

**FACULDADE MERIDIONAL – IMED
CENTRO DE ESTUDOS ODONTOLÓGICO MERIDIONAL - CEOM
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DENTÍSTICA**

GRAZIANE MAZUTTI

**CAPEAMENTO PULPAR DIRETO COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO-
REVISÃO DE LITERATURA**

PASSO FUNDO

2012

GRAZIANE MAZUTTI

**CAPEAMENTO PULPAR DIRETO COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO-
REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de Pós-graduação da Faculdade Meridional/IMED de Passo Fundo-RS como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Dentística.

Orientador: Prof. Ms. Cristiano Magagnin

PASSO FUNDO

2012

GRAZIANE MAZUTTI

**CAPEAMENTO PULPAR DIRETO COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO-
REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de Pós-graduação da Faculdade Meridional/IMED de Passo Fundo-RS como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Dentística.

Aprovada em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Ms. Cristiano Magagnin - Orientador

Prof. Ms. Mateus Silveira Martins Hartmann

Prof. Dra. Simone Alberton Da Silva

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Delirio e Sonia, por terem me dado a vida, amor, carinho e todo o apoio, desde a infância, para que eu sempre caminhasse para ser algo a mais na vida, *e que me deram forças para continuar, ensinaram-me muitas coisas e que uma delas foi que por mais que o caminho esteja difícil e doloroso, devo prosseguir, pois lá na frente quando esse caminho já estiver no final, olharei para trás e me sentirei vitoriosa, obrigada por sempre estarem ao meu lado me dando forças. Amo vocês*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram matérias-primas de aprendizado. Não posso deixar de agradecer aos meus pais, sem os quais não estaria aqui, e por terem me fornecido condições para me tornar a profissional e mulher que sou.

Agradeço ao professor orientador Cristiano Magnanim que teve paciência e que me ajudou bastante á concluir este trabalho, agradeço também aos professores Simone, Paula, Nelson e Janesca que durante muito tempo me ensinaram e que me mostraram o quanto estudar é bom e precioso.

Agradeço especialmente ao meu namorado e praticamente co-autor deste trabalho Alexandre Zanette que atuou ativamente, em todas as fases deste estudo, procurando artigos, traduzindo, dando conselhos “infalíveis”, também pelos elogios que só vem de quem ama e, principalmente, por se importar comigo.

Agradeço aos meus colegas Grasiela, Mirian, Micheli, Alvin, Elisa, Marcio, Carla, Monica, Ieda, Cinara e Laura pelas experiências trocadas e principalmente pelas boas conversas que tivemos.

EPÍGRAFE

"se queres paz, te prepara para a guerra"
"se não queres nada, descansa em paz"

Autor: Humberto Gessinger
Música: Hora do Mergulho
Banda: Engenheiros do Hawaii

RESUMO

A proteção pulpar direta é um assunto que vem sendo estudado durante muitos anos, e é definida como um curativo da polpa exposta clinicamente normal com ausência de sinais e sintomas da doença pulpar grave, tendo como objetivo específico facilitar a cura da polpa pelo estímulo do tecido, pelo material capeador, produzindo tecido mineralizado e fechando a área de exposição, assim evitando a microinfiltração e a penetração de bactérias. Este procedimento é um tratamento não invasivo, relativamente simples e barato, com o objetivo global de preservar o tecido pulpar saudável. Diferentes substâncias são utilizadas na proteção pulpar e o hidróxido de cálcio é uma das mais utilizadas, pois apresenta considerável biocompatibilidade com os tecidos pulpares, é antibacteriano devido ao seu pH e ainda leva a produção de dentina terciária. Portanto este estudo teve o objetivo de verificar o sucesso do capeamento pulpar direto com o hidróxido de cálcio a partir de uma revisão bibliográfica. Concluiu-se que o hidróxido de cálcio apresenta altas taxas de sucesso sendo considerado ainda o melhor material para proteção pulpar.

Palavras-chave: Capeamento da Polpa Dentária. Capeamento Pulpar. Agentes do Capeamento da Polpa Dentária e Pulpectomia. Hidróxido de Cálcio.

ABSTRACT

The direct pulp capping is a subject that has been studied for many years, and is defined as a dressing of exposed pulp clinically normal with no signs and symptoms of severe pulp, with the specific objective of facilitating healing by stimulating the pulp tissue, the capping material, producing mineralized tissue and closing the display area, thereby preventing penetration of bacteria and microleakage. This procedure is a noninvasive treatment, relatively simple and inexpensive, with the overall goal of preserving the healthy pulp tissue. Different substances are used in pulp protection, calcium hydroxide is the most widely used, because it presents considerable biocompatible with the tissue pulp is pH due to its antibacterial and also leads to production of tertiary dentin. Therefore this study aimed to verify the success of direct pulp capping with calcium hydroxide from a literature review. It was concluded that calcium hydroxide has high success rates are still considered the best material for pulp protection.

Key words: Dental pulp capping. Calcium hydroxide. Pulp capping and pulpectomy agents.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 CAPEAMENTO PULPAR DIRETO	12
3 DISCUSSÃO	36
4 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, uma mudança considerável no padrão de comportamento de saúde bucal nos países desenvolvidos industrializados tem sido observada. Como uma tendência geral, os pacientes, bem como profissionais de odontologia, são a favor da preservação dos dentes, em vez da extração. A preservação a longo prazo de uma polpa clinicamente normal durante procedimentos restauradores ou em caso de trauma é uma questão de igual preocupação, na odontologia em geral (WILLERSHAUSEN et al.; 2011).

A proteção pulpar direta é um assunto que vem sendo estudado durante muitos anos, e é definida como um curativo da polpa exposta clinicamente normal com a ausência de sinais e sintomas da doença pulpar grave, tendo como objetivo específico facilitar a cura da polpa pelo estímulo do tecido, pelo material capeador, produzindo tecido mineralizado e fechando a área de exposição, assim evitando a microinfiltração e a penetração de bactérias. Este procedimento é um tratamento não invasivo, relativamente simples, e barato, com o objetivo global de preservar o tecido pulpar saudável.

Após o emprego empírico de diferentes substâncias na proteção pulpar, chegou-se finalmente ao hidróxido de cálcio, cuja indicação perdura até os dias de hoje, pois apresenta considerável biocompatibilidade com os tecidos pulpares, é antibacteriano devido ao seu pH e ainda leva a produção de dentina terciária ainda não bem esclarecida. Contudo, alguns investigadores questionam o sucesso do capeamento pulpar direto.

Com base nessas observações se justifica a necessidade de um estudo voltado a verificar quais os efeitos benéficos e efetivos proporcionados pelo hidróxido de cálcio, sobre um tecido conjuntivo especializado, tal como a polpa, no capeamento

direto, proporcionando assim mais segurança e previsão dos resultados nos procedimentos realizados pelos cirurgiões-dentistas.

O principal objetivo da odontologia restauradora é restaurar e manter a saúde do dente, restabelecendo a função da polpa, evitando assim intervenções mais invasivas como a endodontia. Este estudo realizou uma revisão de literatura para verificar o real sucesso dos procedimentos restauradores onde a polpa foi exposta ao meio bucal e capeada com hidróxido de cálcio..

2 REVISÃO DE LITERATURA

A idéia de se proteger e manter a vitalidade pulpar não é recente. Em 1756, Phillip Pfaff capeava polpas dentais expostas recobrando-as com uma placa côncava de ouro puro e sobre esta era colocado o material restaurador (SILVA, 2003).

Segundo Fagundes et al. (2009) percebe-se dificuldades em avaliar o verdadeiro estado clínico do tecido pulpar sob lesão de cárie profunda, e fazer um diagnóstico preciso da vitalidade do dente.

Soma-se a isso a idéia de Witherspoon, 2008 que relatou que a capacidade do clínico para gerir a saúde do tecido pulpar remanescente durante o procedimento é fundamental.

Além de um diagnóstico preciso, outros fatores interferem na reparação da polpa como: idade do dente, condição periodontal, estágio de formação da raiz, tamanho da exposição pulpar, natureza da exposição (traumática, mecânica ou lesão de cárie) e contaminação microbiológica do local e são determinantes para o sucesso do capeamento pulpar (DELFINO et al., 2010).

A proteção do complexo dentina-polpa consiste na aplicação de uma ou mais camadas de material específico entre o material restaurador e o tecido dental para evitar desafio adicional para o tecido pulpar como a toxicidade dos materiais restauradores e a penetração de bactérias devido à infiltração marginal (MODENA et al., 2009).

Segundo Modena et al. (2009) os materiais que podem ser utilizados para este fim são vernizes, hidróxido de cálcio, produtos à base de cimentos de ionômero de vidro e sistemas adesivos.

De acordo com Cavalcanti (2003) há tempos o hidróxido de cálcio vem sendo utilizado como material de eleição para a realização de capeamento pulpar direto por possuir propriedades indutoras de mineralização, baixa citotoxicidade, e principalmente alcalinidade que é uma propriedade responsável por inibir crescimento bacteriano e por restaurar o pH do meio geralmente ácido pela produção de ácidos bacterianos.

Por outro lado, essa substância possui uma desvantagem biomecânica, que é a baixa resistência, além de ser altamente solúvel, o que leva a degradação de sua interface no decorrer de alguns anos após a aplicação (CAVALCANTI, 2003).

A proteção pulpar direta é um procedimento em que a polpa exposta é coberta com um material de proteção, minimizando lesões adicionais e permitindo que o tecido exposto cure. Este tratamento é indicado quando a polpa é acidentalmente exposta durante a preparação da cavidade ou por trauma e deve ser feito imediatamente, ou pelo menos, 24h após o ocorrido (QUEIROZ et al., 2005).

