

PROTEÇÃO PULPAR NA ATUALIDADE: NECESSÁRIA OU DISPENSÁVEL?

PULP PROTECTION TODAY: NECESSARY OR DISPENSABLE?

Lys Aparecida Dias Leal¹

Ingrid Jatobá Magalhães²

Keith Vitória Gomes Almeida³

Margarete Viana dos Santos⁴

Maria Luisa Miranda Sampaio⁵

Danielle Cardoso Albuquerque Maia Freire⁶

5006

RESUMO: A polpa dentária é um tecido conjuntivo altamente inervado e vascularizado, com funções imunológicas, sensoriais, nutritivas e reparadoras. Em casos de perda da dentina saudável por cárie, trauma ou desgaste, os odontoblastos produzem dentina reparadora como mecanismo de defesa. No entanto, há situações em que a resposta natural da polpa não é suficiente, tornando necessária a utilização de materiais específicos para sua proteção. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a real necessidade da proteção pulpar na atualidade, considerando os aspectos biológicos da polpa, a eficácia dos materiais protetores e os possíveis conflitos com os sistemas adesivos restauradores. O estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão de literatura científica abrangendo publicações relevantes no período de 2015 a 2025. Verificou-se que materiais como o hidróxido de cálcio, o agregado de trióxido mineral (MTA) e materiais biocerâmicos possuem propriedades bioativas e promovem a formação de dentina reparadora. Apesar de uma vertente da odontologia estética alegar que os adesivos dentinários modernos dispensam o uso de protetores pulpares, pesquisas apontam que seus monômeros podem apresentar efeito citotóxico sobre as células da polpa, especialmente em cavidades profundas. Conclui-se, portanto, que a proteção pulpar continua sendo uma prática relevante na odontologia contemporânea, contribuindo para a preservação da vitalidade do tecido pulpar e prevenindo a necessidade de procedimentos mais invasivos.

Palavras-chave: Capeamento da polpa dentária. Hidróxido de cálcio. Adesividade.

¹ Discente da Faculdade de Ilhéus, Bahia (CESUPI).

² Discente da Faculdade de Ilhéus, Bahia (CESUPI).

³ Discente da Faculdade de Ilhéus, Bahia (CESUPI).

⁴ Discente da Faculdade de Ilhéus, Bahia (CESUPI).

⁵ Discente da Faculdade de Ilhéus, Bahia (CESUPI).

⁶ Orientadora / Dentista formada em 2004, Especialista em Endodontia, Mestre em Endodontia, Professora do curso de Odontologia da Faculdade de Ilhéus (CESUPI), Professora dos cursos de atualização e especialização do Instituto Excellence e Doutoranda em Biologia e Biotecnologia de Microrganismos (UESC). Atendimento em consultório Maia Odontologia Especializada, Atendimento odontológico domiciliar (Home Care Odonto Bahia).

ABSTRACT: Dental pulp is a highly innervated and vascularized connective tissue with immunological, sensory, nutritional and reparative functions. In cases of loss of healthy dentin due to caries, trauma or wear, odontoblasts produce reparative dentin as a defense mechanism. However, there are situations in which the natural response of the pulp is not sufficient, making it necessary to use specific materials for its protection. This research aimed to analyze the real need for pulp protection today, considering the biological aspects of the pulp, the effectiveness of protective materials and possible conflicts with restorative adhesive systems. The study was developed through a review of scientific literature covering relevant publications from 2015 to 2025. It was found that materials such as calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate (MTA) and bioceramic materials have bioactive properties and promote the formation of reparative dentin. Although one branch of aesthetic dentistry claims that modern dentin adhesives eliminate the need for pulp protectors, research indicates that their monomers can have a cytotoxic effect on pulp cells, especially in deep cavities. It is therefore concluded that pulp protection continues to be a relevant practice in contemporary dentistry, contributing to the preservation of pulp tissue vitality and preventing the need for more invasive procedures.

