was divided into three groups: in experimental group, class V cavities were prepared, lined with resorcin-formaldehyde resin; in control group I, the cavities were lined with calcium hydroxide cements. The cavities were restored with amalgam; in control group II, the remaining 6 premolars were used as a negative control, having no treatment. The teeth were extracted at 7, 15, 30 and 120 days after the placement of restorations and sections were obtained, stained with haematoxylin and eosin, Masson's Trichrome, with the Brown and Brenn technique for the identification of bacteria. The specimens were evaluated in O.M. and T.E.M. and histological observations showed at 7 day for experimental group, odontoblastic disappearance with aspiration into dentinal tubules, hydropic degeneration cells, hyalin alteration, necrosis and neutrophils in the region. At 15 and 30 days was determined that the intensity of the reactions decreased with time, so at 120 days was observed the pulpal healing with reactional dentinal deposition. For the control group I the histological observation showed slight pulpal reaction at 7 days but in the others periods the pulpal tissue exhibited normal characteristics, similar the teeth not treated for control group II.

This study showed neither a potential relationship between the intensity of the reactions and the thickness of the residual dentin nor between the

intensity of reactions and the presence of bacteria on the cavity walls or into the dentinal tubules.

The resorcin-formaldehyde resin, used as cavity liner, showed a significant pulpal reaction at 7 and 15 days. So, more "in vivo" and "in vitro" studies should be made to observe pulp reactions when resin is applied on enamel or cement.

## ***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

---

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1 - ALBRECHT, J. Verfärbung durch Resorzin-Formalin-Alkali-Wurzelfüllung. **Dtsch Zahnaertzi Wochenschr**, v. 18, p. 577-582, 1915.
- 2 - BARKHODAR, R.A., KEMPLER, D. Antimicrobial activity of calcium hydroxide liners on *S. mutans* and *S. Sanguis*. **J. Prosth. Dent.**, v.61, p. 314-316, 1989.
- 3 - BAUME, L.J., FIORE-DONNO, G. Response of the human pulp to a restorative material. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 76, 1016-1022, 1968.
- 4 - BERGENHOLTZ, G. Relationship between bacterial contaminations of dentin and restorative success. In Proceedings of Symposium of Dental Pulp: Reactions to Restorative Materials in the Presence or Absence of Infection. **Ed. Rowe, N** pp 93-107. Ann Arbor, MI: University of Michigan.
- 5 - BERTRAM, E.: Zahnverfärbung nach Anwendung der Resorzin-Formalin-Alkali-Wurzel-füllung nach Albrecht. **Dtsch Zahnaertzi Wochenschr.**, v.18, p. 357-358, 1915.
- 6 - BOUILLAGUET, S. et al. In vitro cytotoxicity and dentin permeability of Hema (2-hidroxyethyl methacrylate). **J. End.** [no prelo].

- 7 - BOWEN, R.L. et al. Smear layer: Removal and bonding considerations. **Oper. Dent.**, v.8, p.30-34, 1984. [Supplement, 3].
- 8 - BRÄNNSTRÖM, M. The effect of dentin desiccation and aspirated odontoblasts on the pulp. **J. Prosthet Dent.**, v.20, 165-171, 1968.
- 9 - BRÄNNSTRÖM, M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. **Oper. Dent.**, v.9, 57-68, 1984.
- 10 - BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG, H. Pulpal reaction to composite resin restorations. **J. Prosthet. Dent.**, v. 27, 181-189, 1972.
- 11 - BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG, H. Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp. **J. Prosth. Dent.**, v. 30, 303-310, 1973.
- 12 - BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG., H. The presence of bacteria in cavities filled with silicate cement and composite resin materials. **Swed. Dent. J.**, v. 64, 149-155, 1971.
- 13 - BRÄNNSTRON, M. Smear layer: Pathological and treatment considerations. **Oper. Dent.**, v.8, p. 30-34, 1984. [Supplement,3].