2.1 CAPEAMENTO PULPAR DIRETO

Leksell et al., (1996), em seu estudo avaliou a prevalência de exposição pulpar após *Stepwise* (escavação passo a passo) versus a escavação completa direta em lesões cáries profundas em 134 dentes posteriores permanentes de 116 pacientes jovens, com idades entre 6-16 anos; 126 molares e 8 pré-molares, foram selecionados aleatoriamente para escavação gradual ou direta completa de cárie. Seis pacientes com sete molares, tratados pela escavação *stepwise*, não retornaram

para consultas posteriores, restando 127 dentes para avaliação; 57 tratados por *stepwise* e 70 pela escavação completa direta. Os tratamentos foram realizados por seis odontopediatras. Os dentes posteriores foram selecionados se as radiografias revelassem lesões de cárie de tal profundidade que a exposição da polpa seria esperada se a escavação completa direta fosse escolhida. Dentes com alterações patológicas periapicais vistas nas radiografias ou com sintomas clínicos de dor persistente não foram aceitos. Quatorze dentes que apresentaram história de dor provocada e transitória, pouco antes do tratamento foram incluídos. No momento do tratamento, 76 dentes tinham raízes maduras, enquanto que em 51 dentes o desenvolvimento das raízes não estava completo. Os dentes foram selecionados aleatoriamente para qualquer procedimento do tratamento. Escavação *stepwise* implicou em remoção de maior parte do tecido cariado e aplicação de hidróxido de cálcio, seguido da vedação da cavidade com cimento de óxido de zinco e eugenol. Após um período de 8-24 semanas, o resto da dentina cariada foi removida e a cavidade selada com hidróxido de cálcio, óxido de zinco e eugenol e um material restaurador. A escavação completa direta implicou na remoção de toda a dentina cariada seguida da vedação como mencionado acima. Dos 70 dentes em que a escavação completa direta foi realizada, a polpa foi exposta em 28 (40%), enquanto que nos 57 dentes tratados por escavação *stepwise* a exposição da polpa ocorreu em 10 (17,5%). A diferença na frequência de exposições pulpare entre os dois grupos foi estatisticamente significativa ($p = 0,006$). Todos os seis operadores apresentaram menor frequência de exposição pulpar após *stepwise* que após a escavação completa direta. No grupo de dentes escavados pelo método *stepwise*, não houve diferença significativa na frequência de exposições pulpare entre os dentes tratados com hidróxido de cálcio durante 8 a 10 semanas em comparação com as tratadas por um longo tempo. Além disso, 80 dentes sem exposição pulpar, 40 em cada grupo de escavação, que puderam ser seguidos por mais de um ano ($x = 43$ meses) mostraram condições clínicas e radiográficas normais no último *check-up*. Dentes com raízes imaturas no momento do tratamento exibiram um desenvolvimento completo das raízes.

O estudo de Akimoto et al. (1998) teve como objetivo avaliar a resposta pulpar em polpas expostas e não expostas de 6 macacos *rhesus* adultos. Dentes designados

receberam cavidades Classe V ou Classe I. Sistema Clearfil Liner Bond (LB) 2 e sistema Clearfil AP-X foram comparados com Ca(OH)_2 para capeamento pulpar direto. 47 cavidades foram preparadas próximo a polpa com 300 μm ou menos. A espessura da dentina remanescente foi estabelecida com um UAB-modificado Endocater Apex Locator, este procedimento impediu a exposição pulpar acidental. Quantidades iguais de *primer* LB A e B foram misturadas e imediatamente aplicadas tanto no esmalte quanto na cavidade de dentina por 30 segundos. Jatos de ar foram aplicados onde a camada de *primer* gentilmente. As paredes da cavidade receberam uma camada uniforme, fina de adesivo Bond LB, ar foi aplicado gentilmente e fotopolimerizado por 20 segundos. Resina composta Clearfil AP-X foi colocada à margem cavo-superficial e fotopolimerizada por 40 segundos. Em 41 cavidades preparadas, exposições de três vezes o diâmetro da broca n^o 330 foram realizadas. Toda a hemorragia foi controlada com uma solução de 2,5% de NaOCl. Um algodão rolete úmido com NaOCl foi usado por 20 a 50 segundos para controlar a hemorragia. *Primer* LB A e B foram misturados com um *microbrush*. Toda a cavidade, o assoalho e a parede axial estavam cobertos com o *Primer* LB, e também sobre a polpa exposta por pelo menos 30 segundos, ar foi gentilmente direcionado para a cavidade. Todas as paredes da cavidade receberam uma camada fina e uniforme de Bond LB, onde ar foi gentilmente dispersado e fotopolimerizado por 20 segundos. O restante da cavidade foi preenchido até a margem cavo-superficial com resina AP-X e fotopolimerizada. Em 18 dentes não expostos e 27 cavidades expostas foram preparadas como descrito acima e material de Ca(OH)_2 , foi colocado no assoalho ou na parede axial sobre a exposição e amálgama foi colocado à margem cavo-superficial de acordo com as instruções do fabricante. Estes experimentos foram observados em 7, 8, 27 e 97 dias. Não houve diferenças de inflamações pulpares em espécimes Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil AP-X nem no grupo controle com Ca(OH)_2 em qualquer uma das cavidades Classe V e I em vários períodos de tempo. Os autores concluíram que os sistemas Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil AP-X não são tóxicos em nenhum tecido pulpar exposto e não exposto quando colocados de acordo com as instruções do fabricante.

Segundo um estudo realizado por Nascimento et al. (2000) que avaliou a resposta pulpar humana após capeamento pulpar com hidróxido de cálcio, e com ionômero

de vidro modificado por resina Vitrebond de 34 pré-molares humanos teve como resultado necrose de coagulação após 5 dias do capeamento com hidróxido de cálcio, mas ao longo do tempo apenas o hidróxido de cálcio permitiu a formação de ponte de dentina e reparação pulpar no local da exposição pulpar por ser menos irritante. Os autores concluíram que o ionômero de vidro modificado por resina não é um material dental apropriado para ser usado em proteção pulpar direta em polpas humanas expostas mecanicamente.

O objetivo de um estudo realizado por Ribeiro et al. (2000) em dentes decíduos de cães foi verificar a resposta pulpar a um sistema adesivo e a um cimento de hidróxido de cálcio após exposição mecânica da polpa. Para este estudo 10 dentes foram divididos em 2 grupos. O esmalte, dentina e local da exposição pulpar de cinco dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 35%, seguido da aplicação de um sistema adesivo (Scotchbond Multi-Usado - 3M). Nos outros cinco dentes, um cimento de hidróxido de cálcio (Hydro C - Dentsply) foi aplicado no local da exposição pulpar antes da aplicação do mesmo sistema adesivo. Todos os dentes foram restaurados com uma resina composta (Z-100 - 3M). Após 7, 30 e 45 dias foram extraídos os dentes e analisados. Os resultados demonstraram a presença e persistência de uma resposta inflamatória de diferentes intensidades nos três períodos experimentais e que não houve variação na resposta inflamatória pelos diferentes tratamentos propostos. Com base nos resultados deste estudo, os autores concluíram que: Grupo I, após sete dias, as espécimes tratadas com a técnica de condicionamento ácido total exibiram mais intensa e extensa resposta inflamatória do que as tratadas com hidróxido de cálcio. Grupo II, após 30 dias, nas amostras tratadas com a técnica de condicionamento ácido total, a resposta inflamatória pulpar, era ainda mais intensa e extensa do que as amostras tratadas com hidróxido de cálcio. Grupo III, após 45 dias, houve uma variação grande da reação da polpa para ambos os tratamentos realizados. Variou a partir de tecido pulpar normal para um infiltrado inflamatório persistente.

Com o intuito de avaliar e comparar a resposta de polpas de ratos capeados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVRM) ou sistema adesivo

auto-condicionante, Costa et al., (2003b) observou 54 primeiros molares superiores de 27 ratos com exposições pulpares realizadas no assoalho da cavidade, sendo seguido por aplicação de materiais resinosos como agentes de capeamento pulpar: no Grupo 1, Clearfil Liner Bond 2V (CLB 2V; Kuraray Co., Japão), Grupo 2, Vitrebond (VIT; 3M/ESPE, EUA), e grupo 3 (grupo controle), uma pasta salina de hidróxido de cálcio (CH; Labsynth, Brasil) foi utilizada. As cavidades foram restauradas com amálgama. Após 7, 30 e 60 dias, os animais foram mortos e as mandíbulas foram processadas para avaliação microscópica. Apesar da resposta inflamatória causada pelos experimentos e pelo material do grupo controle em 7 dias, a cicatrização pulpar associada à formação de barreira calcificada foi observada em 60 dias após a terapia pulpar. Ambos os materiais à base de resina promoveram uma grande zona de células ricas em deposição de matriz de fibrodentina no corno pulpar, relacionadas ao local da exposição pulpar, que foi maior no VIT (vitrebond) do que os espécimes CLB 2V. Dentina terciária debaixo da matriz de fibrodentina foi depositada por uma camada de células pulpares alongadas. O tecido remanescente pulpar apresentava características histológicas normais. No grupo controle, a cicatrização e a formação de ponte de dentina foram observadas em 30 dias. Colapso pulpar ocorreu apenas quando ocorreu a infecção bacteriana. Os autores concluíram que ambos os experimentos com agentes de capeamento pulpar bem como o grupo controle com hidróxido de cálcio permitiram uma cicatrização pulpar caracterizada por células ricas em fibrodentina e pela deposição de dentina terciária, bem como a formação de barreira calcificada.