Keywords: Dental pulp capping. Calcium hydroxide. Adhesiveness.

5007

I INTRODUÇÃO

A polpa dentária apresenta alta quantidade de nervos e vasos sanguíneos, está localizada em paredes dentinárias rígidas e apresenta diversas funções, incluindo respostas a estímulos externos, nutrição, função sensorial e auxilia no processo de reparação através da mineralização. A polpa é um tecido conjuntivo separado em zona dentinoblástica, zona pobre em células, zona rica em células e zona central de fora para dentro. A zona dentinoblástica constitui o complexo dentino-pulpar funcional, sendo essa a principal formação de dentina reparadora e reage a sinais externos como uma forma de proteção (Xie et al., 2021).

Paralelamente a isso, a polpa é responsável por exercer função imunológica de reconhecimento e defesa contra agentes agressores, é perceptora de estímulos térmicos e mecânicos como sinal de alerta e depósito dentinário (Widbiller e Galler, 2023). Além disso, a polpa dentária desempenha um papel importante de proteção, reparação e nutrição para a manutenção dos dentes, é por meio dos vasos sanguíneos presentes nela que ocorre o fornecimento de nutrientes e remoção de resíduos e pela rede neural os estímulos são sinalizados com a presença da dor. Quando a dentina saudável é danificada, seja pela presença de cárie,

desgaste dentário ou fratura, os odontoblastos depositam a dentina terciária na câmara pulpar, também conhecida como dentina reacionária ou reparadora, com o objetivo de reparar o dente afetado (Morotomi et al., 2019).

Quando as comunidades microbianas simbióticas que recobrem o esmalte dos dentes são expostas ao açúcar, ocorre a liberação de ácidos, levando à desmineralização do esmalte, degradação da dentina e, consequentemente, há uma proliferação dos microrganismos nos túbulos dentinários, provocando estímulos com mais agressividade em direção à polpa dentária, isso ocorre devido as terminações odontoblásticas (Farges et al., 2015).

Em lesão cariosa localizada na interface dentino pulpar, existe um nível de inflamação que reduz as capacidades defensivas da polpa frente à futuras lesões. Após esse processo inflamatório ser encerrado, ocorre a cicatrização da polpa através da formação da barreira de dentina reacionária ou dentina reparadora pelos odontoblastos presentes, sendo que, essa nova formação de dentina promove a proteção do tecido pulpar, com cicatrização desse tecido e devolução da saúde ao paciente (Shi et al., 2020).

Além disso, os odontoblastos são considerados a primeira linha de defesa do hospedeiro e por isso, combatem à invasão bacteriana na superfície da polpa. A formação de dentina terciária está relacionada à reparação e regeneração dos tecidos no complexo dentino-pulpar, sendo uma resposta ao processo de cicatrização de feridas no dente (Farges et al., 2015).

5008

A dentina funciona como barreira de proteção da polpa dentária contra os sinais externos possivelmente deletérios ao tecido pulpar. Os odontoblastos são células localizadas na periferia do tecido pulpar e são responsáveis pela formação de dentina terciária mediante aos estímulos nocivos à polpa, como uma forma de proteção da polpa dentária (Nie et al., 2021).

Na maioria das vezes o material protetor necessita exercer o papel da dentina, atuando como um bom isolante térmico e elétrico, possuir propriedades mecânicas apropriadas, oferecer um selamento eficaz, não afetar as características do material restaurador, além de ser biocompatível, bioativo e antimicrobiano, promovendo a formação de dentina reparadora (Santos e Oliveira, 2019).

Em alguns casos em que há presença de lesão cariosa profunda ou trauma, favorecendo a entrada de microrganismos que avançam na polpa, esta pode não ser capaz de se defender sozinha, logo, dentre as opções encontradas no mercado odontológico para realizar a proteção pulpar, destacam-se o hidróxido de cálcio, o agregado de trióxido mineral (MTA) e o biocerâmico Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França). Esses materiais proporcionam cicatrização da polpa dentária e estimulam a formação de dentina reparadora

(Manaspon et al., 2021).

