UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

HIDRÓXIDO DE CÁLCIO ($Ca(OH)_2$) VERSUS HIBRIDIZAÇÃO EM CAPEAMENTOS PULPARES

JULIANA REBELLO NASCIMENTO

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia
da Universidade Estadual de Campinas, como exigência
do Curso de Especialização em Odontologia,
Área de Concentração: Dentística

Piracicaba
1999

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

HIDRÓXIDO DE CÁLCIO ($Ca(OH)_2$ VERSUS HIBRIDIZAÇÃO EM CAPEAMENTOS PULPARES

1290005089 TCE/UNICAMP
N17h
FOP

JULIANA REBELLO NASCIMENTO

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia
da Universidade Estadual de Campinas, como exigência
do Curso de Especialização em Odontologia,
Área de Concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. Luís Alexandre Massei Sartini Paulillo

142

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

Piracicaba
1999

SUMÁRIO

1. Lista de siglas

2. Resumo

3. Abstract

4. Introdução

5. Revisão da literatura

6. Propriedades do $Ca(OH)_2$

7. Propriedades dos sistemas adesivos

8. Discussão

9. Conclusão

10. Referências Bibliográficas

LISTA DE SIGLAS

BW- Bondwell LC

$Ca(OH)_2$ - Hidróxido de cálcio

CIV- Cimento de ionômero de vidro

CLB2- Cerafil Liner Bond 2

DY- Dycal

LB- Liner Bond II

NaOCL- Hipoclorito de sódio

OZE - Óxido de zinco e eugenol

PMC - Pulpdent Multi-Cal

SBMP- Scotchbond Multipurpose Plus

SB- Superbond C & B

$Zn(PO)_4$ - Fosfato de zinco

4CP- Cimento de fosfato tetracálcio

RESUMO

O problema da manutenção da vitalidade de uma polpa exposta acidentalmente ou por cárie tem sido tema de investigações por muitos anos. O uso do $Ca(OH)_2$ como material capeador é muito antigo, porém vários estudos comprovam seu excelente resultado. Entretanto, um novo material capeador é sugerido , o adesivo dentinário, se tornando um dos temas mais controvertidos na odontologia. Dessa maneira, o $Ca(OH)_2$ passou a ser contestado e o adesivo dentinário ganhou espaço nas pesquisas e na prática dental. Foi com o argumento de que o adesivo dentinário produziria uma camada híbrida e essa proveria um selamento efetivo e permanente contra a invasão bacterial, promovendo a cicatrização pulpar, que passou a ser indicado para os procedimentos de capeamento pulpar. Acreditava-se que o baixo pH dos materiais era o principal fator de inflamação pulpar e necrose. Entretanto, inúmeros estudos biológicos têm demonstrado que a polpa sobrevive a um condicionamento ácido. Estudos comprovam a cicatrização e a formação de ponte dentinária adjacente aos materiais ácidos, e o velho conceito de morte pulpar caiu em descrédito. Da mesma forma, também existem estudos comprovando o efeito desastroso que o mesmo pode causar. Assim como o $Ca(OH)_2$ está sendo contestado à respeito da sua incapacidade de promover um selamento permanente contra a invasão bacterial, a integridade e a durabilidade da adesão alcançada com os adesivos de dentina, podem ser questionadas também. Embora, tenham sido reportados sucessos clínicos com os agentes adesivos em capeamentos pulpares, a maioria desses resultados são empíricos e com experimentos de um caso.

Apesar de ostentar promessa e oferecer um tratamento diferente possível no futuro, a falta de documentação de sucessos clínicos a longo prazo para a realização de capeamentos pulpares com os sistemas adesivos em experimentos clínicos controlados deve ser examinado contra a literatura que demonstra um sucesso com o uso do $Ca(OH)_2$ de 75-90% à mais de 12 anos. Muitas outras desvantagens são relatadas com o uso do $Ca(OH)_2$, como a sua dissolução com o condicionamento ácido ou após longo tempo de inserção e falha interfacial durante a condensação de amálgama. Enquanto aguardamos resultados que demonstrem a longo prazo a eficácia dos agentes adesivos dentinários para o procedimento de capeamento pulpar, uma opção alternativa pode ser a seguinte: utilizar o $Ca(OH)_2$ para cobrir a área de exposição pulpar e aplicar o CIV à dentina circunjacente ao $Ca(OH)_2$. Este protocolo providencia uma combinação de materiais clinicamente comprovados que têm sido associados com o sucesso clínico em capeamentos pulpares $Ca(OH)_2$, que são anti-bacteriais e tem boas propriedades fisicas (os dois materiais), e promove a liberação de fluor e adesão química à estrutura dental (CIV).

ABSTRACT

The problem of maintaining the vitality of the dental pulp that has become exposed as a result of caries or accident has been the subject of investigation for many years. The use of calcium hidroxide as a capping material is old, but a lot of studies prove its excelent result. However, a new material is suggested, the dentin bonding agent, becoming one of the most controversial subject in dentistry. Since, calcium hidroxide is contradict and the dentin bonding agent take place on the researches and in the dentistry practice. With the argument that dentin bonding agent will provide a durable hybridized and prevent future microleakage with a permanent seal allowing pulp healing to occur,that it has been suggested for pulp capping procedures. It was belived that the low pH of the materials was the main reason of pulp inflamation and necrosis, however a number of biological studies have demonstrated that the dental pulp survive etching. Studies show healing and dentin bridge formation directly adjacent to acidic materials, so the old concept that acids kill pulp tissue should be re-evaluated. But there are also reports proving the disastrous effects of the total etch technique in vital pulp capping. In the same manner, the calcium hidroxide has been contested concerning about its inability to provide a permanent seal against bacterial invasion, the integrity and durability of the bond achieved with the dentin adhesives can be questioned as well. Although, clinical sucess has been reported for pulp capping with dentin bonding agents, most of these results are empirical and with a sample size of one case. Although showing promise and offering a distinct future possible treatment modality, the lack of long-term

documentation of clinical sucess for pulp capping with dentin bonding agents in controlled clinical trials should be weighed against literature that demonstrates 75-90% sucess for up to 12 years with calcium hidroxide. Many other drawbacks are reported with the use of calcium hidroxide, such as dissolution with acid etching or after long-term placement and interfacial failure during amalgam condensation. Pending the results of controlled clinical trials that demonstrate the long0term efficacy of using dentin bonding agents for pulp capping, an alternative option would be the following: utilize calcium hidroxide to cover the area of an exposure and apply a glass ionomer lining material to the dentin immediately surrounding calcium hidroxide. This protocol provides a combination of clinically proven materials that have been associated with clinical sucess in pulp capping calcium hidroxide, are antibacterial and have good physical properties (both materials), and provide fluoride release and chemical adhesion to tooth structure(glass ionomer).

INTRODUÇÃO

A preservação e manutenção da polpa vital abaixo de dentina alterada é um ponto de controvérsia desde o século passado, sendo que a primeira tentativa de capear a polpa dental é bem antiga. De acordo com Castagnola, foi Pfaff , em 1756, quem primeiro tentou recobrir a polpa exposta com uma placa côncava de ouro, e sobre esta colocou o material obturador. Koeker, 70 anos depois, antes de cobrir a polpa com coifa de ouro, cauterizava a porção exposta com um arame aquecido ao rubro[34] . Consta na literatura que Nygreen (1838), em Estocolmo (Suécia), foi o pioneiro na utilização odontológica do $Ca(OH)_2$. Em 1883, Hunter relatou o uso de fezes de pardal inglês (continha resíduos de $Ca(OH)_2$), misturadas com melado, para uso em capeamento pulpar [6,12]. Em 1914, Black se pronunciava contra deixar dentina enferma sobre a polpa, assegurando que esta dentina era a causa de muitas mortes pulpares. Dessa maneira, o tratamento de expor a polpa era preferido realizando uma amputação vital , contando com medicamentos com ação regenerativa e indutores de formação de uma capa de tecido duro de proteção. Em 1930, Herman apresenta os resultados obtidos com o uso do Calxyl, primeiro material devidamente controlado à base de $Ca(OH)_2$, lançado por Castagnola, recobrindo as feridas pulpares. Em anos posteriores Zander, Glass e Zander, James, Nybord, Seltezer e Bender; confirmaram o postulado por Hermann e, em 1959, Shroff afirmou que a polpa é como qualquer tecido, possuindo mecanismos de cura, removendo-se os fatores irritantes e colocando-se sobre a ferida um apósito que induza os processos normais e naturais de crescimento e cura.

Desde então, o $Ca(OH)_2$ foi sendo cada vez mais pesquisado e difundido, principalmente com a necessidade nos últimos anos de conservação da vitalidade pulpar. O procedimento é bastante utilizado, porém existe limitações e deve ter a correta indicação.

Há um número crescente de estudos histológicos e clínicos para rever os efeitos e deficiências do $Ca(OH)_2$, quando usado como proteção em terapia pulpar [23] . É agora sugerido que agentes de união da dentina sejam mais eficazes para procedimento de capeamento pulpar direto e indireto.

Buonocore, em 1995, introduziu o conceito de dentística adesiva, mas que se restringia a adesão de materiais restauradores ao esmalte [13, 23]. Todavia a adesão à dentina é muito mais difícil de ser conseguida, uma vez que esta, ao contrário do esmalte, é um tecido vivo [13, 23]. Constituída de uma estrutura tubular, com 70% de hidroxiapatita, 18% de colágeno e 12% de água. Por estas diferenças, o mecanismo de adesão à estrutura dentinária se torna complexo quando comparado ao esmalte [7].

