

Irlan de Almeida Freires<sup>1</sup>  
Yuri Wanderley Cavalcanti<sup>1</sup>

## Dentin-pulp complex protection: indications, techniques and materials for a good clinical performance

# | Proteção do complexo dentinopulpar: indicações, técnicas e materiais para uma boa prática clínica

**ABSTRACT** | *Introduction: dentin and pulp tissue have been characterized more appropriately as an integrated structure, named dentin-pulp complex. Before aggressions, such as caries and dental traumatism, therapeutic approaches aiming to protect such tissues become necessary. Objective: to review the literature related to the dentin-pulp complex, focusing on indications, techniques and material, topics essentially important to achieve a good clinical performance. Studies were searched in primary databases (Medline, Scielo, LILACS, BBO) for the period 1985-2011, and in books and theses. The search strategy was divided into three parts: dentin-pulp complex physiology, techniques for pulp protection, and material employed, by using appropriate key-words. Discussion: pulp protection may occur through several strategies (capping, curettage or pulpotomy) so that a treatment plan must be based on patient's biotype, on the defect to be restored, injury to the pulp and on the material and techniques to be employed. Glass ionomer cement, calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate are protective material which have been gaining significant importance due to the different clinical contexts they may be used, as direct protective material or lining agents in definitive fillings. Final considerations: the use of different products to protect dentin-pulp complex depends on remaining dentin thickness, material's mechanical and biological properties, and on the technique used to place definitive fillings. Thus, dental professionals are supposed to analyze critically each case and have a proper decision-making based on scientific evidence.*

**Keywords** | *Dental Pulp Capping; Dental Cavity Lining; Pulpotomy.*

**RESUMO** | *Introdução: Dentina e tecido pulpar são mais apropriadamente abordados como uma estrutura integrada, denominada de complexo dentinopulpar. Diante de agressões, como cárie e traumatismo, faz-se necessária uma abordagem terapêutica de proteção a esses tecidos. Objetivo: Revisar a literatura pertinente acerca das indicações, técnicas e materiais de proteção do complexo dentinopulpar, essenciais para o exercício de uma correta prática clínica. Foram realizadas buscas em bases de dados primárias (Medline, Scielo, LILACS, BBO), no período de 1985-2011, além de buscas manuais em livros e teses. A estratégia de busca foi dividida em três blocos: fisiologia do complexo dentinopulpar, técnicas de proteção pulpar e materiais protetores, por meio de descritores apropriados. Discussão: A proteção pulpar pode ser alcançada por várias estratégias (capeamento, curetagem ou pulpotomia), de modo que o plano de tratamento é baseado no biótipo do paciente, no defeito a ser restaurado, na injúria à polpa e no material e técnicas a serem empregados. Os materiais de proteção que adquirem importância devido às propriedades mecânicas e biologicamente ativas são o cimento de ionômero de vidro, o hidróxido de cálcio e o mineral trióxido agregado, os quais são empregados em diferentes situações clínicas, que exigem a aplicação desses produtos como material protetor direto, agente de forramento ou base de restaurações definitivas. Considerações finais: O emprego dos materiais de proteção do complexo dentinopulpar depende da espessura de dentina remanescente, das propriedades mecânicas e biológicas do material protetor e da técnica utilizada para confecção das restaurações definitivas. Destarte, cabe aos profissionais da Odontologia a análise crítica de cada caso, especificamente, e a tomada de decisão terapêutica baseada em evidências científicas.*

**Palavras-chave** | *Capeamento da polpa dentária; Forramento da cavidade dentária; Pulpotomia.*

<sup>1</sup> Cirurgião-dentista pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB. Estudante de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP-UNICAMP), Piracicaba, SP.

## INTRODUÇÃO |

Os objetivos da terapia restauradora vão além de restabelecer a forma e a função dentária, de modo que buscam minimizar a sensibilidade pós-operatória e preservar a vitalidade pulpar<sup>38</sup>. A evolução dos materiais adesivos e técnicas proporcionaram a confecção de preparos cavitários mais conservadores, os quais, associados à técnica adesiva, contribuem para a preservação da estrutura dentária, selamento dos túbulos dentinários, manutenção da vitalidade pulpar, prevenção da microinfiltração e sensibilidade pós-operatória. Assim, a proteção pulpar pode ser alcançada por meio de várias estratégias, de modo que o plano de tratamento é baseado no biótipo do paciente, no defeito a ser restaurado e no material e técnicas a serem empregados<sup>39</sup>.

Conforme discutido por Ritter e Swift Jr.<sup>39</sup>, os fatores mais comumente associados à injúria do tecido pulpar são: presença de microrganismos no complexo dentinopulpar; exposição de túbulos dentinários não selados; preparos cavitários profundos; desidratação da dentina; e geração de calor. Os mesmos autores ainda consideram que a incidência cumulativa desses fatores prejudiciais leva à redução da defesa e do potencial de reparo do complexo dentinopulpar.

Dessa forma, as técnicas e materiais empregados na proteção do complexo devem auxiliar na prevenção da microinfiltração, no selamento dos túbulos dentinários, no isolamento térmico, químico e físico do tecido pulpar, no estímulo à regeneração pulpar e na redução da sensibilidade pós-operatória<sup>38</sup>.

Diante da diversidade de materiais e técnicas que podem ser empregados na proteção do tecido dentinário e pulpar, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre as técnicas e materiais empregados na proteção do complexo dentinopulpar, de modo a fornecer subsídios para uma boa prática clínica.

## METODOLOGIA |

Foi empregada uma abordagem metodológica indutiva e técnica documental baseada na literatura nacional e internacional preexistente.

A composição da presente revisão resultou de buscas em bases de dados primárias (Medline, Scielo, LILACS e BBO), no período de 1985-2011, além de consultas manuais em livros e teses. Foram considerados trabalhos escritos nos idiomas português e inglês.

A estratégia de busca foi dividida em três blocos, conforme disposto no Quadro 1. Foram excluídos os estudos que não

abordavam o tema proposto ou não faziam menção ao uso dos materiais ou técnicas especificamente voltados para a proteção do complexo dentinopulpar.