O hidróxido de cálcio ativa o processo de cura e defesa do tecido pulpar e impede a proliferação de microrganismos, mas ao mesmo tempo, ele tem como desvantagem ser um material solúvel e com baixa adesão aos tecidos duros. O MTA apresenta alta capacidade de cicatrização de feridas no complexo dentino-pulpar, é biocompatível e tem baixa solubilidade, mas também, tem um alto custo e pode provocar a descoloração da superfície. O Biodentine é um cimento inovador, o qual proporciona melhores propriedades mecânicas, boa estabilidade de cor e o mecanismo da aplicação é facilitado, porém, conta com um desafio para alcançar a consistência ideal (Islam et al., 2023).

Atualmente, tem se discutido a necessidade da proteção pulpar, principalmente em casos de procedimentos restauradores, visto que o uso inadequado dos adesivos dentinários pode provocar falha na reação de polimerização, interferindo na adesão à dentina e, consequentemente favorecendo a contaminação bacteriana em direção pulpar, além dos agentes de ligação presentes nos sistemas adesivos apresentaram efeitos citotóxicos à polpa (Nie et al., 2021).

Ademais, cumpre destacar que a polpa sofre interferências externas de estímulos biológicos, químicos e mecânicos e ao sofrer estímulos deletérios a mesma inflama. Essa inflamação pode ser transitória ou pode ser uma inflamação prejudicial à vitalidade pulpar. Em casos de cavidades profundas, em que há exposição dos túbulos dentinários com proximidade com o tecido pulpar, é indispensável a proteção da polpa ou o fornecimento de condições para o seu reparo (Li et al., 2024).

5009

Sabendo que a polpa dentária reage aos estímulos externos e atua como uma forma de proteção estimulando a produção de dentina reparadora e que ao ser lesada pode inflamar e até necrosar e que a proteção pulpar vem sendo dispensada por alguns profissionais que afirmam que os materiais protetores à polpa não desempenham papel de indução de dentina e que ainda prejudicam o processo de adesão das restaurações, justifica-se então revisar a literatura acerca deste assunto. O objetivo principal dessa pesquisa foi analisar a necessidade da proteção pulpar frente aos procedimentos estéticos e restauradores.

2 METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão de literatura, com o objetivo de analisar os estudos científicos sobre a proteção pulpar na atualidade. A seleção dos artigos foi realizada nas bases de dados: PubMed, Scielo, Bireme e Google Acadêmico, incluindo publicações em português e inglês, compreendidas no período de 2015 a 2025. Foram utilizados

os seguintes termos de busca: Capeamento da polpa dentária; Hidróxido de cálcio e Adesividade. Os artigos foram escolhidos baseados em sua relevância para o tema, priorizando estudos com embasamento científico sólido e atualizados dentro do espaço proposto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Anatomia da polpa

A polpa dentária é um tecido conjuntivo frouxo especializado, tem origem do ectomesênquima e apresenta um sistema de nervos e vasos sanguíneos que são essenciais para a regeneração do tecido pulpar. Partindo da parte mais periférica para o centro, a polpa apresenta uma zona odontoblástica, zona livre de células, zona rica em células e o núcleo da polpa, os vasos sanguíneos de menor calibre se encontram na zona odontoblástica e influenciam na produção de dentina. Além disso, a sua estrutura é constituída por diversas células, como odontoblastos, fibroblastos, células endoteliais, células nervosas, células-tronco e células imunes (Mai et al., 2020).

Dentre as células imunes encontradas na polpa, destacam-se linfócitos, macrófagos e células dendríticas, as quais são responsáveis pela regeneração e reparo pulpar, assim como contribuir para a resistência do dente às infecções. Ademais, os odontoblastos presentes na polpa dentária são capazes de estimular a formação da dentina quando o dente é submetido a algum estímulo, formando a dentina reparadora que protege a vitalidade pulpar (Li et al., 2024).