A dentina, quando instrumentada, dá origem a uma camada de detritos denominada smear layer, que se deposita sobre toda extensão do preparo cavitário, obliterando a entrada dos canalículos dentinários.

Tentando contornar os problemas da superfície dentinária, vários sistemas adesivos foram desenvolvidos. Os adesivos de primeira e segunda geração buscavam a união química com o cálcio e o fosfato presentes na smear layer e tinham características hidrofóbicas, comprometendo a adesão dos materiais com a dentina úmida. A geração seguinte trouxe em comum a incorporação de agentes condicionadores de dentina e

constituintes monoméricos hidrofílicos. Dessa forma, caracterizam-se por realizar um tratamento específico na camada de smear layer, podendo preservar, modificar ou removê-la. A última geração dos adesivos removem a smear layer com um condicionamento ácido total [7, 13, 36, 41].

Dessa maneira, com a introdução dos agentes adesivos de quarta e quinta geração ocorreram muitas mudanças na dentística restauradora durante os últimos anos. Esses sistemas adesivos são recomendados para proporcionar união ao esmalte, dentina, porcelana, metal e amálgama de prata. Recentemente, esses sistemas adesivos têm sido preconizados até mesmo como material de proteção pulpar, capeador direto e indireto, substituindo o $Ca(OH)_2$, baseando-se em um selamento marginal efetivo.

Desta maneira, o propósito deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre os materiais protetores diretos da polpa dental.

REVISÃO LITERÁRIA

Negm et al. (1980) testaram em dentes humanos dois cimentos para capeamento pulpar (à base de $Ca(OH)_2$), óxido de zinco e solução de ácido poli-acrílico com o cimento de $Ca(OH)_2$ (DY). A resposta biológica e a reação induzida pelos cimentos foram analisadas clínica e histologicamente e comparadas ao DY. Um total de 97 polpas de 43 pacientes, na idade entre 10 a 45 anos (média de 23 anos), foram tratadas com os materiais, por um período de 2 meses, para a análise histológica e 8 meses para análise clínica. A conclusão foi baseada na aparência histológica normal e ponte dentinária consistente com formação completa e de melhor qualidade. Os cimentos apresentaram resposta pulpar leve e completa formação de ponte dentinária com uma porcentagem de sucesso em torno de 90%. Já o DY apresentou uma resposta pulpar leve a moderada, com um acréscimo na vascularização durante os primeiros doze dias. A ponte dentinária se apresentou fina e irregular aos dois meses subseqüentes, necessitando de um longo período para uma formação mais uniforme. O sucesso girou em torno de 81%. Conclui-se que os cimentos induziram uma cicatrização mais rápida, com formação de ponte dentinária completa e regular, quando comparados com o DY.

Dias et al. (1988) avaliou histopatologicamente a polpa de dentes de cães exposta experimentalmente e capeada com produtos à base de $Ca(OH)_2$ (Life, Cavital e Renew), sendo comparada ao $Ca(OH)_2$ p.a em períodos de 30, 60 e 120 dias e conclui-se que todos os materiais estudados caracterizaram-se como irritantes. A resposta inflamatória diminui com o decorrer do tempo, sendo evidente que o $Ca(OH)_2$ p.a mostrou melhores

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

resultados, seguido do Cavital, Life e Renew. Houve redução na formação de barreira mineralizada, com variações de quantidade e qualidade, na seguinte ordem decrescente: $Ca(OH)_2$ p.a, Renew, Calvital e Life. A atividade macrofágica foi característica comum em todos os grupos, evidenciando-se maior dispersão de partículas para os três produtos, comparando-os ao $Ca(OH)_2$ p.a. As diferenças quanto à inflamação não foram significativas entre os produtos Calvital, Life e Renew para o período de 120 dias. Da mesma forma, Calvital e o Renew mostraram resultados similares em todos os períodos de observação quanto à formação de barreira mineralizada. Para o Life, as barreiras apresentaram-se em alguns casos incompletas, mesmo aos 120 dias. O $Ca(OH)_2$ p.a mostrou melhores resultados que os outros compostos, pois apresentou aos 30 e 60 dias infiltrado inflamatório de grau não significativo e, também aos 120 dias, resposta não significativa.

Oliveira et al.(1988) utilizaram 120 primeiros molares superiores de 60 ratos, com o objetivo de avaliar a reação da polpa sob a ação de pastas à base de $Ca(OH)_2$. Os animais foram distribuídos em 3 grupos de 20 ratos, divididos em 5 períodos de 4 animais de 3, 7, 15, 30 e 45 dias. Conclui-se que todas as pastas avaliadas caracterizaram-se como irritantes do tecido conjuntivo pulpar, permitindo entretanto, no decorrer dos períodos, evolução por reparação. Houve melhor comportamento reacional quando da utilização das pastas dos grupos 1 ($Ca(OH)_2$ + polietileno glicol 400) e 3 ($Ca(OH)_2$ + polietileno glicol 400 + óxido de zinco) sobre a do grupo 2 ($Ca(OH)_2$ + polietileno glicol 400 + iodofórmio). Todas as pastas estudadas, a partir do 7° dia, induziram à formação de massas amorfas como mineralizadas tendendo a barreira,

apresentando variações na qualidade e quantidade, acompanhando o comportamento reacional. A condição de barreira completa e maior regularidade com esboço de canalículos e camada odontoblástica em paliçada associada, vistas nos períodos finais de 30 e 45 dias, foram mais freqüentes nos grupos 1 e 3 e esporádicas no grupo 2.

Caliskan (1994) reportou um caso de fratura de um incisivo central direito superior, de um menino de 15 anos. Seis dias após o acidente, ele foi enviado ao departamento de endodontia. No exame clínico, o dente não mostrava mobilidade, sensibilidade à percursão e tampouco sensibilidade à estímulo elétrico. No exame radiográfico a região periapical aparecia normal. Dessa forma, foi feita a pulpotomia com um corte na junção coroa-raiz e foi colocado sobre a ferida $Ca(OH)_2$ p.a(Merck, Darmstadt, Germany), misturado com água destilada e a cavidade foi selada com cimento de OZE (Austenal Dental Products Ltd. Harrow.UK). Após 2 meses houve formação de ponte dentinária, quando observado radiograficamente e, o dente estava sensível ao teste pulpar elétrico. O paciente não compareceu mais nas próximas revisões. Após 16 meses ele retornou reclamando de mau odor do dente tratado e foi constatado que a restauração temporária havia caído e que as paredes dentinárias estavam cariadas. O dente estava sensível ao teste pulpar elétrico. Foi observada radiograficamente e clinicamente ponte dentinária, região periapical normal e lamina dura intacta. A cárie foi removida com o cuidado de não causar exposição radicular e a ponte dentinária e a dentina exposta foram recobertas com $Ca(OH)_2$ (DY) e a coroa restaurada com um compósito (Isopat). Após 7 anos o dente não apresentava sintomas clínicos, radiograficamente não demonstrava patologias intra- pulpares ou periapicais e tinha

resposta positiva ao teste pulpar elétrico. Conclui-se que apesar da infecção causada pela lesão cariosa, o dente manteve-se vital e assintomático, demonstrando que a ponte dentinária funcionou como barreira protetora para a polpa.

Ram & Holan (1994) reportou um caso de pulpotomia parcial (2 mm da polpa amputada abaixo do local de exposição), em uma criança do sexo feminino de 14 meses, que fraturou os dois incisivos centrais superiores com exposição pulpar do incisivo central direito. O tamanho da exposição e o intervalo de tempo em que ocorreu o acidente não foram considerados críticos para a cicatrização pulpar. A criança foi sedada com midazolam e óxido nitroso e a pulpotomia parcial foi realizada usando o $Ca(OH)_2$. Após 21 meses o dente não apresentava mobilidade excessiva, não havia sensibilidade à percussão e nem alteração de cor. Radiograficamente notava-se uma ponte dentinária definida e clara próxima do local da amputação e fechamento do ápice da raiz sem qualquer tipo de patologia . Desse modo, a vitalidade do dente pode ser preservada sem a necessidade do extração do mesmo, o que é muito comum pela falta de cooperação do próprio paciente.

Yoshimine & Maeda (1995) observaram o processo de reparação histológica aos 1, 3, 7 e10 dias com o cimento de fosfato tetracálcio(4CP) ou o cimento de $Ca(OH)_2$ em polpas expostas de incisivos dos maxilares de ratos. As exposições foram feitas com sondas exploradoras estéreis e as cavidades foram irrigadas com uma solução salina para remoção dos debris. Foram aplicados DY e 4CP na ferida pulpar e as cavidades foram seladas com Caviton(GC, Tokyo, Japan). Nos dentes em que se aplicou o cimento de $Ca(OH)_2$ havia tecido necrótico abaixo do cimento antes da formação de tecido duro.

Em contraste, com o uso do 4CP houve formação de ponte dentinária, sem evidências de tecido necrótico ou inflamação acentuada. Além disso, o tecido duro formado estava em contato direto com o material. No 10º dia de observação, em todas as espécimes, de ambos os cimentos (4CP e DY) havia a formação de um grande volume de tecido duro e nenhuma infiltração ou células inflamatórias foram vistas nas polpas dos dentes. Conclui-se que o 4CP possui propriedades bio-compatíveis e é capaz de estimular a polpa a formar tecido duro quando em contato direto com o cimento, sendo indicado, dessa maneira, para o procedimento de capeamento pulpar direto.