*Quadro 1 – Estratégia de busca para seleção dos trabalhos incluídos na presente revisão*

<b>Tópico abordado</b>	<b>Estratégia de busca</b>
Fisiologia do complexo dentinopulpar	Dentina/Dentin, Polpa/Pulp, Histologia+Polpa/Histology+Pulp, Histologia+Dentina/Histology+Dentin, Dentinopulpar/Dentin-pulp
Técnicas de proteção pulpar	Capeamento pulpar/Dental pulp capping, Curetagem/Curettage, Pulpotomia/Pulpotomy
Materiais protetores	Verniz cavitário/Cavity varnish, Selantes/Sealants, Cimento de Ionômero de Vidro/Glass Ionomer Cement, Hibridização dentária/Dental hybridization, Cimento de óxido de zinco e eugenol/Zinc oxide and eugenol cement, Hidróxido de Cálcio/Calcium hydroxide, Agregado trióxido mineral/Mineral trioxide aggregate

## Caracterização do complexo dentinopulpar

A dentina é um tecido com características únicas completamente distintas do tecido pulpar<sup>18,32</sup>. No entanto, ambos são originados da mesma estrutura embriológica e permanecem intimamente relacionados durante o desenvolvimento e toda a vida funcional do dente<sup>32</sup>.

Destarte, dentina e tecido pulpar são mais apropriadamente abordados como uma estrutura integrada, denominada de complexo dentinopulpar. Todas as injúrias impostas à dentina repercutem instantaneamente ao tecido pulpar, o qual é o responsável direto pelas alterações fisiológicas resultantes naquele tecido<sup>19</sup>.

A dentina é um tecido mineralizado, avascular, permeado por túbulos e intrinsecamente úmido. Sua composição básica tem sido descrita como sendo 70% em peso de componentes inorgânicos, principalmente cristais de apatita, 20% em componentes orgânicos, predominando o colágeno do tipo I, e 10% em água, representada pela composição do fluido no interior dos túbulos dentinários<sup>18,44</sup>.

Os túbulos dentinários convergem à medida que caminham para a superfície da câmara coronária e, como consequência, sua densidade e orientação variam em função da localização em dentina<sup>25</sup>, assim como seu diâmetro varia em função da distância em relação à superfície da câmara coronária. Essa característica é considerada o fator decisivo da escolha do material de proteção indireta do complexo dentinopulpar no que diz respeito à sua biocompatibilidade. Em outras palavras, um mesmo material forrador pode ser indicado e considerado biocompatível, se aplicado em cavidades rasas ou de média profundidade, porém apresenta efeitos tóxicos altamente indesejáveis, se aplicado em cavidades profundas ou diretamente sobre o tecido pulpar<sup>49</sup>.

A polpa dental é um tecido conjuntivo frouxo, ricamente vascularizado e innervado. Em sua periferia (junção entre polpa e pré-dentina), localizam-se os odontoblastos, que são células especializadas responsáveis pela síntese dos diferentes tipos de dentina<sup>45</sup>. O tecido pulpar é formado por 75% de água e 25% de matéria orgânica (células e matriz extracelular)<sup>18</sup>.

### Mecanismos de defesa do complexo dentinopulpar

De acordo com Yu e Abbot<sup>49</sup>, são três os mecanismos de defesa reconhecidamente utilizados pelo complexo dentinopulpar em frente a agressões, de origem mecânica, química, térmica ou biológica:

- a) inflamação e resposta humoral;
- b) deposição de dentina intratubular;
- c) deposição de dentina terciária.

Todos esses eventos têm como objetivo primordial a manutenção da vitalidade do tecido, especificamente dos odontoblastos, os quais são as primeiras células sensibilizadas pelo agente agressor<sup>49</sup>.

Um exemplo da importância da sinalização inicial e antecipada de injúrias ao tecido dentinário é a reação do complexo dentinopulpar em frente aos estágios iniciais do processo de cárie, ainda limitados ao esmalte dentário. O aumento da quantidade intratubular de íons cálcio e fosfato resultante da dissolução do esmalte pelos ácidos bacterianos induz a liberação de neuropeptídeos pelas terminações nervosas, estabelecendo uma reação inflamatória aguda transitória na região periférica da polpa relacionada com os túbulos dentinários envolvidos. Uma vez controlada a desmineralização do esmalte, essa reação desaparece, enquanto a evolução do processo carioso determina a exacerbação dos eventos inflamatórios<sup>19</sup>.

A formação de uma dentina terciária, classificação histogenética da dentina produzida diante de estímulos ou agressão, representa também um mecanismo de defesa do complexo<sup>18</sup>. Desde que a intensidade de agressão não culmine com a morte celular, a dentina terciária depositada é denominada de dentina reacional<sup>45</sup>. Caso a intensidade da agressão exceda a capacidade adaptativa e de resposta defensiva dos odontoblastos primários, eles sofrem morte celular e entram em processo de degeneração. Como parte do processo de cura do tecido conjuntivo, essas células são repostas por células mesenquimais indiferenciadas induzidas a sofrerem diferenciação em novos odontoblastos, então denominadas de células odontoblastoides ou odontoblastos secundários<sup>22</sup>. As primeiras camadas de matriz dentinária depositadas por essas células constituem um tecido amorfo e atubular denominado de dentina reparadora<sup>18, 19</sup>.

### Proteção dentinopulpar orientada pela espessura de dentina remanescente

Cavidades rasas e de média profundidade não requerem especial atenção quanto à proteção do complexo dentinopulpar, uma vez que a dentina remanescente apresenta espessura suficiente para proteger o tecido pulpar contra agressões advindas da química dos materiais utilizados<sup>19</sup>. Entretanto, essas cavidades necessitam ser protegidas quanto ao risco de microinfiltração marginal e consequente invasão antimicrobiana, bem como pela necessidade de selamento dos túbulos dentinários<sup>27, 39</sup>.

A proteção do complexo dentinopulpar em cavidades profundas, por outro lado, representa um maior desafio à manutenção da integridade do tecido pulpar, uma vez que a espessura e as características morfológicas da dentina remanescente favorecem a difusão transdentinária de componentes químicos dos materiais forradores, os quais podem ser altamente tóxicos às células pulpares, interferindo negativamente ou mesmo impedindo o processo de reparo<sup>19</sup>. A indicação das técnicas e de materiais empregados segundo a espessura de dentina remanescente será discutida posteriormente.

### Principais condutas para proteção pulpar

#### Proteção indireta

É um procedimento que vem sendo realizado há mais de 200 anos como uma terapia conservadora da polpa<sup>1</sup>, com a intenção de evitar os tratamentos mais radicais, como pulpotomia e pulpectomia<sup>35</sup>. A Academia Americana de

Odontopediatria define o tratamento pulpar indireto como a remoção incompleta da dentina cariada com o intuito de evitar a exposição do tecido pulpar concomitantemente ao tratamento do tecido cariado com o material biocompatível<sup>35</sup>.

Em outras palavras, o tratamento pulpar indireto é um procedimento terapêutico que consiste na remoção de tecido infectado e necrosado, mantendo somente a camada de dentina que fica no fundo da cavidade e que, mesmo desmineralizada, ainda possui vitalidade<sup>21</sup>.