5010

3.2 Processo inflamatório pulpar

A polpa é uma estrutura envolvida por tecido mineralizado e está suscetível à processos inflamatórios, que podem ser desencadeados por lesão cariosa, traumas, danos iatrogênicos em procedimentos odontológicos ou exposição a produtos químicos. Esses estímulos inflamatórios podem ser exógenos ou endógenos e se não forem tratados podem progredir para casos de necrose pulpar (Pohl et al., 2024).

Os fatores que causam a inflamação pulpar desencadeiam a infiltração e a migração de células inflamatórias no local, o que resulta em dor e na reparação do tecido mineralizado. Durante esse processo, diferentes níveis de inflamação são observados, variando de leve a moderado ou grave, sendo que, em casos mais extremos, pode ocorrer necrose. Apesar de ser prejudicial ao tecido pulpar, o processo inflamatório desempenha um papel importante ao ativar a resposta imunológica, que é essencial para acelerar a cicatrização (Islam et al., 2023).

3.3 Materiais para proteção pulpar

Os materiais de proteção pulpar estimulam a formação de tecido mineralizado, promovendo a cicatrização da polpa lesionada à medida que induzem a formação de dentina reparadora. O hidróxido de cálcio é considerado um bom material, é antibacteriano, tem o pH alto, auxilia na cicatrização e reparo da superfície pulpar (Nie et al., 2021).

Apesar de ser um material antibacteriano, o hidróxido de cálcio apresenta desvantagens como a falta de adesão, pode causar inflamação e necrose ao tecido pulpar, alta solubilidade em cavidade oral e defeitos na formação de ponte dentinária, logo, formará uma dentina reparadora menos homogênea, não promovendo um selamento eficiente à polpa, o que pode favorecer processo inflamatório pulpar recorrente (Li et al., 2015).

O agregado de trióxido mineral (MTA) é um material que apresenta em sua composição óxido de cálcio sob a forma de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico e óxido de bismuto como colaborador para característica radiopaca do material. Apresenta como vantagem a formação de ponte dentinária mais espessa que a do hidróxido de cálcio e com menor resposta inflamatória ao tecido pulpar (Li et al., 2015). Além disso, possui propriedade bioativa, biocompatível, hidrofílica, proporciona eficiente selamento biológico, mas conta com limitações como dificuldade de manuseio, tempo de presa prolongado e descoloração dos dentes (Pushpalatha et al., 2022). Ademais, devido ao seu pH alcalino, o MTA apresenta como característica ação antibacteriana, controlando a produção de citocinas e, consequentemente, reduzindo processos inflamatórios locais (Cervino et al., 2020).

5011

Outro cimento amplamente utilizado como protetor pulpar é o Biodentine, sendo também um cimento à base de silicato de cálcio, bioativo, possui tempo de presa mais rápido, promove a formação de ponte de dentina e não estimula resposta inflamatória na polpa dentária (Alrabiah., 2020). Devido ao seu potencial de produzir ponte dentinária e dentina reacional, esse biomaterial promove a regeneração e cicatrização da superfície pulpar (Luo et al., 2014). O biodentine, quando comparado ao MTA, apresenta como característica resistência à compressão e à flexão, além da redução do tempo de presa. Assim, possui propriedades mecânicas aprimoradas em relação ao MTA (Ahmad et al., 2022).

3.4 Odontologia estética e a interação com materiais protetores

A área da odontologia estética possui grande relevância na preservação da saúde pulpar, especialmente ao priorizar a integridade do complexo dentino-pulpar em procedimentos

restauradores. Atualmente, discute-se que não há mais necessidade de proteção pulpar porque os sistemas adesivos não lesam a polpa, no entanto, os sistemas adesivos apresentam componentes que demonstraram efeitos tóxicos para as células pulpares (Alrabiah, 2020).

