

MATERIAIS BIOLÓGICOS PARA CAPEAMENTO PULPAR DIRETO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Vitor Matheus Segatto Maffini¹; Guilherme Pauletto²; Natália Franco Brum³; Mônica Pagliarini Buligon⁴; Flávia Kolling Markezan⁵; Marina Monteiro Rossato⁶; Carina Michelin⁷; Mariana De Carlo Bello⁸.

RESUMO

Diversos materiais têm sido sugeridos para capeamento pulpar direto. Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura, sobre os principais materiais utilizados para capeamento pulpar direto, partir de uma busca na base de dados PubMed, incluindo-se 5 estudos. O hidróxido de cálcio e o MTA apresentam limitações. O hidróxido de cálcio quando em contato com a superfície pulpar, induz à inflamação e à necrose tecidual. O MTA é de difícil manuseio e aplicação, em decorrência do alto tempo de presa. Já o Biodentine promove a formação de dentina reparadora, contendo menor tempo de presa e propriedades biológicas, mecânicas e físicas positivas, quando em contato com as células pulpares.

Palavras-chave: Biodentine, Hidróxido de Cálcio, MTA.

Eixo Temático: Atenção Integral e Promoção à Saúde (AIPS)

¹Acadêmico do curso de odontologia da Universidade Franciscana (UFN) (vitor.matheus@ufn.edu.br)

²Pós graduando pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (guilhermepauletto@hotmail.com)

³Acadêmica do curso de odontologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (natyfbrum@hotmail.com)

⁴Docente do curso de odontologia da Universidade Franciscana (UFN) (monica.buligon@ufn.edu.br)

⁵Docente do curso de odontologia da Universidade Franciscana (UFN) (flavia.marquezan@ufn.edu.br)

⁶Acadêmica do curso de odontologia da Universidade Franciscana (UFN) (marina.rossato@ufn.edu.br)

⁷Pós graduanda pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (carina.michelon@hotmail.com)

⁸Docente do curso de odontologia da Universidade Franciscana (UFN) (mariana.bello@ufn.edu.br)

1. INTRODUÇÃO

A terapia pulpar conservadora tem como princípio preservar o tecido pulpar, remover tecido dentário contaminado por bactérias e promover o reparo através da estimulação de uma barreira de tecido mineralizado (BRIZUELA et al., 2017). Fazem parte desta terapia as técnicas do capeamento pulpar indireto, capeamento pulpar direto, pulpotomia parcial e pulpotomia total (ASGARY; AHMADYAR, 2013). O sucesso de uma terapia conservadora pulpar deve-se a condição da polpa, tendo em vista que quando a mesma se encontra vital, com suas características morfológicas ideais, a polpa é capaz de acarretar na regeneração do complexo dentino-pulpar (CAMPS et al., 2000; KOMABAYASHI et al., 2016; KATGE; PATIL, 2017). A integridade do complexo dentino-pulpar é de suma importância ao elemento dentário, uma vez que o mesmo desempenha um papel fundamental na defesa imunológica contra estímulos nocivos e na reparação tecidual durante um trauma ou uma infecção (YU; ABBOTT, 2007; KIM, 2017). A regeneração deste complexo ocorre a partir da neoformação dentinária (dentina terciária) e da remineralização da dentina existente, induzida pelo tecido pulpar, através do recrutamento de odontoblastos ou na diferenciação das células mesenquimais indiferenciadas, formando-se assim um selamento biológico (ASGARY; AHMADYAR, 2013).

A exposição da polpa pode ocorrer via traumatismo dental, lesão de cárie de grande extensão e por iatrogenia durante o preparo de uma cavidade ou preparo protético (SCHWENDICKE et al., 2016), sendo a preservação e manutenção da saúde pulpar extremamente importante, pois possibilita dessa forma um prognóstico mais favorável para o dente (RAEDEL et al., 2016; SONG et al., 2017).

O capeamento pulpar direto é um procedimento realizado em casos em que se tem uma pequena exposição da polpa dentária, visando preservar a vitalidade pulpar estimulando a formação de uma barreira de tecido mineralizado, assim como evitar ou retardar o tratamento endodôntico radical, e nos casos de rizogênese incompleta permitir o desenvolvimento radicular completo. As características ideais de um material capeador compreendem adesão ao remanescente dentário, selamento adequado, insolubilidade aos fluidos orais, estabilidade dimensional,

bioatividade, biocompatibilidade, radiopacidade, além de não serem reabsorvíveis, tóxicos e carcinogênicos (DA ROSA *et al.*, 2018).