No estudo de Cavalcanti (2003) foi avaliado o efeito citotóxico de substâncias liberadas durante a aplicação de materiais utilizados no capeamento pulpar direto sobre fibroblastos da polpa dentária humana. Utilizou-se para o experimento, meios condicionados pelas substâncias a serem testadas, divididas nos grupos a seguir: grupo I: meio de cultivo sem condicionamento; grupo II: cimento de hidróxido de cálcio; grupo III: adesivo dentinário; grupo IV: ácido ortofosfórico a 37%. O autor observou que as substâncias liberadas pelo adesivo dentinário são citotóxicas em qualquer período, diminuindo consideravelmente a viabilidade celular e afetando suas curvas de crescimento. Aquelas liberadas pelo ácido ortofosfórico a 37% provocam diminuição da viabilidade somente nos primeiros momentos do contato

com as células, enquanto as substâncias liberadas durante a presa do hidróxido de cálcio não são citotóxicas em nenhum momento.

Accorinte et al. (2005) avaliaram a resposta de polpas humanas capeadas com diferentes componentes de um sistema adesivo de 3 passos utilizando 25 pré-molares livres de cáries agendados para a extração devido a tratamento ortodôntico. Os dentes foram divididos em 5 grupos, e capeados com os seguintes materiais: Grupo 1- ácido, *primer* e adesivo foram utilizados como recomendado; Grupo 2- somente *primer* foi aplicado; Grupo 3- somente adesivo (fotopolimerizado por 10 s), Grupo 4- apenas resina composta (fotopolimerizada por 40 s) e Grupo 5- hidróxido de cálcio. Após o capeamento, todos os dentes foram restaurados com Scotchbond Multi Purpose Plus e Z-100 colocada de forma incremental. Após 60 dias, os dentes foram extraídos e processados para exame de microscopia ótica. Os resultados obtidos pelos autores foram em geral, entre os grupos 1-4 bastante semelhantes e inferiores aos do Grupo 5. Nos grupos 1-4 a resposta da polpa variou de infiltrado inflamatório celular agudo com graus variados de necrose. Os grupos 3 e 4 mostraram uma tendência a melhor resposta pulpar, uma vez que o tecido conjuntivo normal poderia ser observado em mais da metade da amostra. Todos os dentes do grupo 5 mostraram tecido conjuntivo normal abaixo de uma ponte de dentina amorfa. Portanto, os autores concluíram que componentes do adesivo (*primer* ou adesivo), bem como uma resina composta devem ser evitados para o capeamento. Hidróxido de cálcio deve ser a primeira escolha para o capeamento pulpar.

No trabalho de Queiroz et al. (2005) a biocompatibilidade do agregado de trióxido mineral (MTA) foi avaliada, após proteção pulpar direta em dentes de cães, sendo preparadas cavidades de Classe I, em 26 dentes de 3 cães adultos. Em 13 foram aplicados MTA e pasta de hidróxido de cálcio (grupo controle) nos outros 13 dentes remanescentes. Após 90 dias, os animais foram mortos, a maxila e a mandíbula foram dissecadas e os dentes foram seccionados para obtenção de raízes individualizadas. Os espécimes foram processados histologicamente. A resposta do tecido pulpar e periapical foi semelhante para o MTA e para o hidróxido de cálcio.

Em todos os espécimes havia ponte de dentina obliterando o local da exposição pulpar, camada odontoblástica íntegra, ausência de células inflamatórias, tecido pulpar normal, e ausência de alterações ósseas na região periapical. Da mesma maneira que o hidróxido de cálcio, o MTA apresentou excelente biocompatibilidade quando usado para proteção pulpar direta.

Segundo Sübay; Demirci (2005) em sua pesquisa onde investigaram a resposta do tecido pulpar humano a um agente de união dentinário, Scotchbond Multi-Purpose Plus (SMPP), em cavidades classe V expostas, utilizando dezesseis dentes pré-molares que foram mecanicamente expostos e divididos em dez polpas capeadas com SMPP e seis capeadas com hidróxido de cálcio (Dycal) obtiveram como resposta: dos 10 dentes capeados com SMPP, oito mostraram inflamação crônica moderada, um foi gravemente inflamado, e uma polpa não tinha inflamação. Nenhum dos dentes capeados com SMPP mostrou formação de ponte de dentina. Dos seis dentes capeados com Dycal, três exibiram pontes de dentina incompleta associados à ausência de inflamação leve, e três não mostraram inflamação leve, nem formação de ponte de dentina e, portanto os autores concluíram que o capeamento direto com Dycal e com vedação posterior com SMPP pode mostrar resultados favoráveis no tecido pulpar, sendo que SMPP pode causar alterações inflamatórias quando aplicado diretamente ao tecido pulpar exposto.

Um estudo de Briso et al., (2006) observou a resposta da polpa dental de cães ao capeamento pulpar com agregado trióxido mineral (MTA) e hidróxido de cálcio P.A., no qual 37 dentes foram divididos em 2 grupos de acordo com o material capeador, realizou-se exposição padronizada da polpa, proteção com os materiais capeadores testados e selamento das cavidades com cimento modificado de ionômero de vidro. Os dentes foram então restaurados com resina composta e após sessenta dias processados para análise microscópica onde se observou que o MTA apresentou maior índice de sucesso em relação ao hidróxido de cálcio, evidenciando menor ocorrência de infecção e necrose pulpar.

Accorinte et al., (2006), avaliou a influência do isolamento absoluto na resposta de polpas humanas capeadas com hidróxido de cálcio ou um sistema adesivo. Foi realizada proteção pulpar direta em 40 pré-molares humanos livres de cárie previstos para extração como parte do tratamento ortodôntico. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 8 grupos ($n = 5$) de acordo com a combinação de fatores de tratamento: agente capeador (resina adesiva ou hidróxido de cálcio), isolamento (dique de borracha ou roletes de algodão apenas), e período de avaliação (30 ou 60 dias). Cavidades classe 2 foram preparadas, e exposições pulpares foram criadas no assoalho oclusal. Após estabilização, todos os dentes foram restaurados com resina Z-100 colocada de forma incremental. Após 30 ou 60 dias, os pacientes foram questionados sobre seus sintomas, os dentes foram extraídos e cortes seriados foram avaliados. Os dados foram submetidos a um teste não paramétrico. Em geral, as características histológicas mostraram que a resposta pulpar foi pior para os grupos capeados com adesivo. Para estes, a resposta pulpar variou de necrose pulpar a infiltrado de células inflamatórias agudas, e a maioria das polpas capeadas sem isolamento absoluto mostrou severo infiltrado de células inflamatórias envolvendo a polpa coronária com abscessos crônicos. Para os grupos de hidróxido de cálcio, todos os espécimes mostraram formação de ponte de dentina, independentemente do tipo de isolamento utilizado. Portanto o autor concluiu que o hidróxido de cálcio deve ser usado como material de escolha para capeamento pulpar com ou sem isolamento absoluto. O uso de sistema adesivo em capeamento pulpar vital é contra-indicado, especialmente se o isolamento absoluto não está implementado.

O estudo de Graham et al. (2006) se propôs a desvendar os processos biológicos que sustentam a regeneração da dentina através da formação de pontes de dentina em locais de exposição pulpar após a lesão do tecido dental utilizando o hidróxido de cálcio. Para este estudo foram utilizadas amostras de dentina humana extraídas tanto com 0,02 mg Ca (OH)₂, pH 11,7 ou 10% EDTA, pH 7,2 (um controle conhecido extrator de bioativos e outro de moléculas de ECM de dentina) ao longo de um período de 14 dias. Extratos foram comparados para a proteína não colagenosa (NCP) e conteúdo de glicosaminoglicanos (GAG), utilizando corantes em ensaios de ligação e composições de proteínas foram analisadas por 1D-eletroforese em gel de

poliacrilamida (PAGE-1D) e TGF-beta1 ELISA. Notavelmente, ambos os extratos induziram perfis de expressão gênica similares em todas as linhagens celulares. Estes dados fornecem uma explicação racional para a ação do Ca (OH)₂ durante o capeamento pulpar em que as atividades celulares envolvidas na formação de ponte de dentina puderam ser mediadas através da liberação de fatores de crescimento e outras moléculas bio-ativas da dentina por Ca (OH)₂.

No estudo de Brust; Gheller, (2006) que teve como objetivo estudar o potencial indutor de reparo pulpar do complexo de extrato de calêndula e pasta de hidróxido de cálcio. Para este estudo foram realizados capeamentos pulpares em 15 primeiros molares de 8 ratos divididos em 3 grupos, constituídos de 5 dentes para cada grupo: Grupo 1 capeado com extrato de calêndula; Grupo 2 capeado com pasta de hidróxido de cálcio e Grupo 3 capeado com complexo de extrato de calêndula com hidróxido de cálcio associados em proporções de 1/1. Em todos os grupos após o capeamento foi realizada uma proteção com cimento de ionômero de vidro e condicionamento com ácido fosfórico 37%, por 30 segundos. A cavidade foi lavada durante 20 segundos e seca de forma a manter a dentina levemente umedecida. O adesivo foi aplicado e polimerizado por 30 segundos. Os dentes foram restaurados com resina composta e fotopolimerizados por 30 segundos. Após 21 dias do capeamento pulpar os animais foram sacrificados. Com ajuda de microscopia eletrônica de transmissão, foi analisada a qualidade da dentina terciária de reparo observando a presença de inclusões celulares e na polpa foram analisados os seguintes itens: presença de inflamação, necrose, calcificação difusa e dentina terciária. As análises microscópicas revelaram que as polpas dos 3 grupos estudados apresentavam capacidade reativa com formação de dentina terciária de reparo, calcificação difusa, áreas de necrose pulpar e de inflamação como resposta ao estímulo dos agentes capeadores. O complexo de extrato de calêndula com pasta de hidróxido de cálcio estimula a formação de dentina terciária de reparo em maior quantidade e com poucas inclusões celulares, bem como formação de poucas calcificações difusas e menor grau de inflamação o que indica menor agressão pulpar; portanto os resultados mostraram que o complexo de extrato de calêndula com pasta de hidróxido de cálcio foi um agente capeador mais efetivo.