- 14 - BROUILLET, J.L., FAUCHER, A.J., FRANQUIN, J.C. Conceptions actuelles de la pathologie pulpaire et périapicale. **Actual Odontostomatol.**, v. 131, 373-385, 1980.
- 15 - BROWN, J.H., BRENN, L. A method for the differential staining of gram positive and gram negative bacteria in tissue sections. **Bul. John Hopkins Hosp.**, p. 42-60, 1931.
- 16 - BROWN, W.S. et al. Thermal properties of teeth. **J. Dent. Res.**, v.49, p. 752-755, 1970.
- 17 - COSTA, C.A.S., MERZEL, J. Compatibilidade Biológica da resina resorcina-formaldeído: avaliação histológica de seus efeitos sobre dentina em ratos. **Rev. Odontol. UNESP.**, v.23, p. 21-28, 1994.
- 18 - COSTA, C.A.S., MERZEL, J. Compatibilidade biológica da resina resorcina-formaldeído: avaliação histológica de seus efeitos em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos. **Rev. Odontol. UNESP.**, v. 23, p.29-36, 1994.
- 19 - COTTON, W.R. Pulp response to an airsthean directed into human cavity preparations. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.24, 78-88, 1967.

- 20 - COX, C.F. Effects of adhesive resins and unious dental cements on the pulp.  
**Oper. Dent.**, v. ,p.165-176, 1992. [Supplement, 5].
- 21 - COX, C.F., FELTON, D., BERGENHOLTZ, G. - Histopathological response of infected cavities treated with gluma and Scotchbond dentin bonding agents. **Am. J. Dent.**, v.1, 189-194, 1988.
- 22 - COX, C.F., et al. Healing response of direct capped dental pulps with various materials: Temporal healing with a biological seal in rhesus monkeys. **Int. J. Periodont. Rest. Dent.** [no prelo].
- 23 - COX, C.F., SUZUKI, S. The re-evaluation of pulp protection: Biological consideration of Ca(OH)<sub>2</sub> liners versus the cohesive hybridization of prepared vital dentin. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.125, 823-831, 1994.
- 24 - EICK, J.D. et al. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. **J. Dent. Res.**, v. 49, 1359-1368, 1970.
- 25 - ELBAUM, R., PIGNOLY, C., BROUILLET, J.L. A histologic study of the biocompatibility of a dentinal bonding system. **Quintem. Int.**, v. 22, 901-910, 1991.

- 26 - FISHER, F.J. The effect of three proprietary lining materials on microorganisms in carious dentine. **Brit. Dent. J.**, v.143, p. 231-235, 1977.
- 27 - FRANK, M.R. Etude au microscope electronique de L'odontoblaste et du canalicule dentinaire human. **Arch. Oral Biol.**, v.11, p. 179-199, 1966.
- 28 - FRANK, M.R., STEUER, P. Transmission electron microscopy of the human odontoblast process in peripheral root dentine. **Archs Oral Biol.**, v.33, p. 91-98, 1988.
- 29 - FUJITANI, M. Effects of acid etching, marginal microleakage, and adaptation to dentinal wall on the dental pulp in adhesive composite resin restoration. **Jpn. J. of Conserv. Dent.**, v. 29, 228-253, 1986.
- 30 - FUSAYAMA, T. Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. **Quint. Int.**, v. 18, 633-641, 1987.
- 31 - GERZINA, T.M., HUME, W.R. Diffusion of monomers from bonding resin-resin composite combinations through dentine in vitro. **J. Dent.**, v.24, p. 125-128, 1996.