Sübay et al. (1995) testaram a resposta pulpar de 20 dentes permanentes humanos, após pulpotomia parcial com dois produtos à base de $Ca(OH)_2$. Dez dentes foram tratados com DY e 10 com PMC e, 19 dos 20 dentes foram selados com OZE e restaurado com amálgama. Um incisivo lateral tratado com PMC foi selado até a margem cavosuperficial somente com o OZE. Os dentes foram extraídos após 4 meses, fixados e preparados para exame histológico. Todos os dentes tratados com DY apresentaram cicatrização completa do tecido pulpar e formação de ponte dentinária e apenas um dente mostrou deposição de dentina irregular no canal. Nenhuma bactéria foi vista através dos cortes seriados. Seis casos tratados com PMC apresentaram resultados histológicos aceitáveis e 4 apresentaram inflamação severa ou necrose associada com penetração bacterial no tecido pulpar. Clinicamente, um dente tratado com PMC apresentou dor e foi extraído aos 90 dias. Conclui-se que as polpas de dentes permanentes humanas promovem uma cicatrização do tecido e formação de ponte dentinária, uma vez que a micro-infiltração bacterial é excluída. O DY providencia um

selamento contra a micro-infiltração bacterial, junto de um selamento biológico como o OZE. A infiltração bacterial associada com a inflamação pulpar e necrose nas polpas tratadas com PMC suportam essa opinião.

Cox et al.(1996 $_a$) avaliaram a formação de ponte dentinária em 235 dentes não cariados de 14 macacos adultos. Foram realizadas exposições pulpares de classe 5, os dentes foram capeados com cimento de $Ca(OH)_2$ (DY ou Life) e restaurados com amálgama. Os períodos de observação se deram aos 14 dias, 5 semanas, e 1 e 2 anos. Das 235 polpas capeadas com o $Ca(OH)_2$, 192 apresentaram formação de ponte dentinária. Considerando-se os 4 períodos de capeamento, 89% de todas as pontes dentinárias continham túneis defeituosos(172 das 192 polpas). Quarenta e um por cento(78) das 192 pontes dentinárias estavam associadas com inflamação pulpar recorrente ou necrose e estavam sempre associadas a presença de células inflamatórias e bactérias. A persistência de vasos sanguíneos próximos do medicamento, durante a cicatrização da ferida e formação de ponte dentinária, parecem estar associadas com os túneis defeituosos em todos os períodos. Nenhuma reabsorção dentinária interna estava presente em nenhum dente, com ou sem, túneis defeituosos. Neste estudo encontramos um número estatisticamente significante de pontes dentinárias contendo defeitos múltiplos, sendo a maioria evidente. Esses túneis falham em providenciar um selamento hermético contra infecção recorrente devido à micro-infiltração. A maioria dos medicamentos à base de $Ca(OH)_2$ desintegram e desaparecem após seis meses, deixando um vazio abaixo da restauração e conseqüentemente um caminho para ocorrer a micro-infiltração bacterial. Desta maneira, há necessidade de providenciar um selamento a

longo prazo contra a micro-infiltração, após o capeamento pulpar direto com o uso somente de medicamentos à base de $Ca(OH)_2$.

Cox et al. (1996 $_b$) observaram a cicatrização de polpas expostas em contato direto com vários materiais dentários, com ou sem selamento biológico de cimento de OZE, contra micro-infiltração. Cavidades de classe 5 foram mecanicamente expostas e preparadas em 178 dentes de 7 macacos adultos. Cada polpa foi capeada diretamente nos intervalos de 35, 21, 14, 10, 5 ou 3 dias. Trinta polpas foram capeadas com $Ca(OH)_2$ (Life) como controle; 41 com cimento de silicato M Q, das quais 24 foram seladas até a margem cavo-superficial com OZE; 39 foram capeadas com cimento de $Zn(PO)_4$, das quais 23 foram seladas com OZE; 35 foram capeadas diretamente com um compósito (Comand, (Kerr/Sybron) com 19 recebendo o selamento de OZE; e 33 polpas foram capeadas diretamente com amálgama Dispersalloy, das quais 18 receberam um selamento biológico de OZE. Os resultados deste estudo demonstraram que a ponte dentinária formada com os vários materiais restauradores (composite, silicate, e fosfato de zinco), tinha a mesma relação de constituição da ponte formada com o $Ca(OH)_2$. Isso reforça que nenhum $Ca(OH)_2$, ou qualquer outro material restaurador é especificamente responsável pela estimulação da cicatrização pulpar ou formação de ponte dentinária. Conseqüentemente, a cicatrização pulpar parece ser uma resposta genética inerente quando exposta a um baixo grau de irritação. Conclui-se que a primeira causa de patologia pulpar é a micro-infiltração bacterial. As polpas tendem a cicatrizar-se quando um selamento biológico é providenciado contra as bactérias.

Moritz et al. (1998) realizaram um estudo da resposta pulpar com o uso do laser

CO_2, atuando como assistente no capeamento pulpar direto. Duzentos capeamentos pulpares foram procedidos, sendo que 100 foram capeados com $Ca(OH)_2$ (Kerr) e selados com CIV (Ketacfil) como grupo de controle , e 100 foram tratados com o laser e capeados e selados, da mesma maneira que os anteriores. Os exames posteriores foram conduzidos após 1 semana e, mensalmente até completar 1 ano após tratamento. O efeito mais importante da irradiação a laser parece ser a esterilização e a formação de cicatriz no local irradiado, devido aos efeitos térmicos, que ajuda a preservar a polpa de invasão bacterial. Testes térmicos foram usados para verificação da vitalidade pulpar e o laser Doppler para medição do sangramento pulpar. No grupo das polpas tratadas com o laser CO_2, o último exame aos 12 meses demonstrou que 89 dentes permaneciam vitais, correspondendo a um sucesso de 89% . No grupo de controle o sucesso foi consideravelmente menor (68%). O tamanho das exposições e a idade dos pacientes foram praticamente idênticos em ambos os grupos. Conclui-se que o laser CO_2 parece ser um ótimo auxiliar no capeamento pulpar direto.

Inokoshi et al. (1982) investigaram a resposta pulpar com um sistema adesivo convencional, Adaptic e um sistema adesivo novo, Clearfil em 176 pares de dentes bilaterais de 12 cães adultos. Foram preparadas cavidades cilíndricas sem exposição das polpas e preenchidas com o sistema Clearfil Bond ou o sistema convencional Adaptic, com ou sem condicionamento ácido, de acordo com as instruções do fabricante. O ácido usado com a resina Clearfil foi o fosfórico a 40% e o usado com a resina Adaptic foi o fosfórico a 35%. Dessa maneira, o uso ou não do condicionamento ácido ou da base com cimento de $Ca(OH)_2$ (DY) foram variáveis adicionais. As alterações histo-patológicas na polpa e a presença de bactérias nas superfícies das cavidades foram examinadas após 3 dias, 2 semanas e 1 mês. Conclui-se que a resina Adaptic causava uma resposta pulpar mais severa e uma maior penetração bacterial que a resina Clearfil, quando preenchida sem condicionamento ácido e sem forramento. A penetração bacterial aumentava com o tempo e estava quase sempre acompanhada de um acréscimo na infiltração celular. A resposta pulpar decrescia com o forramento completo das superfícies dentinárias, em ambas as resinas. As cavidades que foram totalmente condicionadas e preenchidas com a resina Clearfil demonstraram uma resposta pulpar insignificante e nenhuma penetração bacterial. A reposta pulpar foi menor que sem o condicionamento ácido.

Cohen & Combe (1994) examinaram 2 materiais novos para o procedimento de capeamento pulpar. O material A continha DY e ácido poli-acrílico e o material B, DY e base(20% de ácido poli-acrílico e 72% de ionômero de fluor-silicato de alumínio e estrôncio).Dessa maneira, combinou-se as propriedades biológicas do hidróxido de cálcio com as propriedades físico-mecânicas do cimento de ionômero de vidro que

contêm o ácido poli-acrílico e, que por sua vez é responsável pela adesão ao esmalte e à dentina. Apesar da presença de componentes ácidos nos materiais experimentais A e B, eles tinham um pH entre 10.6 e 11.0, respectivamente. Foram analisadas propriedades como a resistência tênsil e a força de união dos materiais A e B e, ainda avaliadas em vivo. Um total de 60 ratos e 120 dentes foram usados e 30 exposições foram capeadas com o material A usando DY, como controle e 30 usando $Ca(OH)_2$ como controle. Números similares foram usados com o material B. Após 28 dias os animais foram sacrificados e os dentes foram examinados. Histologicamente, em 100 polpas tratadas do total de 120 , constatou-se a formação de ponte dentinária com ambos materiais. Detectou-se ainda menor inflamação pulpar nos dentes capeados com o material A ou B do que com o DY. Os materiais A e B foram considerados tão efetivos tanto quanto o DY em termos de propriedades de resistência e habilidade de estimular a cicatrização em polpas expostas. Estes tem ainda uma vantagem adicional porque são adesivos à dentina e são capazes de aderir ao material restaurador.