Masioli et al. (2007), propuseram-se a estudar histologicamente a resposta do tecido pulpar de terceiros molares humanos hígidos, após exposição provocada e contato direto com o sistema adesivo Prime & Bond 2.1® e hidróxido de cálcio P.A. (controle). O presente estudo experimental avaliou *in vivo* nove terceiros molares superiores hígidos por meio de comparação histológica e sintomatologia clínica. Os espécimes foram selecionados de seis pacientes saudáveis, com idade entre 18 e 30 anos. Para o Grupo 1, utilizaram-se cinco dentes em que o sistema adesivo (Prime & Bond 2.1® Dentsply) foi aplicado diretamente sobre o tecido pulpar exposto, após condicionamento ácido e a cavidade restaurada com resina composta (Z250® 3M). No Grupo 2, utilizaram-se quatro dentes utilizando hidróxido de cálcio P.A., sob a forma de pó. Para forramento e restauração das cavidades, utilizaram-se, respectivamente, cimento de hidróxido de cálcio (Dycal®-Dentsply) e cimento de ionômero de vidro (GC Fuji Plus®). Antes de se iniciar o preparo da cavidade, os dentes foram radiografados, submetidos aos testes de vitalidade. Os elementos foram, então, anestesiados, seguido de isolamento absoluto com dique de borracha. Foram realizados preparos cavitários na face palatina dos dentes selecionados. As cavidades, com aproximadamente 3 mm de diâmetro, foram realizadas de modo uniforme, até que ocorresse uma pequena exposição, a qual era ampliada, regularizada e padronizada com o diâmetro da broca utilizada. Após o período experimental (105 a 125 dias), os dentes foram: a) examinados clinicamente quanto à: sensibilidade espontânea, sensibilidade provocada pelos testes térmicos, percussão vertical e horizontal; b) examinados radiograficamente antes da exodontia quanto à presença ou ausência sugestiva de barreira dentinária. Após a exodontia, o tecido pulpar adjacente às áreas das exposições foi examinado em microscópio óptico Zeiss, realizando-se uma análise descritiva de cada espécime, avaliando as alterações morfológicas, segundo protocolo específico. Nos quais os autores concluíram que:

- os dois produtos avaliados são biocompatíveis nas condições experimentais, não sendo causadores de necrose pulpar nas condições experimentais (105 a 125 dias);
- o Prime & Bond 2.1, quando utilizado como capeador, não foi capaz de formar barreira de tecido mineralizado contínuo;
- o hidróxido de cálcio foi capaz de promover barreira de tecido mineralizado. Assim, com base na pesquisa, parece que o hidróxido de cálcio proporciona melhores resultados para proteção pulpar direta, quando comparado com o Prime & Bond 2.1.

No trabalho de Qudeimat; Barrieshi-Nusair; Owais (2007) que compararam prospectivamente a taxa de sucesso clínico de pulpotomia parcial em molares permanentes utilizando hidróxido de cálcio (CH) e agregado de trióxido mineral (MTA) como agentes de curativo pulpar em 64 molares permanentes restauráveis com exposições de cárie, sendo que a idade dos pacientes variou de 6,8 a 13,3 anos, teve como resultado nenhuma diferença estatisticamente significativa na taxa de sucesso dos dentes tratados com CH (91%) em comparação com os dentes tratados com MTA (93%). Radiograficamente, uma barreira de tecido duro em CH foi notada em 12 (55%) em comparação com 18 dentes (64%) com MTA ($p = 0,4$). Os autores concluíram que o MTA tem taxa de sucesso clínico comparável ao CH como material de capeamento pulpar e para pulpotomia parcial em molares permanentes com exposições de cárie.

No estudo de Accorinte et al., (2008) que avaliaram a resposta histomorfológica de polpas dentárias humanas capeadas com agregado trióxido mineral (MTA) e cimento de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ em uma amostra de 40 pré-molares permanentes, obtiveram em todos os grupos um bom desempenho em termos de formação de ponte de tecido duro, resposta inflamatória, e outros achados pulpares. No entanto, uma menor resposta do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ em 30 dias foi observada para a formação de ponte de dentina, quando comparado com os grupos MTA em 30 dias e MTA em 60 dias. Portanto os autores concluíram que embora a cicatrização pulpar com hidróxido de cálcio foi mais lenta do que com MTA, ambos os materiais foram bem sucedidos para capeamento pulpar em dentes humanos.

O presente estudo de Kitasako; Ikeda; Tagami (2008) teve como objetivo avaliar a cicatrização pulpar a uma contaminação bacteriana abaixo de uma camada de hidróxido de cálcio (DY: Dycal) e uma resina adesiva auto-condicionante (2V: Clearfil Liner Bond 2V), após a formação de pontes de dentina. Para este estudo foram preparadas cavidades em 30 dentes de macaco que depois de serem capeadas foram restauradas com resina composta híbrida e após 180 dias as mesmas foram abertas e deixadas abertas ao meio oral por duas semanas para obterem contaminação por bactérias. Um grupo não contaminado por bactérias capeado com

DY foi utilizado como controle. Houve diferenças significativas na presença de infiltração de células inflamatórias entre todos os grupos. Nenhuma reação inflamatória moderada ou grave foi encontrada no Grupo DY sem contaminação. No Grupo de DY com contaminação (BDY) mostrou infiltração de células inflamatórias moderadas ou graves em 50%, e mostrou quatro amostras de necrose. Embora não houve diferença estatisticamente significativa, foi encontrada na formação e diferenciação das pontes de dentina entre todos os grupos, defeitos em túnel em pontes de dentina, foram detectados em 70% (DY), 80% (BDY), e 50% (B2V). O grupo (B2V) mostrou uma presença significativamente menor de infiltração de células inflamatórias do que o grupo (BDY). Portanto os autores concluíram que o agente adesivo é suposto por selar o local da exposição, e o agente adesivo restante na cavidade foi eficaz como barreira na ponte de dentina após desafios bacterianos.

Segundo Modena et al. (2009) avaliaram a citotoxicidade e biocompatibilidade dos materiais em contato com o tecido pulpar e observaram que um grande número de materiais dentários apresentava efeitos citotóxicos quando aplicados próximo ou diretamente à polpa, e o único material que parecia estimular e reparar precocemente a polpa e a dentina formando barreira de tecido duro foi o hidróxido de cálcio.

O estudo de Dammaschke et al. (2010a) teve como objetivo avaliar a proliferação de células pulpares nos dias 1, 3, e 7 após a proteção pulpar direta com MTA ProRoot (MTA) e comparar os resultados com hidróxido de cálcio Ca (OH) 2. Foram preparadas cavidades em 36 dentes molares de 18 ratos Wistar. Então MTA ou Ca(OH)₂ foi colocado sobre a polpa exposta. Todas as cavidades foram restauradas com compósito. Depois de 1, 3 e 7 dias, os animais foram mortos. Uma hora antes da escarificação 5-bromo-2'-deoxiuridina (BrdU) foi injetado na cavidade intraperitoneal para análise imunohistológica. BrdU foi incorporada ao núcleo da célula durante a fase S do ciclo celular. Células em proliferação foram marcadas e contadas usando fosfatase alcalina e fosfatase anti-alcalina coloração de anticorpos. Três animais (6 dentes molares) serviram como controle e não foram mais tratados.

O número de células guias foi analisado estatisticamente, comparando os resultados dos três grupos. A correção de Bonferroni foi realizada, porque os dados do grupo do Ca(OH)_2 foram usados 3 vezes para a comparação de pares. Os resultados obtidos mostraram que as células marcadas foram identificadas como fibroblastos, células endoteliais (após 1, 3 e 7 dias), e células Hohl (após 7 dias). O grupo MTA mostrou uma quantidade similar de células Hohl quando comparado com o grupo Ca(OH)_2 ($P > 0,05$). Um e 7 dias após capeamento, não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos testados e o controle ($P > 0,05$). Após 3 dias, as células foram coradas significativamente mais nos grupos MTA e Ca(OH)_2 do que no grupo controle ($P < 0,016$). Através dos resultados da análise imunohistológica os autores concluíram que o MTA apresentou resultados semelhantes quando comparados com Ca(OH)_2 na primeira semana após capeamento pulpar direto.

Segundo Mente et al. (2010), investigaram os resultados de tratamento dos dentes após capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio e MTA, utilizando 149 pacientes tratados entre 2001 e 2006 que receberam o tratamento de capeamento pulpar direto em 167 dentes e preencheram os critérios de inclusão. O tratamento supervisionado foi realizado por estudantes de graduação (72%) e dentistas (28%). Avaliação dos resultados clínicos e radiográficos foi realizada por examinadores calibrados 12-80 meses após o tratamento. Cento e oito pacientes (122 dentes tratados) estavam disponíveis para o acompanhamento (72,5% taxa de reconsultas). Um resultado positivo foi registrado por 78% dos dentes (54 de 69) no grupo MTA e para 60% dos dentes (32 de 53) no grupo de hidróxido de cálcio. A análise univariada mostrou uma diferença significativa na taxa de sucesso. Quando fatores de confusão são estabilizados (análise univariada) a análise múltipla mostrou que os dentes que foram permanentemente restaurados $>$ ou $=$ 2 dias após estabilização, tinham um prognóstico significativamente pior em ambos os grupos (OR, 0,24; 95% CI, 0,09-0,66, $P = 0,01$). O que levou o autor a concluir que MTA parece ser mais eficaz do que o hidróxido de cálcio para manter a longo prazo a vitalidade pulpar após proteção pulpar direta. A restauração imediata e definitiva dos dentes após proteção pulpar direta deve sempre ser orientada.