- 32 - GILBOE, D.B. et al. Dentin smearing: an investigation of the phenomenon. **J. Prosth Dent.**, v. 44, 310-316, 1980.
- 33 - GOLDBERG, M., LASFARGUES, J.J., LEGRAND, J.M. Clinical testing of dental materials - histological considerations. **J. Dent.**, v. 22, p. 25-28, 1994. [supplement 2].
- 34 - GOODIS, H.E. et al. The effect of glass ionomer liners in lowering pulp temperatures during composite placement, in vitro. **Dent. Mat.**, v.9, 146-150, 1993.
- 35 - GWINNETT, A.J. Smear layer: morphological characteristics. **Oper. Dent.** v.8, p.3-12, 1984 [Suplement, 3].
- 36 - HANKS, C.T. et al. Cytotoxicity of dental composites and other materials in a new "in vitro" device. **J. Oral Pathol.**, v. 17, p.396-403, 1988.
- 37 - HEALY, H.J., PHILLIPS, R.N. A clinical study of amalgam failures. **J. Dent. Res.**, v. 28, 439-446, 1949.

- 38 - HOLZ, J., FIORE-DONNO, G., BAUME, L.J. Contrôles biologiques des matériaux d'obturation: normalisation des méthodes expérimentales et des critères d'évaluation. **Rev. Mens. Suisse Odontostomatol.**, v. 78, p. 307, 1968.
- 39 - HORSTED-BINDSLEV, P. Clinical testing of dental materials-general clinical aspects. **J. Dent.**, v. 22, p.29-32, 1994.
- 40 - HUSSEY, D.L. et al. Thermographic measurement of temperature change during resin composite polymerization in vivo. **J. Dent.**, v.23, p. 267-272, 1996.
- 41 - INOKOSHI, S. Pulp response to a new adhesive restorative resin. **J. Jan. Stomatol. Soc.** v. 47, p.410-426, 1980.
- 42 - INOKOSHI, S. et al. Adhesive resin as a pulp capping agent. **Adh. Dent.**, v. 8, p.157-162, 1990.
- 43 - KANCA III, J. Biocompatibility or effectiveness of marginal seal? **Quintess. Int.**, v. 21,p. 775-779, 1990.

- 44 - LANGELAND, K., DOGON, L.I., LANGELAND, L.K. Pulp protection requirement for two composite resin restorative materials. **Aust. Dent. J.**, v.15, p. 349-360, 1970.
- 45 - LAUS, J.L. et al. Avaliação dos efeitos de um novo adesivo para fins biológicos (Colagel) na ceratoplastia experimental em cães. **Braz. J. Vet. Anim. Sci.**, v.30, p. 183-193, 1993.
- 46 - LIN, L.M. et al. Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.71, p. 603-611, 1991.
- 47 - LUNDY, T., STANLEY, H.R. Correlation of pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subjected to experimental irritation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 27, p.187-201, 1969.
- 48 - MAHLER, D.B., LYLE, W., NELSON, M.D. Sensitivity answers sought in amalgam alloy microleakage study. **J.A.D.A.**, v. 125, p.282-288, 1994.
- 49 - McGUICKEN, R.S. et al. Shear bond strength of Scotchbond in vivo. **Dent. Mater.**, v.7, p.50-53, 1990.

- 50 - MEJARE, B., MEJARE, I., EDWARDSSON, S. Bacteria beneath composite restorations. A culturing and histobacteriological study. **Acta. Odontol. Scand.**, v.37, 267-275, 1979.
- 51 - MEJARE, I., MEJARE, B., EDWARDSSON, S. Effect of a tight seal on survival of bacteria in saliva-contaminated cavities filled with composite resin. **Endod. Dental Traumatol.**, v.3, 6-9, 1967.
- 52 - MULLER, O. Pulpa-und Wurzelbehandlung, **Berlin**, p. 110-111, 1948.
- 53 - NAKAYAMA, Y. et al. Efficacy of GRF (gelatin-resorcin-formalin) glue on surgery of type A aortic dissection. **Nippon-Kyobu-Geka-Gakkai-Zasshi.**, v. 42, p. 1021-1026, 1994.
- 54 - OTSUKI, M. Histological study on pulpal response to restorative composite resins and their ingredients. **J. Jpn. Stomatol. Soc.** v.55, 203-236, 1988.
- 55 - PALMEIJER, C.A., STANLEY, H.R. Pulp reaction to a dentin bonding agent. **Am. Dent.**, v. 8, 140-144, 1995.
- 56 - PANAGIOTONI, E., KARANIKA-KOUMA,A. Comparative study of heat release of various cement base materials during their setting. **Bull Group Int. Rech. Sci. Stomatol. Odontol.**, v.38, p. 45-50, 1995.