Existem diversos materiais que podem ser utilizados para capeamento pulpar direto, entre eles o hidróxido de cálcio e materiais à base de silicato de cálcio, como o agregado trióxido mineral (MTA) e Biodentine. O hidróxido de cálcio é o material padrão ouro para procedimentos de capeamento pulpar. O MTA é indicado como material de reparo com excelente biocompatibilidade e capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado, devido à sua grande capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado, o MTA tornou-se um dos materiais mais importantes para o tratamento de perfurações, proteção pulpar e obturação retrógrada, já o Biodentine é um material biocerâmico que faz a liberação de íons cálcio, mas não fornece outros íons metálicos ($Mg^{2+} + Zr^{4+} + Sr^{2+}, Zn^{2+}$) que são fundamentais para uma alta bioatividade e capacidade de induzir regeneração e reparo tecidual. O cimento experimental a base de silicato de cálcio com partículas metálicas procura melhorar a bioatividade quando comparado aos tradicionais cimentos de silicato de cálcio. Portanto, este trabalho tem como objetivo revisar a literatura sobre estes materiais.

2. METODOLOGIA

Foi realizada uma busca na base de dados PubMed, pelos descritores 'Biodentine', 'Calcium Hydroxide', 'Direct capping' e 'MTA', inter-relacionados ao operador booleano 'AND', comparando-se o material capeador direto 'padrão-ouro', Hidróxido de Cálcio, com o MTA e o Biodentine. Foram incluídos nesta revisão 5 estudos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista a grande quantidade de estudos sobre a resposta biológica do hidróxido de cálcio, com dados que demonstram sucesso na terapêutica, este material é considerado o material padrão-ouro para ser utilizado na proteção pulpar direta (ASGARY; AHMADYAR, 2013; BRIZUELA *et al.*, 2017), devido às suas propriedades antibacterianas e sua capacidade de estimular a formação de dentina reparadora (DOMINGUEZ *et al.*, 2003; IWAMOTO *et al.*, 2006; LI *et al.*, 2015).

Entretanto, é de conhecimento que o hidróxido de cálcio apresenta algumas limitações, no que diz respeito ao processo inflamatório e a necrose tecidual produzida na superfície pulpar que entra em contato com o material, formação de uma ponte dentinária não homogênea, alta solubilidade e baixa resistência mecânica (LI et al., 2015; NOWICKA et al., 2015).

Proveniente dos avanços tecnológicos dos tempos atuais, surgiram os materiais à base de silicato de cálcio, os quais apresentam alta bioatividade, biocompatibilidade, capacidade de vedação e propriedades mecânicas consideradas melhores que as do hidróxido de cálcio (BRIZUELA et al., 2017). Esses materiais possuem a capacidade de liberar íons cálcio, estimulando a formação dentinária, aumentar o pH para níveis bactericidas e ocasionar pouca citotoxicidade ao tecido pulpar (GONG; FRANÇA, 2017).

Dentre os materiais à base de silicato de cálcio, o MTA foi o primeiro a ser comercializado (BRIZUELA et al., 2017). O MTA branco é um pó constituído por finas partículas hidrofílicas de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, sulfato de cálcio desidratado e óxido de bismuto, além de conter pequenas quantidades de outros óxidos minerais, os quais interferem em suas propriedades químicas e físicas. O pó é formado por partículas hidrofílicas que se fixam na presença de umidade, resultando em um gel que se solidifica em uma estrutura rígida (IWAMOTO et al., 2006). Quando comparado com o hidróxido de cálcio, o MTA apresenta uma maior capacidade de estimular a formação de dentina reparadora, com uma ponte dentinária mais homogênea, além de possuir propriedades de selamento superiores (DOMINGUEZ et al., 2003; ESKANDARIZADEH et al., 2011; MENTE et al., 2014). Entretanto, devido o MTA apresentar algumas limitações, como ser de difícil manuseio e aplicação e possuir um tempo de presa prolongado, surgiram novos materiais de silicato de cálcio, visando aperfeiçoar essas características (PARIROKH; TORABINEJAD, 2010; TZIAFAS et al., 2014; LIPSKI et al., 2018).

O Biodentine® (Septodont, Saint Maur des Fossés, França) é um material à base de silicato de cálcio criado para suprir as limitações observadas no hidróxido de cálcio e no MTA (NOWICKA et al., 2015). O mesmo é definido como um substituto dentinário, apresentando em sua composição os componentes

encontrados no cimento Portland, como o silicato tricálcico e silicato dicálcico, e outros elementos como o carbonato de cálcio e óxido de zircônio, estando estes componentes contidos no pó, e o cloreto de cálcio e um agente policarboxilato constituindo o líquido (TZIAFAS et al., 2014). Estudos demonstram que o Biodentine® tem um efeito positivo quando em contato com as células pulpares e promove a formação de dentina reparadora de maneira semelhante ao MTA (TRAN et al., 2012; ZANINI et al., 2012; DE ROSSI et al., 2014). As principais vantagens encontradas neste produto são o seu tempo de presa mais rápido, de aproximadamente 12 minutos, e suas excelentes propriedades mecânicas. Logo, as suas boas propriedades de manipulação, bem como suas propriedades biológicas, mecânicas e físicas, indicam este material como um capeador pulpar (SHAYEGAN et al., 2012).