Na literatura, há divergência de opinião sobre a biocompatibilidade dos adesivos dentinários. Alguns autores acreditam que o sistema adesivo, ao formar a camada híbrida, tem potencial para estimular um selamento biológico eficiente entre dente e restauração, inibindo a infiltração de bactérias e impedindo que promovam efeitos prejudiciais à polpa. Assim, indica-se o adesivo como um material protetor do tecido pulpar, embasado na justificativa de que os danos à polpa são provocados, predominantemente, pela penetração de bactérias provenientes da falha na vedação da interface entre a dentina e o procedimento restaurador e não devido à ação química dos sistemas adesivos (Queiroz et al., 2011).

Os sistemas adesivos são compostos por monômeros como BisGMA, UDMA, TEGDMA e HEMA, entretanto, a polimerização desses materiais é incompleta. Como resultado, moléculas residuais tem a capacidade de migrar pelos túbulos dentinários ou atingir diretamente à polpa em casos de exposição, provocando efeitos citotóxicos e causando danos irreversíveis (Modena et al., 2020).

Em cavidades profundas, os monômeros de resina dos agentes adesivos que não reagiram por completo podem se infiltrar por meio dos túbulos dentinários presentes na dentina remanescente e alcançar a polpa dentária, provocando respostas celulares e teciduais, como processos inflamatórios (Massaro et al., 2019).

5012

Ademais, outro fator importante a ser ressaltado sobre os adesivos é a presença de solvente, porque o mesmo é capaz de potencializar os efeitos tóxicos à polpa. Devido a dentina possuir composição úmida, a utilização de solvente torna-se inevitável, entretanto, esse solvente pode contribuir para aumentar a solubilidade do sistema adesivo, o que favorece a liberação dos monômeros residuais que não foram completamente fotopolimerizados. Dessa forma, a toxicidade dos agentes adesivos nas células da polpa dentária pode ser intensificada (Massaro et al., 2019).

4 DISCUSSÃO

De acordo com as pesquisas analisadas, constata-se que a proteção pulpar possui um papel importante na Odontologia atual, inclusive quando o tecido pulpar é exposto a situações de risco, como lesões cariosas profundas, traumas, procedimentos restauradores agressivos, danos mecânicos e químicos, sendo o próprio preparo cavitário para o procedimento estético um

dano à polpa. Conforme ressaltado por Xie et al. (2021), a polpa dentária é uma estrutura que age diretamente na defesa e na reparação do dente, ainda mais pela presença dos odontoblastos, que são responsáveis pela formação da dentina reparadora. Entretanto, a resposta natural da polpa aos estímulos nem sempre é o suficiente para preservar a vitalidade pulpar, justificando assim a utilização de materiais protetores.

Segundo Queiroz et al. (2011), o sistema adesivo pode ser usado como material protetor, pois tem capacidade de promover selamento eficaz, evitando a infiltração bacteriana e, consequentemente, protegendo a polpa. Essa abordagem considera que, os danos ao tecido pulpar não estariam relacionados à ação química dos adesivos, mas sim à falha na vedação, o que permitiria a infiltração de microrganismos e provocaria os efeitos prejudiciais à polpa.

Já Alrabiah (2020), defende que os sistemas adesivos possuem em sua composição monômeros com potencial para causar danos às células pulpares. Modena et al. (2020), aponta que a polimerização incompleta dos monômeros presentes no adesivo, podem resultar em partículas residuais de monômeros, que são capazes de migrar através dos túbulos dentinários e atingir o tecido pulpar, provocando efeitos citotóxicos e estimulando processos inflamatórios. Além disso, a presença de solventes nos sistemas adesivos pode intensificar essa toxicidade à polpa, como ressaltado por Massaro et al. (2019). Todavia, na literatura existem pesquisas realizadas em organismos vivos e em laboratório que identificaram que os componentes presentes no adesivo não provocam efeitos danosos à polpa, conforme demonstrado por Caroprese et al. (2024).