- 57 - PASHLEY, D.H. et al. Effects of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentin in vitro. *Arch Oral. Biol.*, v.23, p.1127-1133, 1978.
- 58 - PASHLEY, D.H. Smear layer: Physiological considerations. ***Oper. Dent.***, v. 8, p.13-29, 1984. [Supplement, 3].
- 59 - PLACKOVA, A., SICHA, V. Eine Klinisch-experimentelle Studie über Wuzelfüllmittel aus Resorzin-Formalin-Kunstharz. ***Dtsch Stomat.***, v.10, p.284, 1960.
- 60 - QUIST, V. Pulpal reactions in human teeth to tooth-colored filling materials. ***Scand J. Dent. Res.***, v. 83, p.54-66, 1975.
- 61 - RADS, R. Pulp response in the Rhesus monkey to "composite" dental restorative materials in unlined cavities. ***Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.***, v. 31, p. 676-688, 1971.
- 62 - REBEL, H. H., *KONSERVIERENDE Zahnheilkunde*, 2nd ed *Munich* 1947, p 413.

- 63 - ROBINSON, C., WEATHERELL, J. A. and HALLSWORTH, A. S. Variations in the composition of dental enamel within thin ground sections. **Caries Res.**, v. 5, p. 44-57, 1971.
- 64 - ROBINSON, C., HALLSWORTH, A. S., WEATHERELL, J. A. and KUNZEL, W. Arrest and control of carious lesions: A study based on preliminary experiments with resorcinol-formaldehyde resin. **J. Dent. Res.** 55, p. 812-818, 1976.
- 65 - SAYEGH, F.S., REED, A.J. Tissue reactions to a new restorative material. **J. Prosthet. Dent.**, v. 22, p. 468-478, 1969.
- 66 - SELTZER, S., BENDER, I.B. Early human pulp response to full crown preparation. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.59, 915-930, 1959.
- 67 - SIMON, P. et al. Sinus of valsalva aneurysm: a late complication after repair of ascending aortic dissection. **Thorac - Cardiovasc Surg.**, v. 42, n. 1, p. 29-31, 1994.
- 68 - STANLEY, H.R. et al. Pulp reactions to anterior restorative materials. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 75, p. 132-141, 1967.

- 69 - STANLEY, H.R. et al. Primate pulp response to an ultraviolet light cured restorative material. *J. Oral. Pathol.*, v.1, p.108-114, 1972.
- 70 - STASSANO, P. et al. Annular abscess and GRF glue. *J. Card. Surg.*, v.9, p.357-360, 1994.
- 71 - SUNDFELD, R.H. et al. Avaliação clínica da integridade marginal em restaurações de amálgama. *Rev. Bras. Odontol.*, v. 69, p. 6-10, 1992.
- 72 - TIMM, H. Periapikale Reizungen bei Anwendung der Albrechtschen Wurzelfüllung. *Dtsch Zahnaertzl Wochenschr.*, v.18, p. 61-62, 1915.
- 73 - WATTS, A., PATTERSON, R.C. Pulp capping studies with analar calcium hydroxide and zinc oxide eugenol. *Int. End. J.*, v. 20, p. 169-176, 1987.
- 74 - ZACH, L., COHEN, G. Pulp response to externally applied Neat. *Oral Surg.* v.19, p.515-530, 1965.
- 75 - ZACH, L., COHEN, G. Thermogenesis in operative techniques: Comparison of four methods. *J. Phosthet. Dent.*, v.12, p. 977-984, 1962.  
*Zahnaertzl Wochenschr*, v. 18, p. 577-582, 1915.