Dickens (2010), comparou a eficácia de um RCPC experimental (resina com base em cimento de fosfato de cálcio com propriedades adesivas superiores) e VLCCH (hidróxido de cálcio modificado por resina fotoativada) para induzir dentinogênese reparadora e prevenir a polpa de microinfiltração bacteriana no capeamento pulpar de dentes de cães e furões. Foram utilizados três cães e seis furões. O RCPC foi colocado em contato com as polpas expostas saudáveis de dentes de cães e em um estudo de acompanhamento sobre as polpas saudáveis ou inflamadas de dentes de furão. Os dentes de furão com polpas inflamadas tiveram pulpíte reversível induzida com lipopolissacarídeos *Salmonella typhimurium*. Após proteção pulpar direta com RCPC ou VLCCH, as restaurações foram feitas com uma resina composta. As respostas da polpa e da reparação de dentina foram avaliadas histologicamente em dentes de cães após 7, 28 ou 90 dias e nos dentes furão após 45 dias. A maioria das polpas saudáveis capeadas com RCPC e 75% dos dentes de furões com polpas inflamadas capeadas com RCPC tiveram cura e reparação, enquanto que os dentes capeados com VLCCH tiveram cura e reparação mínima da dentina. Ao qual concluiu que a proteção pulpar direta dos dentes de furão e cão com RCPC foi associada com a cura superior em comparação com VLCCH.

Dammaschke et al. (2010b), comparou a reação do tecido pulpar de ratos tratados com MTA com o tecido pulpar de ratos tratados com hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 , na proteção pulpar direta após 1 a 70 dias. Setenta e dois primeiros molares maxilares direitos e esquerdos livres de cárie de 36 ratos Wistar foram preparados com uma cavidade oclusal. As câmaras pulpares foram perfuradas com uma sonda afiada. Para cada um dos quatro períodos de tempo, MTA foi colocado sobre a polpa exposta de 10 molares de acordo com as instruções do fabricante, e Ca(OH)_2 foi colocado em 8 molares. Todas as cavidades foram então preenchidas com adesivo dentinário e resina *flow*. Os animais foram sacrificados 1, 3, 7 e 70 dias após capeamento pulpar. As polpas foram analisadas histologicamente (luz e microscopia de transmissão eletrônica) para infecção bacteriana, células inflamatórias, necrose, e dentina reparadora, sendo classificadas de acordo com a ocorrência dos resultados de 1-4. Para garantir que as restaurações coronais não vazassem, cavidades oclusais foram preparadas em quatro molares superiores de um rato. A cavidade coronal foi selada com resina. Após 70 dias, os ratos foram mortos, e os

molares foram imersos em fucsina nova. Os dados foram estatisticamente avaliados com o teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). O grupo MTA mostrou estatisticamente sinais significativamente menores de necrose após 1 e 3 dias do capeamento pulpar, quando comparado com o grupo $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ($P < 0,05$). Nenhuma outra diferença estatisticamente significativa foi encontrada ($P > 0,05$). Após 70 dias, todas as polpas exibiram um tecido saudável. No teste de infiltração nenhum espécime revelou qualquer penetração do corante. Os autores concluíram que o MTA mostrou resultados igualmente bons como $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e pode ser recomendado clinicamente para proteção pulpar direta.

O estudo de Mickenautsch, Yengopal, Banerjee em 2010, determinou quantitativamente, com uma revisão sistemática, se a resposta pulpar de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) difere do hidróxido de cálcio quando utilizado em cavidades profundas. Cinco banco de dados foram pesquisados com estudos de maio de 2009 até 2010. O critério de inclusão dos estudos foi: resumos/títulos relevantes, publicados em inglês; experimentos longitudinais in vivo que continham dados comparando grupos testes com grupos controle. Os critérios de exclusão foram: estudos em que pacientes foram perdidos durante o período do experimento; pacientes dos grupos teste e controle não foram acompanhados da mesma maneira; estudos em tecidos animais. Um experimento clínico randomizado e cinco não-randomizados apresentaram 1 e 17 conjuntos de dados, respectivamente, sendo aceitos. Para os estudos não-randomizados o Risco Relativo com Intervalo de Confiança de 95% mostrou 13 conjuntos de dados sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) e 4 conjuntos de dados com diferença estatisticamente significativa entre os materiais. A metanálise dos conjuntos de dados dos experimentos não encontrou diferença entre a resposta celular inflamatória após 30 dias; 38% menos células inflamatórias quando foi utilizado o hidróxido de cálcio após 60 dias; maior número de odontoblastos intactos abaixo das cavidades restauradas com espessura de dentina remanescente menor que 0,05 mm após 381 dias quando utilizado o hidróxido de cálcio. O estudo concluiu não haver dados suficientes para afirmar que um material é superior ao outro, pois os estudos utilizados nessa revisão sistemática apresentam validade

limitada assim como alto risco de viés. Os autores concluíram também que estudos clínicos randomizados de alta qualidade são necessários.

O estudo de Hasheminia et al. (2010), tiveram como objetivo avaliar histologicamente o resultado da proteção pulpar direta por meio de três métodos. Trinta e seis dentes caninos de nove gatos foram selecionados para este experimento. Depois dos gatos serem anestesiados, os dentes foram expostos sob condição estéril. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos. No grupo I, a polpa exposta foi capeada com agregado de trióxido mineral (MTA) sozinho. No grupo II, a polpa, depois de ser tratada com érbio: ítrio-alumínio-granada (YAG Er.) laser (energia= 200 mJ, duração do impulso = 700 μ s, a taxa de repetição = 3 Hz, tempo de exposição = 15 s, sem ar, sem água, feixe de diâmetro = 0,6 mm), foi capeada com MTA. No grupo III, a polpa foi tratada com laser e capeada com hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 . Todas as cavidades foram preenchidas com amálgama após capeamento pulpar direto. Após 4 meses, os animais foram mortos e secções de bloco foram preparadas. Os espécimes foram avaliados histologicamente. Os dados foram analisados pelo teste de Mann-Whitney e Qui quadrado. Barreira dentinária havia se formado em todos os grupos. O grupo do laser + MTA mostrou pouca superioridade para os outros grupos na formação de barreira dentinária e intensidade das respostas inflamatórias e alterações dos tecidos moles, especialmente de necrose, mas estas diferenças não foram estatisticamente significativas ($P > 0,05$). Os autores concluíram que o laser + MTA produziu melhor cicatrização. De acordo com as condições deste estudo, laser de Er: YAG pode ser usado em tratamento de proteção pulpar direta em combinação com ambos os materiais comuns.

Dammaschke et al. (2010c), investigaram as reações do tecido pulpar, quando em contato com adesivo dentinário Resulcin AquaPrime + Monobond (RAPMB, Merz Dental), Scotchbond 1 (SB1, a 3M ESPE), e Gluma Comfort Bond (GCB, Heraeus Kulzer) em comparação com hidróxido de cálcio após 1 a 70 dias. Uma cavidade oclusal foi preparada em 152 molares de 76 ratos Wistar. As polpas foram expostas e adesivos dentinários foram colocados no tecido pulpar de 10 molares para cada

grupo de adesivo dentinário e período de tempo. Oito molares serviram como controle e foram capeados com hidróxido de cálcio. Todas as cavidades foram restauradas com resina composta. Os animais foram sacrificados 1, 3, 7 e 70 dias após capeamento pulpar. O tecido pulpar foi histologicamente avaliado para os seguintes critérios: infecção bacteriana, células inflamatórias, necrose e dentina reparadora. Os dados foram avaliados estatisticamente utilizando o teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). Em geral, significativamente mais infecções bacterianas foram detectadas 1, 3, 7 e 70 dias após capeamento pulpar com adesivo dentinário ($P < 0,05$). Em todos os grupos com adesivo dentinário, um dia após o capeamento pulpar direto, significativamente mais células inflamatórias foram encontradas, enquanto que após 7 dias, isso ocorreu apenas no caso do grupo SB1 ($P < 0,05$). Após 70 dias, o capeamento com hidróxido de cálcio resultou em significativamente menos necrose do que com RAPMB e SB1 ($P < 0,05$). Em relação à necrose, SB1 apresentou os piores resultados: necrose pulpar ocorreu significativamente mais freqüentemente do que com hidróxido de cálcio e GCB ($P < 0,05$). Após a aplicação de hidróxido de cálcio, ocorreu significativamente mais formação de dentina reparadora ($P < 0,05$). Os autores concluíram que o capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio parece produzir resultados notavelmente melhores do que com o adesivo dentinário.

No trabalho de Bjørndal et al., (2010), um estudo de escavação de cárie foi conduzido em um centro randomizado, cego, multicêntrico, com dois grupos paralelos, comparando o efeito de escavação *stepwise* (por etapas) versus escavação completa. Foram testados os efeitos de escavação *stepwise* contra escavação completa direta, 1 ano após o procedimento ter sido realizado em 314 adultos (a partir de seis centros), que receberam tratamento de um dente com cárie profunda. Os dentes tinham lesões de cárie envolvendo 75% ou mais da dentina e foram randomizados centralmente para *stepwise* ou escavação completa direta. Escavação *stepwise* resultou em menos exposições pulpares, comparado com a escavação completa direta [diferença: 11,4%, intervalo de confiança de 95% (IC) (1,2, 21,3)]. Em 1 ano de acompanhamento houve uma taxa de sucesso significativamente maior com a escavação *stepwise*, com o sucesso que está sendo definido como uma polpa não exposta sustentada sem radiolucidez apical (diferença:

11,7%, IC 95% (0,5, 22,5). Em outro grupo paralelo a este estudo, 58 pacientes com polpas expostas foram randomizados para receber capeamento pulpar direto ou pulpotomia parcial. A polpa exposta foi irrigada com uma solução salina estéril para hemostasia seguindo (dentro de 5 min), cimento de hidróxido de cálcio foi aplicado (Dycal). O cimento foi coberto com uma restauração provisória (Ketac Molar). Após um mês a cavidade foi restaurada com Optibond Solo Plus (KerrHawe) e XRV Herculite (KerrHawe). No procedimento da restauração final de uma fina camada da restauração provisória ficou cobrindo a area de exposição do capeamento pulpar assegurando que o ambiente oral não contaminasse o local da exposição. Os procedimentos e materiais utilizados para a pulpotomia parcial eram idênticos aos do capeamento da polpa direta, exceto que o grupo do capeamento de 1-1,5 mm do tecido da polpa (13) foi removido usando uma broca diamantada de alta velocidade com refrigeração de pulverização. Os autores não encontraram nenhuma diferença significativa na vitalidade pulpar, sem radiolucidez apical entre os dois procedimentos de capeamento depois de mais de 1 ano [31,8% e 34,5%]. Em conclusão, escavação *stepwise* diminui o risco de exposição pulpar comparado com a escavação completa direta. A escavação *stepwise* para a gestão de lesões profundas de cárie é recomendada.