5013

Dentro da abordagem sobre proteção pulpar, diferentes materiais têm sido analisados, cada um com suas propriedades e limitações. De acordo com Nie et al. (2021), o hidróxido de cálcio é comumente utilizado por sua ação antibacteriana e potencial para induzir a formação de dentina, entretanto, baixa adesão e alta solubilidade, fatores que interferem no selamento. Li et al. (2015) destacam ainda que pode ocasionar formação irregular da ponte dentinária e processo inflamatório. Já o MTA, apresenta melhor selamento, maior espessura de ponte de dentina e menor resposta inflamatória que o hidróxido de cálcio. O Biodentine, conforme Ahmad et al. (2022), surge como uma opção mais atual, apresenta melhor resistência à compressão e menor tempo de presa, considerando-o superior ao MTA em desempenho mecânico.

Seguindo o embasamento Brizuela et al. (2017), o hidróxido de cálcio era considerado padrão ouro como material protetor da polpa. No entanto, atualmente, os cimentos à base de

silicato de cálcio são boas alternativas de substituição, por apresentarem propriedades bioativas, biocompatíveis, potencial de selamento e melhores propriedades mecânicas.

Dessa forma, embora existam divergentes pontos de vista sobre a utilização de materiais para proteção pulpar, os riscos provenientes da toxicidade dos adesivos e proximidade com o tecido pulpar devem ser levados em consideração.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proteção pulpar permanece sendo uma prática clínica necessária na odontologia atual, predominantemente em casos que envolvam o complexo dentino-pulpar e considerando as contasasões de que a polpa dentária, por mais que apresente mecanismos próprios de defesa e reparação, nem em todas as situações é capaz de responder de forma apropriada a estímulos agressivos induzidos por lesões profundas de cárie, traumas ou procedimentos restauradores invasivos.

Embora exista uma vertente da odontologia estética que defende a dispensa da proteção pulpar, fundamentada pelos progressos nos sistemas adesivos, as pesquisas revelaram que os monômeros presentes nos adesivos, quando não fotopolimerizados por completo, desenvolveram efeitos citotóxicos sobre as células pulpares, afetando a integridade biológica do tecido dentário. Nesse contexto, materiais como o hidróxido de cálcio, agregado de trióxido mineral e biodentine seguem sendo opções válidas e eficazes, por apresentarem potencial bioativo, induzir formação de dentina reparadora e regeneração do tecido, por mais que possuam limitações.

5014

Portanto, a decisão clínica deve ser respaldada em uma conduta direcionada, levando em consideração a profundidade da cavidade e resposta biológica prevista. A preservação da vitalidade pulpar deve ser um dos pilares da odontologia restauradora, priorizando a longevidade dos dentes naturais e qualidade de vida do paciente. Assim, em função das características da anatomia da polpa, da gama de materiais existentes e das comprovações científicas, a proteção pulpar revela-se indispensável.

REFERÊNCIAS

AL-AHMAD, Ali et al. **Biodentine inhibits the initial microbial adhesion of oral microbiota in vivo.** *Antibiotics (Basel)*, v. 12, p. 4, 2023. Erratum in: *Antibiotics (Basel)*, v. 13, n. 11, p. 1069, 11 nov. 2024.

ALRABIAH, Abdullah Mohammed. **Agregado de Trióxido Mineral versus Hidróxido de Cálcio em capeamento pulpar direto: uma revisão de literatura.** *Revista Internacional de Pesquisa Inovadora em Ciências Médicas (IJIRMS)*, v. 5, ed. 7, jul. 2020.

BRIZUELA, C. et al. **Direct pulp capping with calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate, and biobond in permanent young teeth with caries: a randomized clinical trial.** *Journal of Endodontics*, v. 43, n. 11, p. 1776-1780, nov. 2017.

CAROPRESE, A. C. et al. **Cytotoxic effects on human dental pulp stem cells after exposure to adhesive bonding agents.** *Brazilian Dental Journal*, v. 35, e245529, 24 jun. 2024.

CERVINO, G. et al. **Mineral trioxide aggregate applications in endodontics: a review.** *European Journal of Dentistry*, v. 14, n. 4, p. 683-691, out. 2020.