Dickerson (1994) relatou a fratura de um incisivo lateral com exposição pulpar de uma mulher de 23 anos, ao esquiar. A porção fraturada foi guardada no leite para poder ser re-aproveitada. O dente foi limpado com clorexidina e foi feito um condicionamento total em ambas as partes, evitando a polpa, não por medo dos efeitos do ácido sobre a mesma, mas por não se necessário. Foi usado um sistema adesivo, Optibond, para cobrir a exposição pulpar e colou-se o fragmento dental no seu próprio remanescente. O paciente retornou após 1 mês para avaliação pós-operatória e não apresentava sintomas, dor ou qualquer outro problema. O dente estava intacto e o local

de fratura era difícil ou praticamente impossível de ser determinado.

Heitmann & Unterbrink (1995) analisaram o desempenho do capeamento pulpar direto com um adesivo de dentina contendo glutaraldeído, em oito pré-molares e molares permanentes, de seis pacientes. Os dentes foram devidamente restaurados com uma resina composta. O procedimento clínico incluiu o uso da pasta de $Ca(OH)_2$ para cobrir a área de exposição pulpar, durante o preparo completo do dente. Esmalte e dentina foram condicionados com ácido fosfórico à 37% e a primeira camada de resina foi adaptada gentilmente para melhorar a proteção mecânica antes de continuar a manipulação. Todos os dentes permaneceram vitais e sem sintomas durante o período de observação de 2 a 6 meses, exceto um desconforto suave e não específico no próprio dia do tratamento. Todos os resultados clínicos e radiográficos estavam normais. Conclui-se que há inúmeras vantagens do capeamento pulpar direto com o uso de adesivo dentinário e resina composta, incluindo um bom selamento na área de exposição pulpar para prevenção de reinfecção e evitando, dessa maneira, os riscos de um segundo procedimento operador.

Tsuneda et al. (1995) avaliaram a resposta pulpar histológica de 4 sistemas adesivos diferentes colocados diretamente em tecido pulpar exposto. Formação de Gap entre a resina e as paredes cavitárias foi observada e relacionada a resposta pulpar. Foram realizados preparos cavitários oclusais com exposições pulpares mecânicas em molares de ratos. Os preparos foram preenchidos usando um dos seguintes sistemas: 1) Sistema SB, 2) Sistema CLB, 3) Sistema Tokuso Light Bond, 4) Sistema One ALL (SBMP). Os parâmetros histológicos observados foram os seguintes: dilatação capilar,

hiperemia, congestão, sangramento, células inflamatórias, atrofia reticular, degeneração vacuolar, calcificação dentinária secundária e necrose. Não houve diferença significante na resposta pulpar após 3 dias, mas após 7 dias essas diferenças começaram a ser observadas. O sistema SB induziu dilatação capilar insignificante, hiperemia, congestão e células inflamatórias somente após 3 dias da operação. A formação de dentina secundária foi observada no terceiro dia de avaliação. O sistema CLB mostrou dilatação capilar insignificante, hiperemia, congestão, e células inflamatórias em todos os estágios após a operação. A necrose superficial e formação de dentina secundária foram observadas aos 90 dias, após o procedimento de capeamento. O sistema Tokuso Light Bond e One All mostraram reações pulpares severas em todos os estágios. Não houve formação de dentina secundária em nenhum período de avaliação para esses dois sistemas. Há uma relação entre a micro-infiltração e reação pulpar. A irritação pulpar severa ocorreu quando uma maior micro-infiltração foi observada entre a resina e a parede cavitária. É necessário uma maior avaliação clínica in vivo para a correta indicação desses sistemas adesivos em procedimentos de capeamento pulpar.

Costa et al. (1997) observaram a capacidade de reparação e formação de ponte de dentina de polpas mecanicamente expostas que foram capeadas com o sistema adesivo SBMP (grupo experimental) e com o OZE (grupo controle). Em 24 ratos, 48 cavidades de classe I oclusal com exposição da polpa foram realizadas, das quais 24 foram capeadas com SBMP e o restante com OZE. As cavidades foram restauradas com a resina Z100. As maxilas foram removidas após intervalos de 7, 15, 30 e 60 dias. Cortes seriados dos dentes foram corados com hematoxilina e eosina e Brown e Brenn. Para o

grupo experimental, aos 7 dias houve necrose do corno pulpar adjacente ao material. Com o decorrer dos períodos, o tecido pulpar não apresentou capacidade de reorganização e formação de ponte de dentina. Aos 60 dias, a polpa estava totalmente necrosada. No grupo controle, ocorreu reparação pulpar e formação de ponte de dentina a qual se apresentava completa no último período de avaliação (60 dias). Estes resultados sugeriram que o sistema SBMP foi irritante, não permitindo a reparação, nem a formação de ponte de dentina em polpas de ratos mecanicamente expostas. Todavia, novos trabalhos de pesquisa devem ser realizados em outros animais ou ainda em dentes humanos, para esclarecer as possibilidades de uso desta técnica restauradora na clínica odontológica, já que o potencial de reparação do complexo dentino-pulpar varia entre as espécies animais.

Cardoso & Vieira (1998) avaliaram in vitro, a capacidade de vedamento marginal proporcionado por três sistemas adesivos. Para isso, foram utilizados 45 dentes extraídos, os quais receberam cavidades classe II MOD, restauradas com os sistemas adesivos, sendo que a parede gengival de uma das caixas proximais ficou localizada 2mm aquém da junção amelo-cementária e a outra, 2mm desta. Os dentes foram termo-ciclados em água durante uma semana, com a temperatura variando de 5° a 55°C e, utilizou-se, no último dia, solução de fucsina básica 0,5%. Os dentes foram, então, lavados e seccionados para se observar o grau de infiltração marginal, atribuído segundo os seguintes critérios: 0 = nenhuma infiltração; 1 = infiltração na parede gengival; 2 = infiltração na parede axial; 3 = infiltração na parede axial em direção à polpa. Conclui-se que para cavidades com todas as paredes em esmalte, o sistema adesivo do grupo 2 e do

3, SBMP e Prime & Bond, respectivamente, têm boa capacidade de selamento marginal. Para as cavidades com paredes em dentina, o sistema adesivo do grupo 3, Prime & Bond, é o que proporciona melhor resultado quanto à capacidade de selamento marginal. O sistema adesivo do grupo I, Scotchbond, apresenta comportamento muito ruim , tanto em cavidades em esmalte quanto em dentina, na sua capacidade de selamento marginal.

Gwinnett & Tay (1998) apresentaram as características ultra-estruturais de respostas pulpares, seguindo da aplicação de All Bond 2 de cavidades profundas, polpas expostas e não expostas de dentes humanos . Cavidades cilíndricas classe V foram preparadas em pré-molares humanos. No grupo em que não houve exposição pulpar, foi feita uma tentativa de preparar a cavidade a mais ou menos 0,5mm da polpa.. No outro grupo, as polpas foram expostas intencionalmente. Após hemostasia, as cavidades preparadas foram condicionadas com ácido fosfórico a 10% e os dentes foram restaurados com All- Bond 2. Avaliações histológicas foram feitas aos 0- 7, 28-35 e, acima de 90 dias. Um tecido conectivo típico em resposta às injúrias foi observado na maioria das espécimes. Injúria irreversível dos odontoblastos, próximo do local de exposição, resultou em morte dessas células. Entretanto, outra característica notável foi a observação de partículas de resina dentro da polpa. Essas partículas de resina podem ter sido introduzidas indiretamente na polpa através da perturbação do complexo juncional ou pela morte dos odontoblastos. Também, elas podem ter penetrado na polpa diretamente através da exposição pulpar. Em algumas espécimes, a presença dessas partículas de resina parecem dar início a uma resposta de corpo estranho, caracterizado pela presença de infiltrado inflamatório mononuclear e células mononucleares gigantes.

A persistência de uma inflamação crônica foi associada à ausência de formação de ponte dentinária calcificada nessas espécimes.

Pameijer & Stanley (1998) determinaram por meio de estudo histo-patológico em primatas sub-humanos a viabilidade clínica do tratamento com o condicionamento de polpas expostas (técnica de condicionamento total), seguida de capeamento com agentes de união da dentina. Foram preparadas 147 cavidades classe V de 6 primatas, que foram divididos em 7 grupos, sendo que 5 eram experimentais e 2 controles. Após a exposição pulpar os preparos foram intencionalmente contaminados, lavados, secados e desinfetados com solução de clorexidina a 2 % por 60 segundos. Nos 5 grupos experimentais, os preparos incluindo as polpas expostas foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% e aplicou-se novamente a solução de clorexidina. Nos grupos 1-3, All-Bond 2 ,ProBond e Permagen A&B foram aplicados como material de capeamento pulpar. No grupo 4, o $Ca(OH)_2$ foto-ativado foi testado, enquanto o grupo 5 foi tratado com o $Ca(OH)_2$ ativado quimicamente. Os grupos controles 6 e 7, também foram contaminados, lavados, secados e desinfetados. As exposições pulpares foram cobertas com o $Ca(OH)_2$ ativado quimicamente (grupo 6) ou o $Ca(OH)_2$ foto-ativado (grupo 7) e os preparos foram condicionados e restaurados com resina composta. As avaliações foram feitas aos 5, 25 e 75 dias. Após o sacrifício dos animais e preparo histológico rotineiro, cortes histológicos foram graduados entre outros parâmetros por resposta inflamatória, formação de ponte dentinária, manutenção da vitalidade, presença de lasca de dentina e evidência de micro-infiltração de microorganismos. Conclui-se que a solução de clorexidina à 2% aplicada após a exposição foi um agente hemostático

efetivo. Após o condicionamento com o ácido fosfórico à 35% o sangramento foi renovado, o qual ficou difícil de ser controlado, sendo necessário uma nova aplicação da solução de clorexidina. Usando a técnica de condicionamento total em procedimentos de capeamento pulpar seguida da colocação do agente de união de dentina diretamente sobre a polpa resultou, para os três sistemas de união da dentina testados nesse experimento, em 45% de dentes não vitais e somente 35% com formação de ponte dentinária. Os grupos controles com o $Ca(OH)_2$ tinham 7% de dentes não vitais e 82% de dentes com formação de ponte dentinária. Foi encontrado um percentual grande de microorganismos em todos os grupos, embora eram poucos em número. Embora, os microorganismos estivessem presentes em dentes vitais e não vitais, na presença ou ausência de formação de ponte dentinária , não tinham significado direto no sucesso ou falha no procedimento de capeamento pulpar. Antes de qualquer modificação, ou outra técnica ou material cientificamente comprovado tanto quanto o $Ca(OH)_2$, o uso da técnica de condicionamento total e agente de união de dentina em capeamento pulpar de dentes vitais é contra-indicado.