Segundo estudo de Guven et al., (2011), que teve como objetivo avaliar os efeitos do derivado da matriz do esmalte (EMD), agregado trióxido mineral (MTA) e cimento contendo hidróxido de cálcio (Dycal), sobre a proliferação e diferenciação odontogênica de células-tronco germinativas do dente humano (hTGSCs) em que células pertencentes a ambos os tecidos pulpares e folículo dental existam. Os métodos utilizados para este estudo foram placas de 96 poços, placas de 24 poços, e slides de câmaras especiais que foram revestidas com os biomateriais para a proliferação celular, diferenciação e análise de microscopia eletrônica de varredura. Diferenciação odontogênica de hTGSCs foi avaliada através da análise de expressão de RNAm da dentina sialofosfoproteína (DSPP), por análise de expressão de reação em cadeia de polimerase em tempo-real, a medição da atividade da fosfatase alcalina, e visualização de deposições de cálcio por coloração von Kossa. Os resultados demonstram que EMD é o melhor material em termos de indução de diferenciação e proliferação de hTGSCs. Dycal apresentou ser tóxico para hTGSCs,

no entanto, Dycal revestido por EMD apresentou menor toxicidade. MTA revestido por EMD não foi eficiente na indução da proliferação e diferenciação. A partir destes resultados os autores concluíram que os materiais de capeamento pulpar entram em contato direto com as células da polpa dentária; assim, eles exigem uma avaliação abrangente das interações entre células e biomateriais. Assim os autores sugerem que a combinação de materiais de capeamento com EMD aumentaria a qualidade do capeamento por aumento da biocompatibilidade dos materiais capeadores.

Em estudo recente de Al-Hezaimi (2011), avaliou as respostas de polpas dentais de babuínos após a aplicação de três materiais de capeamento pulpar. Para isso 30 pré-molares de quatro babuínos de 3 anos de idade foram aleatoriamente designados 3 materiais de capeamento pulpar. Um projeto de boca dividida foi usado, e randomização intra-animal onde em cada lado foi aplicado aos três materiais experimentais (hidróxido de cálcio, ProRoot agregado de trióxido mineral branco, cimento Portland branco) e o grupo controle (sem material de capeamento pulpar). Os animais foram divididos em 4 grupos (n = 8 dentes / material de capeamento pulpar). Os animais foram mortos após 4 meses. Análise histomorfométrica e micro-tomografia computadorizada foram realizadas sobre as amostras recuperadas. Os resultados mostram que polpas capeadas com ProRoot agregado de trióxido mineral branco e cimento Portland branco exibiram uma reparação mais espessa de deposição de tecido duro sobre as polpas expostas quando comparadas com aquelas que foram capeadas com hidróxido de cálcio ($P < 0,007$), mas eles não foram significativamente diferentes entre si ($P > 0,05$). Dentina reparadora não tubular poderia ser identificada a partir de qualquer dos espécimes. Defeitos do tipo túnel de dentina eram evidentes em todos os grupos. Não houve formação de tecido duro reparador no grupo controle negativo chegando às seguintes conclusões que a formação de tecido duro de reparação em polpas capeadas com materiais a base de cimento Portland diferem apenas na quantidade (espessura), mas não na qualidade daqueles que se formaram após a proteção pulpar direta com hidróxido de cálcio. Parece que outros fatores de crescimento e aumento da regulação dos fatores de transcrição são necessários além daqueles seqüestrados através da aplicação de materiais de capeamentos alcalinos para as células-tronco de polpas dentais de se comprometer com a linhagem odontoblástica.

Willershausen et al.,(2011), em recente estudo avaliaram a taxa de sucesso de um agente de capeamento direto a base de hidróxido de cálcio em dentes permanentes. Um total de 1.075 dentes permanentes foram tratados neste estudo. Todos os pacientes receberam proteção pulpar direta com agente à base de hidróxido de cálcio. Critérios de inclusão foram: dentes com polpas saudáveis, polpas com sinais de pulpíte reversível, e um teto da câmara pulpar com abertura menor do que 2 mm². Depois do capeamento direto, todos os dentes foram restaurados por definitivo com amálgama, compósito, cimento de ionômero de vidro, ou outros materiais dentários. Os dentes foram observados até 9 anos, com uma primeira visita depois de três meses, seguidos por uma consulta de rotina anual. A taxa de sucesso do capeamento direto foi de 80,1% após 1 ano, 68,0% após 5 anos, e 58,7% após 9 anos. Diferenças substanciais foram encontradas quanto ao número de superfícies dentárias afetadas pelo evento causal (P = 0, 0005). As restaurações definitivas subseqüentes também influenciaram significativamente a taxa de sobrevivência (P = 0, 0035). O autor conclui que a proteção pulpar direta com hidróxido de cálcio é uma terapia bem sucedida quando as respectivas indicações e materiais restauradores são empregados.

Fransson; Petersson; Davies (2011) caracterizaram o tecido duro formado em dentes humanos experimentalmente capeados com hidróxido de cálcio ou com Emdogain ® Gel (Biora AB, Malmö, Suécia) - um derivado da matriz de esmalte (EMD), usando dois marcadores para dentina; sialoproteína dentina (DSP) e 1 tipo de colágeno (Col I). Para isso usou anti-Col I e anti-DSP anticorpos policlonais purificados de coelho para corar cortes histológicos a partir de nove pares contra-laterais de pré-molares que foram amputadas as polpas e, aleatoriamente, capeadas com EMDgel ou hidróxido de cálcio. Doze semanas depois que os dentes foram capeados, foram extraídos, fixados, desmineralizados e seccionados antes da coloração imuno-histoquímica. No hidróxido de cálcio com os dentes tratados DSP foi visto novo tecido duro que formou uma ponte. DSP também foi visto no tecido recém-formado duro nos dentes tratados com EMDgel. Proliferação de tecido pulpar parcialmente em todo o espaço inicialmente ocupado por EMDgel e DSP-corado,

tecido duro foi observado em superfícies expostas ao lado da dentina, bem como em massas isoladas dentro do tecido pulpar, embora o novo tecido rígido não cobrisse a exposição pulpar. Coloração DSP também foi vista nas células que revestem o tecido duro em ambos os grupos. Col I coloração foi vista no tecido recém-formado rígido em ambos os grupos. Os autores concluíram que o novo tecido duro formado após capeamento pulpar com EMDgel ou hidróxido de cálcio continha DSP e Col I, considerados como marcadores para a dentina. Assim, o tecido recém-formado rígido pode ser caracterizado como da dentina ao invés de tecido duro inespecíficos.

As primeiras células imunes que chegam a polpa danificada são os neutrófilos que desempenham um papel importante na liberação de citocinas e na fagocitose, a liberação de citocinas inflamatórias, tais como IL-1 β e IL-8, por neutrófilos durante o processo inflamatório é importante para a reparação de tecidos. Através disso Cavalcanti et al. (2011), analisaram o efeito de diferentes materiais de capeamento pulpar sobre a secreção de interleucina-1 beta (IL-1 β) e interleucina-8 (IL-8) por migração de neutrófilos humanos. Os neutrófilos foram obtidos a partir do sangue de três doadores saudáveis. Os grupos experimentais foram hidróxido de cálcio Ca(OH)₂, um sistema adesivo (Single Bond), e agregado trióxido mineral (MTA). Células não tratadas foram utilizadas como controle. Câmaras Transwell foram utilizadas na realização dos ensaios para imitar um situação *in vivo* de quimiotaxia de neutrófilos. Os materiais de capeamento pulpares foram colocados na câmara inferior e os neutrófilos humanos, na câmara superior. O grupo tratado com o MTA apresentou uma significativamente maior produção de IL-1 β do que o controle (13-vezes, $p < 0,01$), os grupos Single Bond e o Ca(OH)₂ (5,9 vezes, $p < 0,01$). Não houve diferenças significativas na quantidade de IL-1 β produzido por todos os outros grupos experimentais ($p > 0,05$). A produção de IL-8 foi significativamente maior em todos os grupos, quando comparada com a do grupo controle ($p < 0,001$). O Ca (OH)₂ induziu a produção de uma quantidade de IL-8 semelhante ao dos outros materiais testados ($p > 0,05$). O sistema adesivo induziu uma maior produção de IL-8 do que o MTA (1,2 vezes, $p < 0,01$). A secreção de IL-8 foi significativamente maior em todos os grupos em comparação ao grupo controle ($p < 0,05$). O grupo do sistema adesivo apresentou maior IL-8 do que o grupo MTA ($p < 0,05$). A secreção de IL- 1 β foi significativamente maior apenas no grupo MTA ($p < 0,001$). Estes

resultados combinados com todas as outras vantagens biológicas do MTA indicam que poderia ser considerado o material de escolha para capeamento da polpa dentária.