A remoção da dentina cariada em duas etapas, também chamada de tratamento expectante, tem sido sugerida com a finalidade de evitar a exposição pulpar, culminando em resultados terapêuticos favoráveis. Consiste, pois, na remoção superficial da dentina cariada na primeira consulta e na remoção final após diferentes intervalos de tempo<sup>5,6</sup>. O tratamento pulpar indireto em uma única sessão, em cavidades médias e profundas, também tem sido proposto e resultados satisfatórios foram confirmados<sup>23,26</sup>.

### Proteção direta

Também denominada de capeamento pulpar, esta técnica consiste em proteger a exposição ou ferida pulpar por meio de substâncias biologicamente compatíveis com a polpa e que ajudam a cicatrizar, preservando a vitalidade pulpar<sup>8,9,43</sup>. Tal medida está indicada nos casos de exposição acidental da polpa durante remoção da dentina cariada e preparo da cavidade, principalmente em dentes jovens<sup>8</sup>. A proteção pulpar direta é, pois, um método bem estabelecido, em que a utilização de um material apropriado sobre a exposição pulpar vai estimular a reparação e recuperação da polpa<sup>46</sup>.

De modo geral, alguns parâmetros devem ser considerados para o sucesso do tratamento<sup>8,47</sup>:

- 1) Quanto ao procedimento operatório, deve-se:
  - a) eliminar o estímulo agressor;
  - b) controlar a hemorragia;
  - c) promover a assepsia e desinfecção.
- 2) A escolha de um correto material para execução da proteção pulpar, capaz de promover uma resposta reparadora da lesão.
- 3) A elaboração de uma correta restauração de modo a impedir a infiltração marginal de bactérias em médio/longo prazo.

### Curetagem

A curetagem consiste na estrita remoção da polpa patológica, enquanto o resto da polpa permanece intacta e recoberta por material biológico<sup>28</sup>. Busca-se remover parte da polpa coronária, evitando-se o risco de manter a contaminação e o processo inflamatório<sup>9</sup>. Assim, apesar de inflamada, a polpa apresenta condições biológicas para responder favoravelmente a um tratamento conservador<sup>8</sup>.

### Pulpotomia

De acordo com Conceição<sup>9</sup>, esta representa a técnica com maiores índices de sucesso entre os tratamentos conservadores da polpa. Trata-se de remover a polpa coronária em sua totalidade com curetas afiadas para, então, cobrir a polpa radicular com material biocompatível<sup>9</sup>.

Pelliccioni e colaboradores<sup>34</sup> afirmam que a escolha do tratamento conservador ou radical da polpa dentária repousa em seu aspecto clínico que, para um tratamento conservador, deve ter sangramento de cor vermelho-vivo e resistência à ação da cureta.

Esta técnica é indicada em dentes jovens decíduos e permanentes, principalmente antes do término da formação apical<sup>8</sup>. Alguns resultados práticos para a realização da pulpotomia podem ser enumerados<sup>3</sup>, entre os quais: profilático: a permanência da polpa viva e sadia é certeza de saúde periapical; biológico: permite a complementação da rizogênese em dentes jovens, cujas polpas foram atingidas pela evolução da cárie, traumatismos dentários, etc.; técnico: tratamento mais rápido e tecnicamente mais fácil diante de dificuldades cirúrgicas intransponíveis, como a complexa anatomia interna; econômico: a pulpotomia é rápida e menos dispendiosa do que o tratamento endodôntico radical.

### Materiais de proteção do complexo dentinopulpar

A indicação de materiais de proteção do complexo dentinopulpar por associados do Grupo Brasileiro de Professores de Dentística foi avaliada por Takanashi e colaboradores<sup>43</sup>, os quais identificaram que a escolha do material se deu em função do material restaurador definitivo e da profundidade da cavidade, considerando-se a espessura de dentina remanescente<sup>39</sup>. Os materiais mais recomendados foram o verniz cavitário, o hidróxido de cálcio, os cimentos de ionômero de vidro e a hibridização dentária (condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo).

Conforme Reis e Loguércio<sup>38</sup>, os requisitos necessários para um agente de proteção ideal são: promover isolamento térmico e elétrico; apresentar efeito antimicrobiano; apresentar adesividade às estruturas dentárias; ser biocompatível e estimular as funções biológicas da polpa, de modo a favorecer a formação de dentina reacional/reparadora; apresentar efeito remineralizante e contribuir para a dentinogênese; preservar a vitalidade da polpa e dos demais tecidos dentários; não provocar alteração de cor e solubilidade do material em frente à exposição aos fluidos bucais; e prevenir a infiltração microbiana na margem das restaurações.

Reis e Loguércio<sup>38</sup> consideram apenas três grupos de agentes de proteção dentinopulpar, designados para selamento, forramento e base. Os materiais para selamento apresentam-se na forma líquida, sendo aplicados sobre as paredes de cavidades rasas e médias, onde se observa grande espessura de dentina remanescente e a formação de películas até 0,05mm. Esse grupo de materiais é representado por vernizes e sistemas adesivos. Os materiais empregados na confecção de bases têm apresentação comercial, geralmente, na forma de pó e líquido, os quais, após manipulação, adquirem consistência espessa, sendo aplicados em camadas superiores a 1mm. As bases, representadas principalmente pelos cimentos de ionômero de vidro, servem de infraestrutura para restaurações definitivas de cavidade médias a profundas, nas quais se observa espessura média de dentina entre 0,5 e 1,5mm. Os forradores são empregados nas regiões mais profundas de cavidades classificadas como muito profundas, nas quais a espessura do remanescente de dentina é igual ou inferior a 0,5mm, sendo necessária a aplicação de um material protetor entre a base e o tecido dentinário. São considerados forradores os cimentos e pastas de hidróxido de cálcio e o MTA, e a espessura de sua aplicação é de aproximadamente 0,5mm.

Segundo Ritter e Swift Jr.<sup>39</sup>, os materiais de proteção podem ser genericamente classificados em forradores, bases, vernizes, selantes e adesivos dentinários. Os materiais forradores (*linners*) são materiais fluidos, empregados em fina camada, em regiões de pequena espessura de dentina remanescente (0,5mm). São utilizados no selamento dos túbulos dentinários, na redução da permeabilidade dentinária e para proteção dos efeitos tóxicos do material restaurador. Os principais representantes desse grupo são os cimentos de hidróxido de cálcio e os cimentos de ionômero de vidro utilizados para forramento<sup>39</sup>.