Cox et al. (1998) avaliaram a resposta histológica de 332 polpas não expostas e 127 polpas expostas de macacas aplicando 9 sistemas adesivos. Foram realizadas cavidades de classe V e I nos dentes com polpas expostas e não-expostas e avaliadas em três intervalos de tempo: curto (3-10 dias), intermediário (21-35 dias) e longo (90-97 dias) . Não houve diferenças histológicas nas respostas pulpares entre os 9 sistemas adesivos usados tanto nas cavidades de classe I como nas de classe V quando comparadas com as respostas pulpares do grupo controle ($Ca(OH)_2$), em todos os

intervalos de tempo. Os 9 sistemas adesivos e as resinas compostas não são tóxicas para as polpas expostas e não expostas, sendo biologicamente compatível com os tecidos pulpares, quando usados em polpas expostas mecanicamente, seguido de um controle de hemorragia com NaOCL a 2,5%. É imperativo que os dentistas clínicos entendam a importância biológica do controle da hemorragia, assim como a técnica correta do uso dos primers hidrofílicos, para otimizar a eficácia dos adesivos e obter o sucesso clínico contra os fatores de micro-infiltração bacterial.

Akimoto et al. (1998) avaliaram a resposta pulpar em polpas expostas e não expostas de macacos restauradas com CLB 2 e o sistema Clearfil AP-X. Foram realizadas cavidades de classe V e I em polpas expostas e não expostas e avaliadas aos 7 ou 8, 27 e 97 dias. Não houve diferenças na inflamação pulpar entre as espécimes restauradas com CLB 2 e com Cearfil AP-X e o grupo controle com o $Ca(OH)_2$ em ambas as cavidades de classe V e I nos vários períodos de tempo analisados. Conclui-se que o sistema CLB 2 e o Clearfil AP-X é biologicamente aceitável para os tecidos pulpares, quando usado de acordo com as instruções do fabricante em dentes sem exposição pulpar ou até mesmo diretamente em polpas expostas mecanicamente. Nenhum dos dois sistemas são biologicamente irritantes para os odontoblastos primários ou para o tecido pulpar subjacente quando inseridos em cavidades de polpas não expostas, ou em exposições pulpares mecânicas e restaurados até a margem cavo-superficial para executar um selamento biológico. Parece não haver correlação entre o tipo de tratamento restaurador(CLB 2 e Clearfil AP-X) e a espessura de dentina reparativa abaixo da dentina remanescente. O NaOCL a 2,5% não é tóxico para as

células pulpares e não inibe a cicatrização pulpar, formação de células odontoblastóides e formação de ponte dentinária, quando usado especificamente como agente hemostático. O sistema CLB 2 e o CearfilAP-X permite a estratificação das novas células pulpares, a reorientação e a diferenciação das células odontoblastóides novas para estabelecer uma nova ponte dentinária. Dessa maneira, o uso desses dois sistemas em polpas expostas é indicada e suportada biologicamente.

Kitasako et al. (1999) avaliaram histologicamente os efeitos da técnica de capeamento pulpar direto em polpas expostas mecanicamente a curto prazo usando três sistemas adesivos Bondwell LC - grupo BW, Liner Bond II- grupo LB e Superbond C & B - grupo SB. Foram preparadas cavidades classe V em 200 dentes intactos de macacos e as polpas foram expostas com uma broca carbide. Cada polpa exposta foi capeada com uma das três marcas comerciais de adesivo dentinário ou com cimento de $Ca(OH)_2$ e foram restauradas com resina composta híbrida. Foram avaliados histologicamente a infiltração de células inflamatórias e formação de dentina nas polpas expostas e protusão do tecido pulpar exposto nas cavidades aos 3, 7, 14, 30 e 60 dias. Infiltração celular inflamatória leve foi a principal reação das polpas expostas, não sendo observadas reações inflamatórias severas nas polpas (necrose e formação de abcesso). A área de exposição demonstrou a presença de ponte dentinária em todos os grupos, aos 60 dias após a operação. Entretanto, a protusão de tecido pulpar na cavidade preparada foi observada na periferia da área exposta em todos os grupos. A incidência de protusão de tecido pulpar foi graduada em ordem de aumento de severidade: LB II< DYl< BW = SB. A protusão do tecido pulpar na cavidade pode permitir a penetração de bactérias

ao eventual acesso da polpa pela micro-infiltração. Não foi detectada penetração bacterial ao longo da parede dentinária em nenhuma espécime, de nenhum grupo.

Porto Neto et al. (1999) avaliaram a resposta pulpar de dentes humanos em que, após exposição pulpar intencional, foi aplicado o sistema adesivo Prime Bond 2.0. Foram utilizados 20 pré-molares humanos, de pacientes com idade entre 9 e 15 anos, os quais foram extraídos por razão ortodôntica. Realizaram-se cavidades classe I e procedeu-se a exposição pulpar intencional com fresa diamantada. O condicionamento de toda a área foi realizado com ácido fosfórico a 36%, seguido da aplicação do sistema adesivo e restauração com resina TPH. Após 90 dias os dentes foram extraídos e corados pela hematoxilina e eosina, tricrômico de Mallory e Brown & Brenn. Aos 90 dias não ocorreu formação de ponte dentinária em nenhum espécime, podendo-se observar alterações pulpares significativas, como hiperemia, severa degeneração hialina e hidrópica na ferida pulpar, junto ao adesivo dentinário. A camada odontoblástica apresentava amplos espaços vazios, devido a necrose dos odontoblastos, estando os remanescentes atróficos ou em via de degeneração. A agressividade ao complexo dentino-pulpar evidenciada após proteção pulpar direta com o adesivo dentinário All Bond 2.0, envolvendo alterações vasculares e celulares severas para o período estudado(90 dias), permitem concluir que os adesivos não devem ser colocados diretamente sobre o tecido pulpar.

PROPRIEDADES DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO

O $Ca(OH)_2$ é um pó branco obtido da carbonização do carbonato de cálcio, altamente instável, já que ao combinar-se com o anidrido carbônico do ar tem tendência de formar carbonato novamente. É pouco solúvel em água, mas altamente solúvel em meio bucal, onde se desintegra rápida e totalmente. O pH ligeiramente alcalino nos primeiros 5 minutos, acentua-se entre 24 a 48 h, onde se faz francamente alcalino, alcançando valores de 12,4.

Os materiais à base de $Ca(OH)_2$ tem ação desinfetante, bacteriostática, e bactericida, são bio-compatíveis, têm a capacidade de estimular a regeneração pulpar, além de protegê-la contra estímulos lesivos e possuem uma comprovada propriedade de induzir a neoformação dentinária. Tem um efeito indutor moderado de calcificação, agindo apenas por contato direto com a dentina ou com a polpa.. Na dentina estimula o aparecimento de uma superfície esclerosada (esclerose dos canalículos dentinários). Já na polpa , induz a formação de ponte de dentina osteóide . No contato, na polpa o $Ca(OH)_2$ produz a coagulação por necrose do tecido pulpar que está em íntimo contato, a alta alcalinidade facilita a enzima fosfatase liberar ativamente a fosfatase inorgânica do sangue, estimulando a diferenciação dos fibroblastos em odontoblastos que elaboram uma matriz de dentina, sobre a qual se depositam íons de cálcio do sangue e não do $Ca(OH)_2$ [5, 35].

O $Ca(OH)_2$ pode ser empregado puro ou veiculado visando melhorar suas propiedades físicas. Existem diferentes formas de produtos comerciais contendo

substancia que os fazem mais radiopacos, sendo visíveis em radiografias . Pode apresentar-se sob a forma de solução em água destilada ou soro fisiológico que pode ser utilizada na limpeza, irrigação e neutralização da cavidade, antes da proteção. É também um agente auxiliar da hemostasia, em exposição pulpar. Pode apresentar-se em forma de suspensão constituída por uma suspensão de $Ca(OH)_2$ em solução aquosa de metil-celulose. Como verniz modificado, composto geralmente por resina poliestirênica, $Ca(OH)_2$, óxido de zinco, dissolvidos num solvente orgânico, na maioria das vezes, o clorofórmio que são indicados para proteção dentino-pulpar sob materiais restauradores estéticos, sem atingir o ângulo cavo superficial, devido a sua alta solubilidade nos fluidos bucais. E sob a forma de pasta única, duas pastas ou pasta única foto-ativada. A pasta única consiste de $Ca(OH)_2$ e água destilada.. Duas pastas compreendem uma base e outra catalisadora e a pasta foto-ativada que proporciona maior tempo de trabalho. O $Ca(OH)_2$ puro (em pó) é o material de escolha para proteção pulpar direta, acidentalmente exposta, graças à sua capacidade de estimular a formação de ponte de dentina osteóide [6].