FARGES, Jean-Christophe et al. **Dental pulp defence and repair mechanisms in dental caries.** *Mediadores da Inflamação*, v. 2015, art. ID 230251, 2015.

ISLAM, Rafiqul et al. **Procedimentos de capeamento pulpar direto - evidências e prática.** *Japanese Dental Science Review*, v. 59, p. 48-61, dez. 2023.

LI, X. L.; FAN, W.; FAN, B. **Dental pulp regeneration strategies: a review of status quo and recent advances.** *Bioactive Materials*, [S.l.], v. 38, p. 258-275, 7 maio 2024.

LI, Z.; CAO, L.; FAN, M.; XU, Q. **Direct pulp capping with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: a meta-analysis.** *Journal of Endodontics*, v. 41, n. 9, p. 1412-1417, set. 2015.

LUO, Z. et al. **A Biodentina induz a diferenciação das células-tronco da polpa dentária humana através das vias de proteína quinase ativada por mitógeno e da proteína quinase II dependente de cálcio/calmodulina.** *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 7, p. 937-942, jul. 2014. 5015

MAI, Ba Hoang Anh; DRANCOURT, Michel; ABOUDHARAM, Gérard. **Polpa dentária antiga: tecido obra-prima para paleomicrobiologia.** *Molecular Genetics & Genomic Medicine*, v. 8, n. 6, art. e1202, jun. 2020.

MANASPOON, Chawan et al. **Respostas de células-tronco da polpa dentária humana a diferentes materiais de capeamento da polpa dentária.** *BMC Saúde Bucal*, v. 21, n. 1, art. 209, 2021.

MASSARO, H. et al. **Solvent and HEMA increase adhesive toxicity and cytokine release from dental pulp cells.** *Materials (Basel)*, v. 12, n. 17, art. 2750, 27 ago. 2019.

MODENA, Karin Cristina da Silva et al. **Molecular response of pulp fibroblasts after stimulation with pulp capping materials.** *Brazilian Dental Journal*, v. 31, n. 3, p. 244-251, 2020.

MOROTOMI, Takahiko; WASHIO, Ayako; KITAMURA, Chiaki. **Opções atuais e futuras para terapia pulpar dentária.** *Revisão da Ciência Odontológica Japonesa*, v. 55, p. 5-11, 2019.

NIE, E. et al. **Eficácia do capeamento pulpar direto na regeneração da dentina: uma revisão sistemática.** *Materials*, v. 14, art. 6811, 2021.

POHL, S. et al. Compreendendo a inflamação da polpa dentária: da sinalização à estrutura. *Frontiers in Immunology*, v. 15, art. 1474466, 2024.

PUSHPALATHA, C. et al. Modified mineral trioxide aggregate - a versatile dental material: an insight on applications and newer advancements. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 10, p. 941826, 9 ago. 2022.

QUEIROZ, A. M. de et al. Proteção pulpar direta com sistemas adesivos: revisão da literatura. *Odontologia Clínico-Científica*, Recife, Suplemento, p. 409-412, out./dez. 2011.

SANTOS, Gustavo Oliveira dos; OLIVEIRA, Thaynara Felix de. Materiais de proteção ao complexo dentino-pulpar: revisão de literatura. 2019. Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, Taubaté, SP, 2019.

SHI, X.; MAO, J.; LIU, Y. Células-tronco pulparas derivadas de dentes permanentes e decíduos humanos: características biológicas e aplicações terapêuticas. *Stem Cells Translational Medicine*, v. 9, n. 4, p. 445-464, abr. 2020.

WIDBILLER, Matthias; GALLER, Kerstin M. Engenharia do futuro da saúde bucal: explorando avanços moleculares na regeneração da polpa dentária. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 24, n. 14, p. 11453, 2023.

XIE, Z. et al. Regeneração funcional da polpa dentária: pesquisa básica e tradução clínica. *Ciência Molecular*, v. 22, p. 8991, 2021.