Por outro lado, as bases são materiais mais resistentes e menos fluidos, aplicados sobre uma maior espessura de dentina remanescente (1,0mm) ou sobre materiais

forradores. Sua função principal é o isolamento mecânico, físico, térmico, químico e elétrico do tecido pulpar, de modo a proporcionar um preparo cavitário ideal para cavidades profundas. Os materiais que podem atuar como base são os cimentos de ionômero de vidro (convencional e reforçado por resina), os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (convencional e reforçado por resina) e os cimentos de poliacrilato e fosfato de zinco<sup>39</sup>.

Os vernizes cavitários são obtidos de resinas sintéticas ou naturais suspensas em solventes orgânicos, os quais foram utilizados durante muitos anos para o selamento de túbulos dentinários em restaurações de amálgama e confecção de coroas totais. No entanto, a literatura tem demonstrado que a evolução dos materiais e técnicas, que proporcionaram a redução dos produtos de corrosão, e os avanços da Odontologia adesiva tornaram o uso dos vernizes obsoleto<sup>39,43</sup>.

Conforme enfatizado por Ritter e Swift Jr.<sup>39</sup>, devido ao seu alto poder de escoamento, os selantes podem ser utilizados em substituição aos vernizes cavitários, quando da prevenção da infiltração marginal. Entretanto, ao investigar a indicação de materiais de proteção do complexo dentinopulpar por especialistas brasileiros da Dentística, Takanashi e colaboradores<sup>43</sup> não identificaram os selantes como material indicado para esse fim.

Os sistemas adesivos, por sua vez, ganharam espaço diante do fortalecimento da Odontologia adesiva. Esse material, empregado na hibridização da dentina e adesão aos materiais restauradores resinosos, adquire importância na proteção do complexo dentinopulpar ao contribuir para o selamento dos túbulos dentinários, retenção do material restaurador e prevenção da infiltração bacteriana<sup>27, 39</sup>. Entretanto, estudos têm demonstrado que a técnica de hibridização pode apresentar efeito citotóxico à polpa, devido ao condicionamento ácido, pequena espessura de dentina remanescente desprotegida, e à difusão de monômeros resinosos ao longo dos túbulos dentinários<sup>7, 27</sup>.

A seguir, serão discutidos os principais aspectos dos materiais utilizados na proteção do complexo dentinopulpar: verniz cavitário, selantes, hibridização dentária (condicionamento ácido e sistema adesivo), cimento de ionômero de vidro (CIV), cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE), hidróxido de cálcio e mineral trióxido agregado (MTA).

### Verniz Cavitário

O verniz cavitário à base de copal foi utilizado, durante muitos anos, com o objetivo de contribuir para o selamento

da interface amálgama-dente, até a formação de produtos de corrosão que preenchessem esse microespaço. Assim, era esperado que o verniz atuasse de modo a impedir a penetração de substâncias corantes e/ou de agentes irritantes provenientes dos materiais restauradores ou cimentantes<sup>2, 24, 39</sup>.

O princípio que preconizava a utilização do verniz cavitário em restaurações de amálgama considerava que a solubilidade desse material fazia com que ele fosse substituído pelos produtos de corrosão do amálgama que selam a interface dente-restauração<sup>2, 24, 38</sup>. Entretanto, diversos estudos demonstraram que o verniz cavitário é ineficiente como agente protetor do complexo dentinopulpar, especialmente nos casos em que se verifica a utilização de ligas com baixo teor de produtos de corrosão<sup>24, 38, 40</sup>.

A literatura comprovou que a utilização do verniz cavitário favoreceu a microinfiltração marginal e não contribuiu para a proteção do complexo dentinopulpar, sendo demonstrado que o forramento com cimento de ionômero de vidro é mais eficaz em prevenir a microinfiltração<sup>4, 24, 40</sup>. Segundo Ritter e Swift Jr.<sup>39</sup> e Reis e Loguércio<sup>38</sup>, além de ser um fraco isolante térmico, o verniz é altamente solúvel e não cobre uniformemente a dentina. Assim, a sua utilização, como protetor da interface dente-restauração, tornou-se obsoleta.

Baratieri e colaboradores<sup>4</sup> destacaram que as ligas ricas em cobre não apresentam a fase gama-2 em quantidade significativa, ocorrendo baixa corrosão. Desse modo, a literatura considera que outro mecanismo de vedamento marginal, ou simplesmente a ausência de selamento, deve ser empregado nas restaurações de amálgama<sup>4, 38, 39</sup>.

### Selantes

Os selantes são materiais resinosos compostos por hidroximetil-metacrilato (HEMA) associados, ou não, a agentes antimicrobianos e dessensibilizantes (clorexidina e glutaraldeído), os quais podem ser empregados no condicionamento de restaurações diretas e indiretas, selamento de margens, pequenas fraturas e fendas<sup>39</sup>. Porém a literatura ainda é escassa quanto à utilização desse material com fins de proteção do complexo dentinopulpar e prevenção de infiltração marginal. As marcas comerciais que representam esse grupo são Gluma Desensitizer (Heraeus Kulzer, Armonk, NY, USA), HurriSeal (Beutlich Pharmaceuticals, Waukegan, IL, USA) e Aqua-Prep F (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, USA).

### Hibridização Dentária (Condicionamento Ácido + Sistema Adesivo)

Segundo Ritter e Swift Jr.<sup>39</sup>, as técnicas de restauração adesiva e hibridização dos tecidos duros contribuem para a proteção pulpar, ao viabilizar a preservação da estrutura dentária e a manutenção da interface dente-restauração livre de microrganismos. Outro aspecto considerado satisfatório à proteção do órgão pulpar é o isolamento térmico e eletrolítico, selamento dos túbulos dentinários e adequada adaptação às paredes da cavidade<sup>33</sup>.

Ao avaliar a adaptação de materiais de proteção do complexo dentinopulpar, Peliz, Duarte e Dinelli<sup>33</sup> identificaram que a hibridização da dentina (condicionamento ácido seguido pela aplicação do sistema adesivo) favoreceu a redução da microinfiltração marginal, especialmente quando comparada com a proteção com cimento de ionômero de vidro e cimento de hidróxido de cálcio. Esse efeito foi observado mesmo em cavidades com elevado fator C, nas quais a utilização do sistema adesivo contribuiu para a redução do número de fendas<sup>33</sup>. No entanto, apesar das propriedades mecânicas satisfatórias, esses monômeros causam efeitos irreversíveis ao metabolismo celular, representados por reações inflamatórias, irritativas e necrose tecidual<sup>27</sup>.