O cimento de $Ca(OH)_2$ pode ser empregado na clínica na forma de forramento.

PROPRIEDADES DOS SISTEMAS ADESIVOS

Agentes de união da dentina requerem condicionamento ácido para remoção da smear layer, desmineralizando a dentina inter-tubular e peri-tubular, expondo as fibras colágenas em uma profundidade de 3 a 6 micrômetros. Dessa forma, a retenção da resina à estrutura dental é obtida pela infiltração de monômeros hidrófilos para o interior da dentina desmineralizada, formando um híbrido de resina-colágeno denominada de camada híbrida por Nakabayashi [26, 41]. Os túbulos dentinários condicionados pelo ácido proporcionam também a penetração dos adesivos, formando tags ou prolongamentos resinosos.

As recentes gerações de sistemas adesivos usam diferentes tipos e concentrações no ácido condicionador, que têm a indicação para ser aplicado, ao mesmo tempo, na superfície do esmalte e da dentina, durante quinze segundos [36]. Tem-se demonstrado que soluções ácidas muito concentradas provocam desmineralização muito acentuada da dentina, a ponto de os adesivos não conseguirem preencher totalmente a dentina condicionada. Assim, a nova geração de adesivos vem sendo apresentada sem soluções ácidas, com aplicação apenas do primer de baixo pH para condicionar a dentina. Dessa maneira, o ataque ácido da dentina pode ser feito junto com os sistemas adesivos.

O primer é o adesivo dentinário que tem, como característica principal na sua composição, monômero hidrófilo em função da umidade existente no tecido dentinário [16]. Os primers hidrofílicos são compostos de acetona, álcool ou glutaraldeído mais HEMA. Desta maneira, ocorre a penetração desses componentes via túbulos dentinários

à procura da umidade proveniente da polpa, já que os mesmos tem avidez pela água. Os primers de resina são usados para isolar completamente a polpa dentinária do ambiente externo. O primer de resina se difunde nos espaços intercolágenos e sela os túbulos, evitando-se assim a entrada de microorganismos na câmara pulpar. O processo também corta o fluxo de fluidos odontoblásticos, evitando-se deste modo a sensibilidade pós-operatória. Leinfelder relata que substituindo-se um primer de resina pela hidroxilapatita que envolve as fibras colágenas dentro da dentina, a polpa dentinária fica completamente isolada do ambiente externo.

DISCUSSÃO

A preservação da vitalidade pulpar é de fundamental importância, pois a polpa mantém sua atividade funcional. Durante toda a vida, o tecido pulpar contribui para a produção de dentina secundária, peri-tubular e reacional, em resposta a estímulos fisiológicos e patológicos. Além disso, a circulação do tecido pulpar, estendida aos túbulos dentinários, torna a dentina mais resiliente, protegendo assim o dente das forças mastigatórias [13].O capeamento pulpar é provavelmente o método mais antigo de tratamento para conservação de uma polpa vital exposta. Investigações com essa forma de tratamento são mais numerosas do que aquelas relacionadas com a amputação e extirpação da polpa. As pesquisas têm se concentrado em dois grandes problemas: definição de um diagnóstico criterioso para tratamento e materiais que podem ser usados para recobrir a polpa lesada. Os materiais de proteção pulpar, rotineiramente usados , têm por finalidade favorecer a recuperação da polpa lesada pelo processo de cárie e procedimentos operatórios, como também protegê-la contra as várias injúrias a que estará sujeita depois [5, 17]. Parece ser de geral acordo que o capeamento pulpar pode ser bem-sucedido se a polpa clinicamente vital for exposta acidentalmente ou uma pequena exposição experimental, mas enquanto a polpa não se apresenta com sintomas de inflamação. De acordo com Colby, Kerr e Robinson, sob injúria severa a polpa pode não se recuperar, porque seu poder de recuperação é limitado pelo espaço deficiente para o edema [12]. Infecções devem ser evitadas e o prognóstico é influenciado pelo grau de desenvolvimento da raiz [39].

Com a justificativa de que a formação da camada híbrida forneceria um selamento marginal efetivo entre as paredes cavitárias e o material restaurador, tem sido sugerida a utilização de adesivos dentinários para proteção pulpar, capeamento pulpar, previamente à restauração com resinas compostas [20,32]. A dentina vital condicionada vai expor as fibras colágenas e o adesivo dentinário penetrará formando uma camada micro-mecanicamente atada aos túbulos da parede dentinária, promovendo, desta maneira, um selamento efetivo Além disso, o processo de hibridização não permitiria a formação de gaps (fendas) nem de infiltração, o que caracterizaria a camada híbrida como impermeável. O processo em si já veda os microorganismos ainda existentes, comprometendo assim sua sobrevivência. Desta maneira, o uso de agentes adesivos dentinários protege contra a cárie recorrente e a sensibilidade pós-operatória. Nos Estados unidos, este processo de hibridização está agora sendo comumente usado no lugar dos forradores e bases [1].

Quando surgem novos conceitos que abalam nossas convicções básicas sobre determinado assunto, somos tentados a adotá-los, para participar da modernidade. Entretanto, isso não é motivo suficiente para aposentar o $Ca(OH)_2$. Este é um material utilizado há mais de cem anos com excelentes resultados [17].

Para que os materiais de capeamento pulpar sejam efetivos, é necessário que preencham três requisitos. Primeiro, eles precisam manter a vitalidade do tecido pulpar; segundo, induzir a formação de dentina secundária ou reparativa entre o tecido pulpar vital e a restauração; e terceiro, possuir propriedades físico-mecânicas adequadas para atuar como base abaixo de uma restauração permanente. Outros autores têm reportado

que o material efetivo para o procedimento de capeamento pulpar deve possuir três fatores: presença de íons cálcio, presença de íons hidróxido e pH entre 9 e 13 [6].

O sucesso da terapia pulpar é baseado em decorrência de evidências histológicas normais e cicatrização devido a formação de uma ponte dentinária consistente. O tratamento pode ser considerado bem- sucedido quando houver ausência de sintomas clínicos sem sinais de dor no dente durante o período de observação, resposta pulpar normal e radiografia normal com evidência de formação de dentina secundária quando comparada com a radiografia original. A formação de dentina reparativa selando a área de exposição pulpar é essencial para a cicatrização do tecido pulpar [28].

Entretanto, o critério clínico para o sucesso é inadequado para uma avaliação a longo-prazo no dente tratado com o capeamento pulpar. Isso é ilustrado pelo fato de que é impossível diagnosticar clinicamente o dente que tem sua cicatrização complicada pela inflamação. Conseqüentemente, uma avaliação decisiva dos resultados do procedimento de capeamento pulpar só podem ser feitas histologicamente [39].

A taxa de sucesso com o uso do $Ca(OH)_2$ no procedimento de capeamento pulpar reportada na literatura varia entre 44 e 95% e depende do tamanho da área de exposição pulpar, da localização do local a ser capeado e da idade do paciente. Nos

pacientes jovens (10-25 anos) as polpas são ricas em células e têm, portanto, uma habilidade maior de regeneração [27].

Para outros autores a cicatrização pulpar pode ser influenciada por fatores fisiológicos e patologias antecedentes. A idade média dos pacientes (25-39 anos) relativamente alta e, restaurações relativamente extensas realizadas anteriormente nos dentes com polpas expostas e capeadas com o sistema adesivo, não têm influência nos resultados [19]. Alguns estudos classificam o $Ca(OH)_2$ como material irritante ao tecido pulpar, porém permitindo a cicatrização do mesmo com o decorrer dos períodos de avaliação [14, 29].

Vários estudos demonstram a presença de uma camada necrótica superficial inicial em polpas capeadas com o $Ca(OH)_2$ antes da formação da ponte dentinária [27], isto é, a presença de tecido necrótico é um importante pré-requisito para a formação de uma barreira de tecido duro durante o processo de cicatrização após a aplicação destes materiais [14, 29, 40]. Entretanto as implicações clínicas desse fenômeno continuam controversas, um processo de cicatrização que não esteja vinculado à produção de tecido necrótico, como no da aplicação do cimento 4CP, é biologicamente preferível [40].

O $Ca(OH)_2$ deve estar em contato direto com o tecido pulpar para que ocorra regeneração, já que os íons hidróxidos dissociados que causam a elevação do pH não conseguem migrar para dentro dos túbulos dentinários e estimular o tecido pulpar . Entretanto, o $Ca(OH)_2$ é preferível em situações onde seja necessário a manutenção de cárie residual. Se escavação adicional resultar em exposição da polpa, é melhor que essa região seja coberta por uma fina camada de $Ca(OH)_2$. Devido o meio ambiente, no qual

o pH sobe para 10 ou 11, os microorganismos se tornam inviáveis [24]. E, é dado à polpa, a probabilidade de restabelecer e produzir dentina secundária ou, em caso de dano à mesma, dentina reparativa [25].