Bogovic et al. (2011), investigaram os efeitos e a eficiência das preparações de capeamento pulpar à base de ácido hialurônico, hidróxido de cálcio, e adesivo dentinário sobre o tecido pulpar de ratos Sprague-Dawley. O estudo foi realizado sobre as células isoladas de dois machos e duas fêmeas adultos Sprague-Dawley. Os animais foram submetidos a eutanásia com CO₂. Os dentes incisivos foram extraídos e imediatamente imersos em água fria (3 ° C a 5 ° C) tampão contendo 140 mmol L⁻¹ NaCl, 3 mmol L⁻¹ KCl, 1 mmol L⁻¹ CaCl₂, 1 mmol L⁻¹, e 10 mmol L⁻¹ HEPES, cujo pH era de 7,3-7,4 (ajustado com NaOH). A coroa foi cortada transversalmente através da polpa. As fatias foram colocadas num meio de cultura RPMI 1640 células suplementado com soro de vitela fetal a 10%. Durante 14 dias, o cultivo das culturas foram tratadas com preparações que continham ácido hialurônico, hidróxido de cálcio (ApexCal ®), adesivo dentinário (Excite ®) e um grupo controle. Celularidade e a viabilidade de fibroblastos e odontoblastos foi analisada utilizando um hemocítmetro. O ácido hialurônico provou ser mais eficiente e o menos tóxico para proteção pulpar direta. Mesmo que o hidróxido de cálcio e o adesivo dentinário demonstraram um grau mais elevado de citotoxicidade, os seus efeitos foram ainda aceitáveis em termos de biocompatibilidade.

No estudo de Suzuki et al. (2011) examinaram os efeitos do tratamento pulpar direto usando super-pulsado CO₂ pré irradiação com laser no processo de cicatrização da polpa de ratos expostos nos dias 1, 3, 7, 14 e 28 pós-operatórios. O grupo 1 foi irradiado com um laser de CO₂ e diretamente capeado com um sistema adesivo autoadesivo. O laser foi operado no modo de super-pulso (duração do pulso, 200 dB; intervalo, 5800 dB; J 0003 / pulso). As condições de irradiação foram uma potência de saída de 0,5 W, um tempo de irradiação de 3 s, e modo de repetição (10 ms de irradiação a 10-ms intervalos para um tempo total de exposição do feixe de 1,5 s), diâmetro do feixe desfocado de 0,74 mm (aproximadamente 20 mm da superfície exposta da polpa), densidade de energia de 0698 J / cm, por impulso, a

energia aplicada total de 0,75 J, e um sistema de resfriamento de ar ativado. Grupo 2 foi capeado com o sistema adesivo autocondicionante. Grupo 3 foi capeado com hidróxido de cálcio comercialmente disponível, e o sistema adesivo auto condicionante foi aplicado à cavidade. Os parâmetros avaliados foram: a desorganização do tecido pulpar, infiltração de células inflamatórias, formação de dentina reparativa e penetração bacteriana. Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o Teste de Kruskal-Wallis para diferenças entre os grupos em cada período de observação ($P < 0,05$). Não houve diferenças significativas entre os grupos experimentais em todos os parâmetros em qualquer período pós-operatório ($P > 0,05$). CO_2 irradiação laser foi eficaz na detenção de uma hemorragia, mas mostraram uma tendência de adiar a formação de dentina reparativa comparado com a aplicação de hidróxido de cálcio.

Mass, Zilberman (2011), em seu estudo tiveram o objetivo de determinar o valor da análise da aparência pulpar e periapical de molares permanentes após longo período de acompanhamento. Com base em determinados critérios radiológicos, radiografias periapicais de 49 molares permanentes jovens de 31 fêmeas e 13 machos, com idade entre 6,9 a 17,7 anos, tratados com pulpotomia parcial foram avaliados e comparados com seus antímeros. O local exposto foi penetrado utilizando uma broca de carboneto de tungstênio estéril #330 para uma profundidade de 2 mm para remover o tecido de polpa mais afetado. O local foi enxaguado durante 2 a 3 minutos usando solução salina normal até que o sangramento parou. A ferida foi temperada com uma pasta de hidróxido de cálcio, preparado no local a partir de pó de hidróxido de cálcio e solução salina estéril. Este foi coberto por reforçado de pasta ZnOEu (IRM) ou cimento de ionômero de vidro (Vitrebond, 3M ESPE). A restauração final foi realizada imediatamente e incluiu amálgama em 33 dentes (67,4%), composto em três dentes (6,1%), e coroas de aço em 13 dentes (26,5%). Radiografias periapicais pós operatórias dos dentes e seus antímeros foram realizadas para acompanhamento e avaliação. Acompanhamento radiográfico foi tomado a cada 6 meses no primeiro ano e a cada 12 meses depois, além de avaliações clínicas durante exames de rotina nas rechamadas. O tempo de seguimento variou de 7 a 154 meses (média de 49 meses). A taxa de sucesso foi considerada 93,9% (46 de 49 dentes). Três dentes tiveram pulpíte crônica com

exacerbação periapical. Em 14 (30,4%) dos 46 dentes, a aparência radiográfica normal da polpa foi encontrada, e em 2 (4,3%), calcificações pulpares foram semelhantes ao seu dente antímero. Pontes dentinárias foram observadas por baixo do local da pulpotomia parcial em 27 molares (58,7%), enquanto radiopacidades nos cornos pulpares tratados com pulpotomia de 5 dentes (10,9%) sugeriram o desenvolvimento de calcificações obstrutivas. Aumento de calcificações da polpa foram observadas em 13 molares (28,3%), em comparação com os seus antímeros. Seis dos 46 molares com desenvolvimento radicular imaturo concluído, apexogenesis completo. Nenhuma patologia periapical, obliteração pulpar total, ou reabsorção foram observadas, o qual os autores concluíram que a longo prazo a interpretação radiológica da polpa após pulpotomia parcial em jovens molares permanentes suporta a impressão clínica que é um tratamento garantido em casos bem escolhidos.

3 DISCUSSÃO

O principal objetivo do capeamento pulpar é manter a integridade e a vitalidade da polpa após exposição por cárie ou trauma, com a utilização de um material adequado para a proteção pulpar. O hidróxido de cálcio é certamente um dos materiais odontológicos mais estudados e é classicamente utilizado como padrão-ouro em testes de biocompatibilidade, devido ao seu efeito direto ou indireto na reparação da polpa exposta (MODENA et al. 2009).

Segundo artigo de revisão de Modena et al., 2009, sabe-se que o mecanismo de reparo da polpa com hidróxido de cálcio como capeamento pulpar direto ainda não é bem compreendido. No entanto, foi relatado que o pH alcalino elevado de soluções de hidróxido de cálcio podem solubilizar e liberar algumas proteínas e fatores de crescimento de dentina. Esses eventos podem ser responsáveis pelo reparo da polpa e pela formação de barreira de tecido duro.

Apesar do longo tempo do uso de hidróxido de cálcio no tratamento da polpa e da apresentação de altas taxas de sucesso, alguns autores evidenciam que o mesmo não possui as melhores propriedades, pois não apresenta adesão à dentina, não tem a capacidade de selar e ainda pode formar defeitos tipo túnel nas pontes dentinárias que podem atuar como caminhos para a microinfiltração (MODENA et al. 2009).

No entanto o estudo de Accorinte et al. 2006, revelou que na ausência de isolamento absoluto, onde provavelmente ocorreu a contaminação bacteriana, o hidróxido de cálcio ainda era capaz de estimular a formação de ponte de dentina e dentina reparadora, demonstrando que mais importante do que o selamento contra as bactérias é a capacidade do agente capeador de induzir a cura pulpar.

No entanto vários estudos *in vivo* têm enfatizado que a resposta do complexo pulpo-dentinário não depende do material odontológico aplicado à dentina ou polpa, mas sobre a ausência de microinfiltração. Por outro lado, investigações *in vitro* continuam a demonstrar os efeitos citotóxicos de materiais odontológicos e seus componentes. Segundo Nascimento et al. 2000, estes resultados controversos têm sido relatados quando ensaios *in vitro* e *in vivo*, são utilizados para avaliar materiais dentários. Alguma confusão também pode ocorrer quando os resultados obtidos a partir de

estudos realizados em dentes de animais são comparados com dentes humanos. Com base na diferença entre os achados histológicos relatados em dentes de humanos e animais, pode-se sugerir que os resultados de estudos *in vivo* realizados em dentes de animais não podem ser diretamente extrapolados para a situação humana (COSTA et al. 2003b).

Costa et al. 2000a relatou que até mesmo os resultados de estudos *in vivo* realizados para avaliar a biocompatibilidade de materiais odontológicos aplicados a exposições da polpa realizada em dentes humanos sadios não podem ser extrapolados para condições clínicas, especialmente quando os dentes exibem exposições pulpares causadas pela cárie, processo no qual o nível de inflamação é muito maior e mais difícil de prever a avaliação clínica da terapia da polpa.

O sucesso de uma proteção pulpar direta é controversamente discutido na literatura, devido a múltiplas causas que podem levar a exposição pulpar e além do mais o potencial de cura após o tratamento da polpa depende de vários fatores como a idade do paciente, localização do dente no arco, o *status* pulpar, a prevenção da contaminação bacteriana durante o ato operatório, o tamanho da exposição, a qualidade de vedação do agente curativo, a restauração final, a eficácia da estratégia de tratamento e o tempo de acompanhamento (WILLERSHAUSEN et al., 2011).

Um dos indicadores de sucesso do capeamento pulpar direto é a formação de pontes de dentina, ausência de inflamação e patologia periapical detectável, mas segundo Accorinte et al. 2005, no pós-operatório sintomas podem estar ausentes apesar das diversas reações inflamatórias.

Apartir da análise da presente revisão de literatura, verificou-se que alguns estudos demonstraram que o hidróxido de cálcio permitiu uma cicatrização pulpar caracterizada por células ricas em fibrodentina e pela deposição de dentina terciária, bem como a formação de barreira calcificada, portanto produzindo resultados favoráveis, sendo considerado o material de escolha na proteção pulpar direta (CAVALCANTI, 2003; COSTA et al., 2003; ACCORINTE et al., 2005; SUBAY e DEMERCI, 2005; BRUST E GHELLER, 2006; ACCORINTE et al., 2006; MODENA et al., 2009; KIATWATEERATANA et al., 2009; DAMMASCHKE et al., 2010; WILLERSHAUSEN et al., 2011).