Conforme discutido por Huang e colaboradores<sup>20</sup>, os monômeros resinosos dos sistemas adesivos apresentam a habilidade de se difundir ao longo dos túbulos dentinários e atingir os tecidos pulpares em concentrações diretamente proporcionais aos seus pesos moleculares<sup>20, 27</sup>. Destaca-se também que, mesmo considerando a pressão intrapulpar, esses materiais têm o potencial de causar agressões aos tecidos biológicos, de modo que a permeabilidade da dentina e a proximidade com a polpa devem ser fatores investigados quando da proteção do complexo dentinopulpar<sup>20, 27</sup>.

Os agentes adesivos liberam a canforoquinona, um fotoiniciador e fotossensibilizador, largamente utilizado no processo de polimerização das resinas compostas e na geração de radicais livres, incluindo o oxigênio nascente. A literatura descreveu que a canforoquinona não atua exclusivamente como agente citotóxico, mas também como mutagênico. Os autores verificaram que sua lixiviação pode explicar parcialmente como esses produtos resinosos são considerados agentes tóxicos<sup>20, 27</sup>. Assim, o tempo decorrido entre a aplicação e a polimerização do sistema adesivo também interfere no efeito tóxico à polpa, traduzido pela difusão de monômeros e canforoquinona.

Apesar dos efeitos tóxicos ao tecido pulpar observados por vários estudos<sup>7, 17, 20</sup>, algumas pesquisas têm sugerido que os sistemas adesivos podem ser utilizados no capeamento pulpar direto, produzindo efeitos semelhantes ao hidróxido de cálcio<sup>11, 31</sup>. Entretanto, o uso desses materiais como proteção a ser aplicada diretamente sobre a polpa é controverso e contraria as evidências que comprovam a citotoxicidade dos monômeros resinosos e os seus efeitos danosos aos tecidos pulpares<sup>7, 17, 20, 27</sup>.

Conforme discutido por Modena e colaboradores<sup>27</sup>, os estudos que defendem a proteção pulpar direta pelo uso de sistemas adesivos são suportados pela hipótese de que a regeneração pulpar é alcançada a partir do controle da hemorragia e do selamento hermético da cavidade contra a infecção microbiana. No entanto, a literatura observa que existem diferenças marcantes entre a resposta da polpa em frente a procedimentos de capeamento que utilizam os sistemas adesivos e aqueles que fazem uso do hidróxido de cálcio ou MTA. O tipo de resposta inflamatória e a qualidade da regeneração tecidual observada para formação de dentina e reparo da camada de odontoblastos são mais eficientes quando do capeamento direto por hidróxido de cálcio ou MTA.

Ao avaliar a influência da espessura remanescente de dentina na resposta inflamatória pulpar, Murray e colaboradores<sup>29</sup> identificaram que os danos ao tecido pulpar são evitados diante da maior espessura do remanescente dentinário (acima de 0,5mm) e da utilização de material protetor que estimule a formação de dentina reacional (hidróxido de cálcio). Assim, nos casos de restauração de cavidades profundas ou muito profundas, recomenda-se o uso de materiais protetores derivados de hidróxido de cálcio (forradores) e cimentos de ionômero de vidro (bases), de modo a evitar a difusão de monômeros resinosos e a geração de possíveis efeitos tóxicos ao tecido pulpar. Para cavidades médias e rasas, a hibridização ainda desempenha papel importante na retenção do material restaurador, selamento de túbulos dentinários, prevenção da microinfiltração e isolamento químico, térmico e mecânico.

### Cimento de Ionômero de Vidro (CIV)

Os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) foram desenvolvidos por Wilson e Kent em 1971 e introduzidos no mercado na década de 70<sup>38</sup>. A sua popularidade é associada ao fato de esse material apresentar muitas propriedades importantes, a exemplo de liberação e recarga de flúor, coeficiente de expansão térmica e módulo de elasticidade semelhante à dentina, biocompatibilidade e adesividade

ao esmalte e à dentina<sup>27</sup>. A obtenção desse material se dá por reação ácido-base, entre íons cálcio, fosfato, grupos carboxílicos e copolímeros acrílicos, na qual se verifica a formação de gel de sílica e a incorporação de vidro à matriz durante a presa final do material<sup>2, 38</sup>. São encontrados no mercado diferentes variações dos CIVs, indicados para forramentos, confecção de bases, restaurações e cimentação, os quais variam em composição e viscosidade de acordo com a função designada para uso clínico<sup>2, 38</sup>.

Conforme exposto por Ritter e Swift Jr.<sup>39</sup>, o cimento de ionômero de vidro pode ser aplicado como material restaurador provisório nos tratamentos expectantes e como base para restaurações definitivas. Apesar das vantagens inerentes desse material, a literatura descreve que os CIVs convencionais são susceptíveis à desidratação, apresentam alto grau de solubilidade e degradação, possuem propriedades mecânicas insatisfatórias, longo tempo de presa e provocam alteração de coloração dos compósitos empregados como material restaurador definitivo<sup>10, 27</sup>.

Com o objetivo de suprir as limitações do CIV convencional, foi desenvolvido o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR). Conforme observado por Xie e colaboradores<sup>48</sup>, a modificação do CIV convencional pela incorporação de monômeros polimerizáveis aquosos, a exemplo do hidroximetilmetacrilato (HEMA), favoreceu as propriedades mecânicas desse material. Entretanto, como discutido na sessão sobre hibridização, a incorporação de monômeros resinosos (HEMA) produziu o aumento do seu efeito tóxico, quando comparado com o CIV convencional<sup>13, 27</sup>.

Duque e colaboradores<sup>14</sup> avaliaram, *in vivo*, os efeitos clínicos e microbiológicos da aplicação de dois CIVMRs na proteção pulpar indireta, após a remoção parcial de dentina cariada. Os CIVMRs empregados nesse estudo foram comparados com cimento de hidróxido de cálcio. Os autores verificaram que, semelhante à ação deste, os CIVMRs analisados promoveram redução significativa do nível de microrganismos cariogênicos, associada a mudanças clínicas favoráveis na dentina cariada remanescente<sup>14</sup>.

Dessa forma, observaram que os cimentos de ionômero de vidro e seus derivados apresentam ação antimicrobiana, adesividade e biocompatibilidade aos tecidos dentários, sendo indicados para a proteção indireta do complexo dentinopulpar. Nos casos em que se verifica a necessidade de construção de restaurações provisórias, ou base para restaurações, com maior resistência mecânica, sobre maior espessura de dentina remanescente, os CIVMRs são mais indicados que o CIV convencional.

Os cimentos de ionômero de vidro, e seus derivados, por cumprirem muitas das propriedades estabelecidas por Reis e Loguércio<sup>38</sup>, são materiais ideais para proteção do complexo dentinopulpar e, portanto, possuem relevância na prática clínica e nos procedimentos empregados na proteção dos tecidos dentinários e pulpar.