A presença de ponte dentinária clinica e radiograficamente é uma das formas tomadas como base para garantir o sucesso de uma terapia pulpar. A formação de ponte dentinária ocorre abaixo de uma variedade enorme de materiais [9]. Cox et al. (1996_b) observaram a cicatrização e a capacidade de formação de ponte dentinária em polpas expostas, quando capeadas diretamente com cimentos ácidos, amálgama e resina composta com ou sem selamento bacterial, com OZE até a margem cavo-superficial. Conclui-se que a ponte dentinária formada adjacente a interface desses materiais estava na mesma relação de formação de ponte vista com o uso do $Ca(OH)_2$, comprovando que o $Ca(OH)_2$ ou qualquer outro material restaurador não é especificamente responsável pela cicatrização pulpar ou formação de ponte dentinária.

Entretanto, a presença de túneis nas pontes dentinárias aumentam a sua permeabilidade falhando em providenciar um selamento hermético para a polpa contra uma infecção recorrente devido à micro-infiltração [3, 11, 37]. Dependendo da severidade ou da fase em que ocorre a micro-infiltração, a cicatrização da polpa cessa em diferentes estágios de processo de reparo e as bactérias e suas toxinas podem atravessar a ponte dentinária incompleta e causar ou agravar inflamação pulpar existente, levando até a uma necrose pulpar [3].

A falta de adesividade ao dente, especificamente à dentina, causa a micro-infiltração marginal [38], o que representa uma das maiores desvantagens do $Ca(OH)_2$ [6].

Outro problema associado com o $Ca(OH)_2$ é sua dissolução e eliminação a longo-prazo [8, 10, 23, 24]. Sua dissolução é devido a micro-infiltração ou até aos fluidos odontoblásticos que permanecem em contato com a base [24]. As partículas do $Ca(OH)_2$ podem migrar para dentro da polpa, comprometendo assim seu sucesso clínico a longo-prazo [10].

Desta maneira, a principal causa de patologias pulpares é a micro-infiltração bacterial, resultando em um desenvolvimento da inflamação aguda para a crônica e eventualmente necrose , levando a uma patologia periapical . Quando esta é excluída haverá cicatrização da polpa e formação de ponte dentinária [37]. Cox em 1996 demonstra que pode haver cicatrização pulpar quando não há invasão bacterial, independente do material capeador. Portanto, a polpa possui uma capacidade de cura inerente quando um selamento efetivo é providenciado [8, 37]. Um selamento firme entre a polpa exposta e o material capeador é essencial para a cicatrização pulpar [22].

Entretanto, através de microscopia óptica têm se demonstrado, Brown & Brenn, ausência de bactérias no tecido dentinário e pulpar, porém sem haver nenhum processo de reparação da polpa [7, 32]. Tanto nos casos onde bactérias foram coradas no interior de tecido dentinário e pulpar quanto nos casos onde não havia contaminação, o processo de necrose ocorreu com o uso de adesivo dentinário como material capeador. Quando houve infecção bacteriana, a evolução do quadro necrótico foi mais rápida, existindo ainda desenvolvimento de lesões periapicais e gangrena. Estes achados permitiram concluir que a presença de bactérias foi apenas coadjuvante no processo [7].

Pameijer & Stanley (1998) encontraram microorganismos em uma grande

porcentagem de grupos de polpas expostas de primatas sub-humanos, capeadas com o sistema adesivo. Estes encontravam-se presentes em polpas vitais e não- vitais. Entretanto, não apresentavam relação direta com o sucesso ou falha no procedimento de capeamento pulpar . Se os microorganismos são tão importantes na contribuição de lesões pulpares, em vez da toxicidade dos materiais dentários, a escassez dos microorganismos é bastante notável considerando o tamanho e a severidade das lesões nas polpas sobreviventes e o número de espécimes exibindo a perda da vitalidade.

Tanto o sistema adesivo como o $Ca(OH)_2$ possuem vantagens e desvantagens no uso como materiais de terapia pulpar. As vantagens do $Ca(OH)_2$ são: inicialmente bactericida e bacteriostático, promove cicatrização e reparação, alto pH estimulando fibroblastos, neutraliza o baixo pH dos ácidos, as partículas do $Ca(OH)_2$ podem obliterar os túbulos abertos e é um cimento temporário ideal. E as desvantagens são: não é exclusivamente estimulador de dentina esclerótica, de dentina reparativa, de formação de ponte dentinária, dentinogênese, de apecificação, pode dissolver após um ano com a presença de micro-infiltração marginal, ácidos podem degradar a interface durante o processo de condicionamento, degradação com a flexão do dente, fracasso interfacial com condensação de amálgama, associado com cáries recorrentes após a sua dissolução, não adere à dentina vital, não adere ao sistema de união da resina composta, visto em túneis defeituosos de pontes dentinárias após um ano [10, 23]. A grande vantagem do capeamento pulpar com um adesivo de dentina e resina composta é o bom selamento da área exposta para prevenção da reinfecção e evitar os riscos de um segundo procedimento operador. A sensibilidade pós-operatória também parece ser reduzida [19].

Porém, são vários os trabalhos que contra indicam o uso do sistema adesivo diretamente em contato com o tecido pulpar . Estudos têm demonstrado que não ocorre formação de ponte dentinária [7,19,30,32], caracterizando o mesmo com material irritante. Porto Neto relata ainda alterações pulpares significativas, como hiperemia, severa degeneração hialina e hidrópica e necrose dos odontoblastos, estando os remanescentes atróficos ou em via de degeneração. Há, portanto, a existência de uma irritação local e persistente impedindo o processo de reparo da região.

Além disso, os adesivos reduzem a micro-infiltração, porém são incapazes de impedi-la totalmente [31]. Segundo, Mariane et al., 1998, o sistema adesivo Prime& Bond, é o que proporciona melhor resultado quanto à capacidade de selamento marginal para cavidades com paredes em dentina. Estes estudos comprovam ainda a relação entre inflamação pulpar e presença de bactérias. Entretanto, Cox et al., 1998 avaliaram a resposta pulpar de nove sistemas adesivos em polpas de macacos não-expostas e expostas e concluiu que o condicionamento ácido e o tratamento da dentina e polpa dental com os vários sistemas adesivos não é irritante e tampouco tóxico ao tecido pulpar. Os sistemas adesivos em polpas não-expostas e polpas capeadas diretamente provem um selamento biológico excelente contra a micro-infiltração bacterial. O sucesso clínico de um capeamento pulpar direto requer um controle da hemorragia antes da aplicação do sistema adesivo. Estudos demonstraram que a solução de NaOCL a 2,5% é biologicamente aceitável porque não é tóxica para as células pulpares, não inibe a cicatrização pulpar, formação de células odontoblastóides e nem a formação de ponte dentinária [2,9].

Uma outra técnica seria combinar o capeamento pulpar direto com o $Ca(OH)_2$ e o adesivo da resina composta para reduzir o risco de subseqüente micro-infiltração bacterial. Desta maneira, parece que agregamos o efeito biológico do $Ca(OH)_2$ com a capacidade de selamento dos agentes de união, mas há muitas desvantagens nesta técnica: as propriedades mecânicas do $Ca(OH)_2$ são menos ideais; o condicionamento ácido enfraquece ou dissolve o $Ca(OH)_2$, o $Ca(OH)_2$ cobre a dentina requerida para a adesão e portanto reduz a área de superfície disponível [6, 19] e o agente de união pode infiltrar por baixo do $Ca(OH)_2$ comprometendo sua polimerização [19]. Além disto, o $Ca(OH)_2$ não é adesivo à dentina e o adesivo não se une ao $Ca(OH)_2$, quando a retenção da restauração final fica severamente comprometida [6].

Todas nossas condutas clínicas devem ser apoiadas em conceitos teóricos e em pesquisas clínicas de longa duração. As técnicas que incluem o $Ca(OH)_2$ estão suportadas pelos dois enfoques. Quando surgirem trabalhos de pesquisa clínica de longa duração que provem ser possível aplicar ácido na polpa exposta, poderemos adotar essa técnica como rotina em nossas condutas clínicas.

Até então, a técnica do $Ca(OH)_2$ para capeamentos pulpares é a que possui um controle clínico mais longo e comprovado, e por isso, a mais confiável e indicada.

CONCLUSÃO

O $Ca(OH)_2$ serviu por muitos anos como um bom material para capeamento pulpar. É um agente inicialmente bactericida, entretanto, desaparece com o tempo. Se o $Ca(OH)_2$ desaparece, as bactérias irão penetrar através dos túneis das pontes dentinárias e a polpa será novamente reinfectada. Dessa maneira, se o clínico estiver pensando em usar o $Ca(OH)_2$ em uma polpa exposta, se faz necessário o uso de um material que o cubra, como por exemplo o ionômero de vidro ou outro cimento adesivo. Com essa condição, pode-se condicionar o restante da dentina, preparando-a para os procedimentos adesivos sem o risco da dissolução do $Ca(OH)_2$.

Há vários trabalhos comprovando o sucesso biológico com o uso dos sistemas adesivos, assim como o seu fracasso. Para se obter o sucesso com o uso de um sistema adesivo, em procedimentos de capeamento pulpar direto, é extremamente importante o controle de hemorragia. O NaOCL é o agente mais indicado para tal fim, porque não causa alterações pulpares e tampouco sua morte.

Sabe-se também que a micro-infiltração bacterial é o maior problema na manutenção da vitalidade pulpar. A morte pulpar é causada pela micro-infiltração e, não pelo condicionamento ácido como se pensava anteriormente.