Outros estudos mostraram que da mesma maneira que o hidróxido de cálcio, o MTA apresentou excelente biocompatibilidade quando usado para proteção pulpar direta (QUEIROZ et al., 2005; PERCINOTO, DE CASTRO E PINTO, 2006; QUDEIMAT, BARRIESHI-NUSAIR, OWAIS, 2007; ACCORINTE et al., 2008; DAMMASCHKE et al., 2010; DAMMASCHKE et al., 2010).

Somando-se a estes resultados, outros estudos chegaram a conclusão que o MTA poderia ser indicado como material de escolha para capeamento pulpar direto, sendo mais eficaz que o próprio Ca(OH)_2 (MICKENAUTSCH, YENGOPAL E BANERJEE, 2010; MENTE et al., 2010; CAVALCANTI et al., 2011).

Portanto o hidróxido de cálcio e o MTA foram os materiais que mais induziram a formação de ponte dentinária, porém o MTA apresenta características de manipulação difíceis e seus resultados de pesquisa estão relacionados a curtos períodos de tempo. O hidróxido de cálcio tem um baixo custo, é facilmente encontrado e vem apresentando excelentes resultados clínicos, radiográficos e histopatológicos nos últimos 80 anos.

4 CONCLUSÃO

Após a presente revisão de literatura foi possível concluir que:

- ❖ O Ca(OH)_2 possui capacidade de induzir a formação de barreira calcificada apresentando níveis mais baixos de inflamação e necrose estimulando a cura da polpa se comparado aos sistemas adesivos, CIV, compósitos e vernizes cavitários;
- ❖ Materiais recém desenvolvidos como MTA tem mostrado taxas de sucesso comparáveis com o Ca(OH)_2 , porém mais pesquisas clínicas são necessárias antes de usá-lo como um material alternativo para o capeamento pulpar;
- ❖ O Ca(OH)_2 ainda é o melhor material para proteção pulpar direta.

REFERÊNCIAS

- ACCORINTE, M.L.R. et al. Adverse effects of human pulps after direct pulp capping with the different components *from a total-etch, three-step adhesive system*. **Dental Materials**, Washington, v. 21, p. 599-607, 2005.
- ACCORINTE, M.L.R. et al. Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v.34, n. 1, p. 1-6, 2008.
- ACCORINTE, M.L.R. et al. Influence of rubber dam isolation on human pulp responses after capping with calcium hydroxide and an adhesive system. **Quintessence International**, Berlim, v. 37, n. 3, p. 205-212, Mar. 2006.
- AKIMOTO, N. *et al.* Biocompatibility of Clearfil Liner Bond 2 and Clearfil AP-X system on nonexposed and exposed primate teeth. **Quintessence International**, Berlim v. 29, p.177-188, 1998.
- AL-HEZAIMI, K. Histomorphometric and micro-computed tomography analysis of pulpal response to three different pulp capping materials. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 37, n. 4, p. 507-512, Abr. 2011.
- BJØRNDAL, L. et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. **European Journal of Oral Science**, Copenhagen, v. 118, n. 3, p. 290-297, June, 2010.
- BOGOVIC, A. et al. The effects of hyaluronic acid, calcium hydroxide, and dentin adhesive on rat odontoblasts and fibroblasts. **Archives of Industrial Hygiene & Toxicology / Arhiv za Higijenu Rada I Toksikologiju**, v. 62, n. 2, p. 155-161, June, 2011.
- BRISO, A.L.F. et al. Biological response of pulps submitted to different capping materials. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v.20, n.3, p. 219-225, 2006.
- BRUST, C.C.; GHELLER, F. Capeamento pulpar direto com complexo de extrato de calêndula (*calêndula officinallis*) e pasta de hidróxido de cálcio em molares de rato: avaliação histológica do potencial indutor da ponte dentinária (**Trabalho de conclusão de curso**). Itajaí, Faculdade de Odontologia do Vale do Itajaí; 2006.
- CAVALCANTI, B.N. Resposta de fibroblastos de polpas humanas frente a substâncias liberadas por capeadores pulpares (**Tese de Doutorado**). São Paulo, Faculdade de Odontologia da USP; 2003.
- CAVALCANTI, B.N. et al. Pulp capping materials exert an effect on the secretion of IL-1 β and IL-8 by migrating human neutrophils. **Brasil Oral Research**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 13-18, jan-feb, 2011.

- COSTA, C.A.S.; HEBLING, J.; HANKS, C.T. current status of pulp capping with dentine adhesive systems: a review. **Dental Materials**, Washington, v.16, p.188-197, 2000a.
- COSTA, C.A.S. et al. Biocompatibility of resin-based materials used as pulp-capping agents. **International Endodontic Journal**. Oxford, v.36, p. 831-839, 2003b.
- DAMMASCHKE, T. et al. Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: An Immunohistologic Comparison with Calcium Hydroxide in Rodents. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 5 p. 814-819, May. 2010a.
- DAMMASCHKE, T. et al. Mineral trioxide aggregate for direct pulp capping: a histologic comparison with calcium hydroxide in rat molars. **Quintessence International**, Berlim, v. 41, p. 20-30, Fev. 2010b.
- DAMMASCHKE, T. et al. A histologic investigation of direct pulp capping in rodents with dentin adhesives and calcium hydroxide. **Quintessence International**, Berlim, v. 41, n. 4, p. 62-71, Abr. 2010c.
- DELFINO, C.S. et al. Uso de novos materiais para o capeamento pulpar (hidroxiapatita - HAp e fosfato tricálcico - β -TCP). **Cerâmica**, v. 56, p. 381-388, 2010.
- DICKENS, S. H. Preclinical effectiveness of a novel pulp capping material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 7, p.1222-1225, Jul. 2010.
- FAGUNDES, T.C. et al. Indirect pulp treatment in a permanent molar: case report 4-year follow-up. **Journal Applied Oral Science**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 70-74, 2009.
- FRANSSON H, PETERSSON K, DAVIES JR. Dentine sialoprotein and Collagen I expression after experimental pulp capping in humans using Emdogain[®] Gel. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 44, p. 259–267, 2011.
- GRAHAM, L. et al. The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. **Journal of Biomaterials Applications**, Lancaster, v. 27, p. 2865-2873, 2006.
- GUVEM, E.P. et al. Effect of dental materials calcium hydroxide-containing cement, mineral trioxide aggregate, and enamel matrix derivative on proliferation and differentiation of human tooth germ stem cells. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 37, n. 5, p. 650-656, 2011.
- HASHEMINIA, S. M. et al. A comparative study of three treatment methods of direct pulp capping in canine teeth of cats: a histologic evaluation. **Lasers Medical Science**, London, v. 25, p. 9-15, 2010.
- KITASAKO, Y; IKEDA M; TAGAMI J. Pulpal responses to bacterial contamination following dentin bridging beneath hard-setting calcium hydroxide and self-etching adhesive resin system. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 24, p. 201-206, 2008.
- LEKSELL, E. et al. Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. **Endodontics and Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 12, p. 192-196, 1996.

MASIOLI, M.A. et al. Avaliação microscópica de polpas humanas expostas em contato direto com adesivo dentinário e hidróxido de cálcio P.A. **UFES Revista Odontológica**, Vitória, v.9, n.3, p.4-11, set./dez. 2007.

MASS E, ZILBERMAN U. Long-term radiologic pulp evaluation after partial pulpotomy in young permanent molars. **Quintessence International**, Berlim, v. 42, n. 7, p. 547-554, July/August, 2011.

MENTE, J. et al. Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: an analysis of the clinical treatment outcome. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, n. 5, p. 806-813, Mai. 2010.

MICKENAUTSCH S, YENGOPAL V, BANERJEE A. Pulp response to resin-modified glass ionomer and calcium hydroxide cements in deep cavities: A quantitative systematic review. **Dental Materials**, Washington, v. 26, n. 8, p. 761-770, Aug. 2010.

MODENA, K.C.S. et al. *Citotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials*. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 17, n. 6, p. 544-554, 2009.

NASCIMENTO A. L. et al. Biocompatibility of a resin modified glass-ionomer cement applied as pulp capping in human teeth. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 13, p. 28-34, 2000.

QUDEIMAT M, BARRIESHI-NUSAIR K, OWAIS A. Calcium hydroxide vs mineral trioxide aggregates for partial pulpotomy of permanent molars with deep caries. **European Journal of Paediatric Dentistry**, Carimate, v. 8, n. 2, p. 99-104, 2007.

QUEIROZ, A. M. et al. MTA and calcium hidroxide for pulp capping. **Journal Applied Oral Science**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 126-130, 2005.

RIBEIRO, R. A. et al. Pulpal response of dogs primary teeth to an adhesive system or to a calcium hydroxide cement. **Pesquisa Odontologica Brasileira**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 47-52, jan./mar. 2000.

SILVA, R. M. Avaliação microscópica da resposta do complexo dentino-pulpar de dentes de cães ao agregado trióxido mineral, cimento portland e cimento portland branco após pulpotomia (**Dissertação de mestrado**). Faculdade de Odontologia de Bauru, São Paulo, 2003.

SÜBAY R; DEMIRCI M. Pulp tissue reactions to a dentin bonding agent as a direct capping agent. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 31, n. 3, p. 201-204, 2005.

SUZUKI, M. et al. Effect of CO₂ laser irradiation on wound healing of exposed rat pulp. **Odontology**, v. 99, n. 1, p. 34-44, Jan, 2011.

WILLERSHAUSEN, et al. Retrospective study on direct pulp capping with calcium hydroxide. **Quintessence International**, Berlim, v. 42, n. 2, p. 165-171, Fev. 2011.

WITHERSPOON, D.E. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives – permanent. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, n. 7, p. 25-28, Jul. 2008.