### Cimento de Óxido de Zinco e Eugenol (OZE)

O cimento de óxido de zinco e eugenol é utilizado no selamento provisório de cavidades e como base de restaurações definitivas<sup>36, 39, 43</sup>. Esse material foi utilizado durante vários anos pela sua capacidade de diminuir ou eliminar a sensibilidade pós-operatória com a difusão do eugenol pelos túbulos dentinários que possuem conexão com o tecido pulpar. Apesar de proporcionar um excelente isolamento térmico, não é suficientemente forte para suportar condensação do amálgama em situações de grande estresse, possuindo, desse modo, propriedades mecânicas insatisfatórias<sup>41</sup>.

Na tentativa de favorecer a resistência mecânica desse material, foi desenvolvido o cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado por resina, representado pelas marcas comerciais Zoer IRM (GDK Densil, Buenos Aires, Argentina) e IRM (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). Entretanto, Pires-de-Souza, Contente e Casemiro<sup>36</sup> demonstraram que o cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado por resina (IRM, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) favoreceu a microinfiltração marginal de restaurações provisórias após a realização de ensaio de envelhecimento *in vitro* (termociclagem). Os mesmos autores consideraram fundamental a proteção superficial das restaurações provisórias, visto que a infiltração marginal constitui agressão aos tecidos biológicos, uma vez que favorecerá a penetração de microrganismos, a recidiva de cárie e a sensibilidade pós-operatória<sup>36</sup>.

Estudo mostrou que o cimento de óxido de zinco e eugenol pode causar uma reação inflamatória crônica na polpa antes da formação de dentina reparadora, e que esse material poderia interferir na ação de sistemas adesivos, especialmente devido à presença do eugenol em sua composição<sup>41</sup>. Outro aspecto importante é a sua elevada solubilidade e baixa estabilidade no meio bucal, o que leva à desintegração da matriz e microinfiltração marginal, prejudiciais aos tecidos dentais<sup>36</sup>. Portanto, devido às propriedades inerentes deste material, o cimento de óxido de zinco e eugenol é pouco indicado para proteção do complexo dentinopulpar.

### Hidróxido de Cálcio

O hidróxido de cálcio continua sendo o material de proteção pulpar mais aceito na prática odontológica, pelo seu baixo custo, ação antibacteriana e biocompatibilidade. A ação do hidróxido de cálcio sobre o tecido pulpar é representada pelo estímulo à formação de uma barreira tecidual mineralizada. Segundo Estrela e Holland<sup>15</sup>, a capacidade de estimular a remineralização, associada à efetividade antimicrobiana, confere o sucesso obtido pelo hidróxido de cálcio em sua aplicação na endodontia e na proteção do complexo dentinopulpar.

A utilização clínica do hidróxido de cálcio pode se dar por suas formas em pó (Pró-Análise – P.A.), pasta ou cimento, a depender da situação clínica a ser tratada<sup>38</sup>. Segundo Reis e Loguércio<sup>38</sup>, o hidróxido de cálcio P.A. é empregado nos casos de proteção direta do tecido pulpar, na qual se objetiva a estimulação das células odontoblasticas e mesenquimais para formação de barreira tecidual mineralizada na região exposta (dentinogênese), associada ao controle da inflamação, redução do pH e eliminação de microrganismos invasores. Por outro lado, a pasta e o cimento de hidróxido de cálcio são empregados na proteção indireta do complexo dentinopulpar. O seu efeito é observado a distância, com os mesmos resultados esperados para proteção direta<sup>38</sup>.

Conforme discutido por Estrela e Holland<sup>15</sup>, o hidróxido de cálcio é uma excelente opção terapêutica quando a situação clínica exige a realização de proteção pulpar direta (capeamento pulpar) ou a aplicação de medicação intracanal. Dessa forma, são considerados os efeitos biológicos, traduzidos pela biocompatibilidade e indução da dentinogênese, bem como o efeito antimicrobiano, representado pela inibição da atividade de microrganismos<sup>14, 15, 27</sup>.

A resposta de polpas dentárias humanas após a pulpotomia parcial com dois produtos à base de hidróxido de cálcio foi avaliada por Sübay e colaboradores<sup>42</sup>, os quais confirmaram que o efeito histológico de cimentos de hidróxido de cálcio aplicado sobre a polpa resulta em completa cicatrização dos tecidos pulpares e formação de barreira tecidual mineralizada de dentina. Segundo Subay e colaboradores<sup>42</sup>, a utilização do cimento Dycal® (Dentsply International Inc., Milford, DE, USA) em procedimentos de proteção direta contribui para a recuperação tecidual, formação de ponte de dentina e exclusão de infiltrado bacteriano.

Ao avaliarem o efeito, em longo prazo, de capeamentos pulpares diretos e o respectivo desfecho de tratamento com hidróxido de cálcio, Dammaschke, Leidinger e Schäfer<sup>12</sup> identificaram que 80,2% dos dentes tratados apresentaram



Ao avaliarem o efeito, em longo prazo, de capeamentos pulparem diretos e o respectivo desfecho de tratamento com hidróxido de cálcio, Dammaschke, Leidinger e Schäfer<sup>12</sup> identificaram que 80,2% dos dentes tratados apresentaram desfecho favorável. A melhor resposta pulpar foi observada em indivíduos com idade inferior a 40 anos, tecido pulpar clinicamente saudável (ausência de dor espontânea) e nos dentes em que se aplicaram restaurações de cimento de iônomo de vidro. Conforme discutido pela literatura, a proteção direta do tecido pulpar com hidróxido de cálcio viabiliza a maior sobrevida. Esse tratamento é indicado para dentes com tecido pulpar exposto e clinicamente saudável<sup>12, 27</sup>.

Fagundes e colaboradores<sup>16</sup> acompanharam por quatro anos um tratamento pulpar indireto de molar permanente (elemento 36) de um paciente jovem, no qual foi observada a preservação do tecido pulpar após a realização de tratamento expectante com cimento de hidróxido de cálcio. O acompanhamento clínico e radiográfico comprovou a manutenção da vitalidade pulpar e o aumento da espessura de dentina remanescente. Dessa forma, observa-se que a proteção do complexo dentinopulpar, especialmente pela utilização dos produtos à base de hidróxido de cálcio, contribui para a realização de tratamento conservador, no qual a estrutura dentária e a vitalidade pulpar são preservadas<sup>16</sup>.

Apesar de o tratamento com hidróxido de cálcio ter sido bem-sucedido até então, na última década, outros materiais têm sido testados para proteção pulpar em ensaios *in vitro* e *in vivo*, a exemplo do MTA<sup>15, 27, 37</sup>.