Dessa maneira, pode-se condicionar a dentina e aplicar o adesivo esperando um selamento efetivo a longo-prazo, o que o $Ca(OH)_2$ não é capaz de fazer já que o mesmo desaparece com o tempo, como mencionado anteriormente.

Quando se indica a aplicação de um determinado material odontológico sobre

dentina e/ou polpa ou se propõe o emprego de uma nova técnica de tratamento dos tecidos dentinários, é pertinente imaginar que essas aplicações já foram realizadas em nível laboratorial, e pesquisas in vitro e in vivo já confirmaram a efetividade do material e de suas técnicas de uso.

Dessa maneira, todas nossas condutas clínicas devem estar apoiadas em conceitos teóricos e em pesquisas clínicas de longa duração. As técnicas que incluem o $Ca(OH)_2$ estão suportadas pelos dois enfoques. Quando surgirem trabalhos clínicos de longa duração que provem ser possível aplicar ácido e adesivo na polpa exposta, poderemos adotar essa técnica como rotina em nossas condutas clínicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADESÃO dentinária: o que existe de novo? **Prev News,** v.8, n.4, p.9, 1998.

2. AKIMOTO, N. et al. Biocompatibility of Clearfil Liner Bond 2 and Clearfil AP-X system on nonexposed primate teeth. **Quintessence Int.**, v.29, n.3, p.177-188, mar.1998.

3. CALISKAN, M. K. Clinical reability of the dentine bridge formed after pulpotomy: a case report. **Int. Endod. J,** v.27,n.1. p.52-55, 1994.

4. CARDOSO,M., VIEIRA, L. C. C. Infiltração marginal em cavidades classe II MOD em pré-molares. **Rev. APCD,** v.52, n.1, p.65-69, jan./fev.1998.

5. CIPRIANO, T. M., NETTO, N. G. Hidróxido de cálcio: tipos e indicações. **Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent,** v.41, n.2, p.100-111, mar./abr. 1987.

6. COHEN, B. D., COMBE, E. C. Development of new adhesive pulp capping materials. **Dent. Update**, v.21, n.1, p.57-62, mar.1994.

7. COSTA, C. A. de S. et al. Avaliação histológica da capacidade de reparação do tecido conjuntivo pulpar de rato capeado com o sistema adesivo Scotchbond MP e o cimento de óxido de zinco e eugenol. **Rev. Pau. Odonto.**, v.19, n.3, p.26-32, mai./jun.1997.

8. COX, C. F. et al. Biocompatibility of various dental materials: Pulp healing with a surface seal. **Int. J. Periodont. Rest. Dent.**, v.16, n.3, p.241-251, jun.(1996 $_b$).

9. COX, C. F. et al. Biocompatibility of primer, adhesive and resin composite systems on non-exposed and exposed pulps of non-human primate teeth. **Am.**

J. Dent., v.11, p.55-63, jan.1998.

10. COX, C. F., SUZUKI, S. Re-evaluation pulp proteccion: calcium hydroxide liners vs. cohesive hibridization. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.125, n.1, p.823-831, jul. 1994.

11. COX, C. F. et al. Tunnel defects in dentin bridges: Their formation following direct pulp capping. **Oper. Dent.**, v.21, n.1, p.4-11, jan./feb.(1996_a).

12. _____DE DEUS,Q. D. Tratamento conservador da polpa. In: DE DEUS,Q. D. ENDODONTIA: Capeamento direto da polpa dental. 4. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1986. Cap. 8, p. 195-213.

13. DEMARCO, F. F. **Avaliação da biocompatibilidade de dois sistemas adesivos**: estudo da resposta à aplicação direta em polpas humanas e da citotoxicidade em cultura de células. São Paulo, 1998. 117p. Tese (Doutorado em Dentística) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

14. DIAS, D. B. et al. Efeito de materiais à base de hidróxido de cálcio, em polpas de dentes de cães expostas experimentalmente. **Rev. Odont. UNESP,** São Paulo, v.17, n.½, p.27-42, 1988.

15. DICKERSON, W. G. Conservative reattachment of a pulpally exposed, fractured incisor. **Dent. Econ.**, v.84, n.4, p.90-91, apr.1994.

16. FONSECA, A. S. Questões do dia-a-dia: Se durante a aplicação do primer este escorrer sobre a superfície do esmalte já condicionado, deve-se retirá-lo e como? Se isso não for feito, ele poderá prejudicar a adesividade e o selamento

da restauração? **Rev. APCD**, v.51, n.6, p.591, nov./dez 1997.

17. GARONE NETTO, N. Questões do dia-a-dia: Existe ainda espaço para o hidróxido de cálcio na clínica diária? **Rev. APCD**, v.50, n.4, p.362, jul/ago.1996.

18. GWINNETT, A. J., TAY, F. R. Early and intermediate time response of the dental pulp to an acid etch technique in vivo. **Am. J. Dent**, v.11, n. sp.issue,p.35-44, jan.1998.

19. HEITMANN, T., UNTERBRINK, G. Direct pulp capping with a dentinal adhesive resin system: A pilot study. **Quintessence Int.**, v.26, n.11, p.765-770, nov.1995.

20. HILTON, T. J. Cavity sealers, liners, and bases: Current philosophies and indications for use. **Oper. Dent.**, v.21, n.4, p.134-146, jul/aug. 1996.

21. INOKOSHI, S., IWAKU, M., FUSAYAMA,T. Pulpal response to a new adesive restorative resin. **J. Dent. Res.**, v.61, n.8, p.1014-1019, Aug.1998.

22. KITASAKO, Y., INOKOSHI, S., TAGAMI, J. Effects of direct resin pulp capping techniques on short-term response of mechanically exposed pulps. **J. Dent.**, v.24, n.4, p.257-263, 1999.

23. KOPEL, H. M.. The pulp capping procedure in primary teeth revisited. **J. Dent. Child.**, v.64, n.5, p.327-333, sep./oct. 1997.

24. LEINFELDER, K. F. Changing restorative traditions: The use of bases and liners. J. Am. Dent. Assoc., v.125, n.1, p.65-67, jan. 1994.

25. LEKSELL, E. et al. Pulp exposure after stepwise versus direct complete

excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.12, n.4, p.192-196, aug.1996.

26. MAURO, S. J. Questões do dia-a-dia: O condicionamento ácido da dentina é importante para aumentar a resistência da união dos materiais restauradores? **Rev. APCD** ,v.51, n.4, p.379-382, jul./ago.1997.

27. MORITZ, A. et al. The CO_2 laser as an aid in direct pulp capping. **J. Endod.**, v.24, n.4, p.248-251, apr.1998.

28. NEGM, M.,GRANT, A.,COMBE, E. Clinical and histologic study of human pulpal response to new cements containing calcium hydroxide. **Oral Surg.** v.50, n.5, p.462-471, nov. 1980.

29. OLIVEIRA, D. C., LIA, R. C. C., NETO, C. B. Efeito de pastas à base de hidróxido de cálcio sobre a polpa de molares de ratos, exposta experimentalmente. Estudo histológico comparativo. **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, v.17, n.½, p.43-61,1988.

30. PAMEIJER, C. H., STANLEY, H. R. The disastrous effevts of the "Total Etch" technique in vital pulp capping in primates. **Am. J. Dent.**, v.11, n.sp. issue, p.45-54, jan.1998.

31. PIMENTA, L. A. F., PAIVA O. C. Efetividade de adesivos dentinários hidrofílicos no controle da microinfiltração marginal. **Rev. APCD**, v.51, n.2, p.183-187, mar./abr. 1997.

32. PORTO NETO, S. de T. et al. Avaliação da resposta tecidual após utilização de um sistema adesivo sobre exposição pulpar. **Rev. APCD**, v.53, n.1, p.37-39,

jan./fev.1999.

33. RAM, D., HOLAN, G. Partial pulpotomy in a traumatized primary incisor with pulp exposure: case report. **Pediatr. Dent.**, v.16, n.1, p.46-48, jan./feb. 1994.

34. RIOS, L. V., BARROS, P. Capeamento pulpar. **Hiléia Médica, Belém,** v.3, n.2, p.121-125, 1981.

35. ROJAS ALCALA, E. **Proteccion pulpar en dientes permanentes jovenes**. Caracas, 1985. 23p. Monografia (Especialização em Endodontia) - Universidad Central de Venezuela.

36. SINHORETI, M. A. C. et al. Resistência ao cisalhamento da união de sistemas adesivos sobre dentina. **Rev. APCD**, v.51, n.3, mai./jun. 1997.

37. SÜBAY, R. K. et al. Human pulp response after partial pulpotomy with two calcium hydroxide products. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v.80, n.3, p.330-337, 1995.

38. TSUNEDA, T. A histopathological study of direct pulp capping with adhesive resins. **Oper. Dent.**, v.20, n.6, p.223-229, nov.dec.1995.

39. WOEHRLEN, A. E. Evaluation of techniques and materials used in pulpal therapy based on a review of the literature: part I. **J. Am. Dent. Asso.**, v.95, n.6, p.1154-1158, dec.1977.

40. YOSHIMINE, Y., MAEDA, K. et al. Histologic evaluation of tetracalcium phosphate-based cement as a direct pulp-capping agent. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v.79, n.3, p.351-358,1995.

41. YOUSSEF, M. N. et al. Estudo comparativo de quatro filosofias adesivas quanto

à penetração na dentina. **Rev. APCD**, v.52, n.3, p.236-239, mai./jun. 1999