### **Agregado Trióxido Mineral (MTA)**

O agregado trióxido mineral (MTA) foi desenvolvido pela University of Loma Linda (USA) para selar a comunicação entre o sistema de canais radiculares e a superfície externa em todos os níveis<sup>27</sup>. Recentemente, tem sido usado com o material para capeamento pulpar direto e para o tratamento da perfuração acidental da dentina, porém sua maior limitação é o alto custo<sup>38</sup>.

Estudos têm demonstrado que o MTA apresenta composição semelhante ao cimento Portland (utilizado na construção civil), na qual se verifica a presença de compostos minerais a exemplo de óxido de silício, óxido de alumínio, óxido de cálcio, silicato dicálcico, sulfato de cálcio diidratado e óxido de bismuto, este último responsável pela radiopacidade do material. As diferenças identificadas entre o cimento Portland e o MTA se encontram na forma das partículas (menores e uniformes para o MTA) e na presença do óxido de bismuto, localizado no MTA<sup>27, 38</sup>. Entretanto,

ainda são escassos os estudos que comparam a ação desses dois materiais e verificam suas implicações clínicas<sup>27</sup>.

Entre as propriedades do MTA, destacam-se: biocompatibilidade, ótima capacidade de selamento, efeito antibacteriano, ausência de potencial mutagênico, baixa citotoxicidade, estímulo à formação de tecido mineralizado e estímulo à regeneração tecidual do periodonto<sup>27, 37</sup>. O estudo de Queiroz e colaboradores<sup>37</sup> demonstrou que, diante do capeamento pulpar direto, o MTA e o hidróxido de cálcio apresentaram resposta similar aos tecidos pulparem e periapicais. Assim, o MTA consiste em um material de adequado desempenho para a realização de procedimentos de proteção dentinopulpar.

Nair e colaboradores<sup>30</sup> realizaram um ensaio clínico randomizado e controlado para avaliação histológica, ultraestrutural e qualitativa da resposta pulpar humana em frente ao capeamento experimental com MTA e cimento à base de hidróxido de cálcio (Dycal®, Dentsply International Inc., Milford, DE, USA). Os elementos dentários (terceiros molares) de indivíduos voluntários sofreram pulpotomia iatrogênica e foram tratados com MTA ou cimento de hidróxido de cálcio (Dycal®), para posterior avaliação após uma semana, um mês e três meses de tratamento. Conforme exposto por Nair e colaboradores<sup>30</sup>, o tratamento com MTA foi mais eficaz que o hidróxido de cálcio na recuperação tecidual, em todos os tempos analisados. O tratamento com MTA resultou em menor grau de inflamação, maior estímulo à regeneração tecidual e maior neoformação de dentina mineralizada<sup>30</sup>.

Dessa forma, verifica-se, de acordo com os trabalhos estudados nesta revisão, que o tratamento com MTA, ou produtos equivalentes, obteve resultados mais satisfatórios que o hidróxido de cálcio, devendo ser o material de escolha para os procedimentos de proteção pulpar direta. No entanto, mais estudos prospectivos e de acompanhamento longitudinal são necessários, de modo a confirmar a eficácia e a efetividade desse material na proteção do complexo dentinopulpar.

### **CONCLUSÃO |**

Conforme discutido nesta investigação, os materiais de proteção devem apresentar atividade antimicrobiana, proporcionar efeito remineralizante, prevenir a microinfiltração marginal, selar túbulos dentinários, promover isolamento térmico, químico e elétrico, ser biologicamente compatível, estimular a recuperação do tecido pulpar e contribuir para neoformação de dentina.

Os materiais de proteção que adquirem importância devido às propriedades mecânicas e biologicamente ativas são o cimento de ionômero de vidro, o hidróxido de cálcio e o mineral trióxido agregado, os quais são empregados em diferentes situações clínicas que exigem a aplicação desses produtos como material protetor direto, agente de forramento ou base de restaurações definitivas. O selamento marginal de restaurações, especialmente as promovidas pela técnica de hibridização, deve ser aplicado sobre as paredes circundantes da cavidade a ser restaurada, protegendo-se a superfície dentinária correspondente à parede pulpar. Esse procedimento contribuirá para reduzir a sensibilidade pós-operatória e promoverá a proteção do complexo dentinopulpar.

Após a realização da literatura pertinente, pode-se concluir que o emprego dos materiais de proteção do complexo dentinopulpar depende da espessura de dentina remanescente, das propriedades mecânicas e biológicas do material protetor e da técnica utilizada para confecção das restaurações definitivas.

## REFERÊNCIAS |

- 1 - Anusavice KJ. Philips, materiais dentários. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
- 2 - Aydos JH. Tratamento da polpa inflamada. Rev Facul Odontol Porto Alegre. 1985; 27:153-71.
- 3 - Baratieri LN, Machado A, Van Noort R, Ritter AV, Baratieri NM. Effect of pulp protection technique on the clinical performance of amalgam restorations: three-year results. Oper Dent 2002;27(4):319-24.
- 4 - Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. Caries Res 1997;31(6):411-7.
- 5 - Bjørndal L, Thylstrup A. A practice-based study on stepwise excavation of deep carious lesions in permanent teeth: a 1-year follow-up study. Com Dent Oral Epidemiol 1998;26(2):122-8.
- 6 - Cavalcanti BN, Rode SM, Marques MM. Cytotoxicity of substances leached or dissolved from pulp capping materials. Int Endod J 2005;38(8):505-9.
- 7 - Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the pulp. 9 ed. Nova Iorque: Mosby; 2007.
- 8 - Conceição EN. Dentística: saúde e estética. 2 ed. São Paulo: Artmed; 2007.
- 9 - Cruvinel DR, Garcia LFR, Consani S, Pires-de-Souza FCP. Composites associated with pulp-protection material: color-stability analysis after accelerated artificial aging. Eur J Dent 2010;4(1):6-11.
- 10 - Cui C, Zhou XN, Chen WM. Self-etching adhesives: possible new pulp capping agents to vital pulp therapy. Front Med 2011;5(1):77-9.
- 11 - Dammaschke T, Leidinger J, Schäfer E. Long-term evaluation of direct pulp capping: treatment outcomes over an average period of 6.1 years. Clin Oral Investig 2010;14(5):559-67.
- 12 - Duque C, Hebling J, Smith AJ, Giro EM, Oliveira MF, de Souza Costa CA. Reactionary dentinogenesis after applying restorative materials and bioactive dentin matrix molecules as liners in deep cavities prepared in nonhuman primate teeth. J Oral Rehabil 2006;33(6):452-61.
- 13 - Duque C, Negrini Tde C, Sacono NT, Spolidorio DM, de Souza Costa CA, Hebling J. Clinical and microbiological performance of resin-modified glass-ionomer liners after incomplete dentine caries removal. Clin Oral Investig 2009; 13(4):465-71.
- 14 - Estrela C, Holland R. Calcium Hydroxide: study based on scientific evidences. J Appl Oral Sci 2003;11(4):269-82.
- 15 - Fagundes TC, Barata TJE, Prakki A, Bresciani E, Pereira JC. Indirect pulp treatment in a permanent molar: case report of 4-year follow-up. J Appl Oral Sci 2009;17(1):70-4.
- 16 - Fernandes AM, Silva GAB, Lopes Jr N, Napimoga MH, Benatti BB, Alves JB. Direct capping of human pulps with a dentin bonding system and calcium hydroxide: an immunohistochemical analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;105(3):385-90.
- 17 - Ferraris MEG, Muñoz AC. Histologia e embriologia bucodental. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanaraba Koogan; 2006. 409p.
- 18 - Hebling J, Ribeiro APD, Costa CAS. Relação entre materiais dentários e o complexo dentino-pulpar. ROBRAC 2010;18(48):1-9.
- 19 - Huang FM, Li YC, Lee SS, Chang YC. Cytotoxicity of dentine bonding agents on human pulp cells is related to intracellular glutathione levels. Int Endod J 2010;43(12):1091-7.
- 20 - Jaeger RG. Carious dentin treated by indirect pulp capping: a microanatomic study. Rev Fac Odontol Univ São Paulo 1990;2(2):63-70.

- 21 - Lesot H, Bègue-Kirn C, Kübler MD. Experimental induction of odontoblast differentiation and stimulation during reparative processes. *Cell Materials* 1993; 3:201-17.
- 22 - Maltz M, Oliveira EF, Fontanella V, Bianchi R. A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep carious lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int* 2002;33(2):151-9.
- 23 - Marchiori S, Baratieri LN, de Andrada MA, Monteiro Júnior S, Ritter AV. The use of liners under amalgam restorations: an in vitro study on marginal leakage. *Quintessence Int* 1998; 29(10):637-42.
- 24 - Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balloch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997;25(6):441-58.
- 25 - Migliato KL, Raggio DP, Imparato JCP, De Benedetto MS. tratamento pulpar indireto em molares decíduos em sessão única: estudo retrospectivo. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr* 2010;10(3):439-43.
- 26 - Modena KCS, Casas-Apayco LC, Atta MT, Costa CAS, Hebling J, Sipert CR, Navarro MFL, Santos CF. Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. *J Appl Oral Sci* 2009;17(6):544-54.
- 27 - Moscardó AP, Algarra RM, Alemany IC, Campo HF. Curetagem pulpar em molares permanentes: avaliação clínica. *Dens* 1996;12:17-21.
- 28 - Murray PE, Smith AJ, Windsor LJ, Mjör IA. Remaining dentine thickness and human pulp responses. *Int Endod J* 2003;36(1):33-43.
- 29 - Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J* 2008;41(2):128-50.
- 30 - Olmez A, Oztaş N, Başak F, Sabuncuoğlu B. A histopathologic study of direct pulp-capping with adhesive resins. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;86(1):98-103.
- 31 - Orchardson R, Cadden SW. An update on the physiology of the dentine-pulp complex. *Dent Update* 2001;28(4):200-6.
- 32 - Peliz MIL, Duarte Jr S, Dinelli W. Scanning electron microscope analysis of internal adaptation of materials used for pulp protection under composite resin restorations. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17(2):118-28.
- 33 - Pelliccioni GA, Ciapetti G, Cenni E, Granchi D, Nanni M, Pagani S et al. Evaluation of osteoblast-like cell response to proroot MTA (mineral trioxide aggregate) cement. *J Mater Sci Mat Med* 2004; 15:167-73.
- 34 - Pinheiro SL, Santos MMP, Rondino AF, Imparato JCP. Capeamento pulpar indireto em odontopediatria: indicações e possibilidades. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2003;57(4):280-3
- 35 - Pires-de-Sousa FCP, Contente MMMG, Casemiro LA. Cianocrilato como protetor superficial de restaurações de cimento de óxido de zinco e eugenol e de cimento de ionômero de vidro: avaliação da infiltração marginal. *Ciênc Odontol Bras* 2006;9(1):47-53.
- 36 - Queiroz AM, Assed S, Leonardo MR, Nelson-Filho P, Silva LAB. MTA and Calcium Hydroxide for pulp capping. *J Appl Oral Sci* 2005;13(2):126-30.
- 37 - Reis A, Loguércio AD. Materiais dentários diretos: dos fundamentos à aplicação clínica. São Paulo: Santos; 2007.
- 38 - Ritter AV, Swift Jr EJ. Current restorative concepts of pulp protection. *Endod Topics* 2003;5(1):41-8.
- 39 -Silva AF, Piva E, Demarco FF, Correr Sobrinho L, Osinga PW. Microleakage in conventional and bonded amalgam restorations: influence of cavity volume. *Oper Dent* 2006;31(3):377-83.
- 39 - Souza Costa CA, Teixeira HM, Lopes do Nascimento AB, Hebling J. Biocompatibility of resin-based dental materials applied as liners in deep cavities prepared in human teeth. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;81(1):175-84.
- 40 - Sübay RK, Suzuki S, Suzuki S, Kaya H, Cox CF. Human pulp response after partial pulpotomy with two calcium hydroxide products. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80(3):330-7.
- 41 - Takanashi PT, Silva LMP, Komori PCP, Rode SM. Avaliação da indicação de materiais para proteção do complexo dentinopulpar. *Ciênc Odontol Bras* 2010; 13(4):22-8.
- 42 - Torneck CD. Dentin-pulp complex. In: TENCATE. Oral histology, development, structure and function. St. Louis: Mosby; 1994. p. 169-217.
- 43 - Trowbridge HO, Kim S. Pulp development, structure and function. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the Pulp. St. Louis: Mosby; 1998. p. 386-424.
- 44 - Tziafas D, Pantelidou O, Alvanou A, Belibasakis G,

Papadimitriou S. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. *Int End J* 2002;15:245-54.

45 - Tziafas D, Smith AJ, Lesot H. Designing new treatment strategies in vital pulp therapy. *J Dent* 2000;28(2):77-92.

46 - Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater* 2000;16(2):129-38.

47 - Yu C, Abbott PV. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Aust Dent J* 2007;52(1 Suppl):4-16.

*Correspondência para / Reprint request to:*

**Irlan de Almeida Freires**

*Rua Otávio Teixeira Mendes, nº 1201*

*Alto - Piracicaba - São Paulo*

*CEP: 13417-080*

*e-mail: irlan.almeida@gmail.com*