Nesse contexto, diversos estudos disponíveis na literatura buscam comparar os materiais utilizados para proteção do complexo dentino-pulpar e quantificar as taxas de sucesso oriundas de cada material, com base em dados clínicos, radiográficos e histológicos (AGUILAR; LINSUWANONT, 2011).

Aeinehchi et al. (2002) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a resposta biológica do MTA (ProRoot, Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, EUA) e a do hidróxido de cálcio (Dycal, L.D. Caulk, Milford, DE, EUA) no procedimento de capeamento pulpar direto em dentes humanos. A amostra total foi composta por 22 terceiros molares superiores hígidos, com indicação de exodontia, em indivíduos entre 20 e 25 anos de idade. Após anestesia e isolamento absoluto do campo operatório, foram confeccionadas cavidades classe I com aproximadamente 1 milímetro (mm) de largura, exposição pulpar intencional com uma broca esférica 005, irrigação com soro fisiológico e hemostasia com bolinhas de algodão. As polpas expostas foram cobertas com MTA (n = 11) ou hidróxido de cálcio (n = 11), cobertas com uma camada de 2 mm de cimento de óxido de zinco e eugenol e restauradas com amálgama. Um total de 14 dentes foram extraídos, no período de 1 semana após o procedimento (dois molares), 2 meses (três molares), 3 meses (cinco molares), quatro meses (dois molares) e seis meses (dois molares). O ápice de cada dente foi seccionado imediatamente para permitir a penetração de formalina a 10% para fins de descamação do tecido, e posteriormente encaminhado para análise

histológica. Quanto aos resultados, foi observado um menor processo inflamatório, hiperemia e necrose, além de uma ponte dentinária mais espessa e uma frequente formação da camada odontoblástica, quando o MTA foi utilizado em detrimento ao hidróxido de cálcio.

Nowicka et al. (2013) compararam a resposta do complexo dentino-pulpar em dentes humanos após o capeamento pulpar direto realizado utilizando como materiais capeadores o Biodentine® (Septodont, Saint Maur des Fossés, França) e o MTA (ProRoot White, Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, EUA). A amostra total consistiu em 28 terceiros molares superiores e inferiores hígidos, programados para extração por motivos ortodônticos, provenientes de 18 pacientes com idade entre 19 e 28 anos. Após anestesia local e isolamento absoluto, foram preparadas cavidades oclusais classe I utilizando-se ponta diamantada esférica com alta rotação sob refrigeração. Uma exposição pulpar de aproximadamente 1,2 mm de diâmetro foi feita com brocas de carboneto redondas. O sangramento foi controlado com irrigação com soro fisiológico e um pellet de algodão. Os dentes foram divididos em 2 grupos experimentais, Biodentine® (n = 11), MTA (n = 11) e 1 grupo controle (n = 6). No grupo Biodentine®, as polpas expostas foram cobertas por tal material de acordo com as recomendações do fabricante, sendo o mesmo também utilizado para a confecção da restauração temporária. E no grupo MTA as polpas expostas foram cobertas com uma camada de 2 mm de espessura de MTA de acordo com as recomendações do fabricante, seguida de um pellet de algodão umedecido e os dentes restaurados provisoriamente com cimento de ionômero de vidro (Ketac Molar; 3M ESPE, Seefeld, Alemanha). Após 6 semanas os dentes foram extraídos, acondicionados em formalina 10% e encaminhado para análise histológica. Quanto aos resultados, a maioria dos espécimes mostrou formação completa da ponte dentinária e ausência de resposta pulpar inflamatória. A análise estatística não mostrou diferenças significativas entre os grupos.

Nowicka et al. (2015) compararam através de avaliações histológicas e tomográficas a qualidade da ponte dentinária após capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio, MTA, Biodentine® e Single Bond em dentes humanos. Foram utilizados 44 terceiros molares superiores e inferiores hígidos, com indicação de exodontia por fins ortodônticos ou cirúrgicos, oriundos de 21 pacientes entre 19 e 32

anos de idade. Após anestesia local e isolamento absoluto, foram preparadas cavidades oclusais classe I utilizando-se ponta diamantada esférica com alta rotação sob refrigeração. Uma exposição pulpar de aproximadamente 1,2 mm de diâmetro foi feita com brocas de metal. O sangramento foi controlado com irrigação com soro fisiológico e um pellet de algodão. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n = 11 cada), dependendo do material capeador utilizado. No grupo 1 a polpa exposta foi coberta com pasta de hidróxido de cálcio (Calcipast, Cerkamed, Stalowa Wola, Polônia) e cimento de hidróxido de cálcio (Life, Kerr Hawe, Salerno, Itália), com posterior aplicação de Single Bond Universal e resina Filtek Ultimate (3M ESPE, Saint Paul Minnesota, EUA). No grupo II as polpas expostas foram cobertas com MTA (ProRoot White, Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, EUA) de acordo com as recomendações do fabricante, seguida de um pellet de algodão umedecido e os dentes restaurados provisoriamente com cimento de ionômero de vidro (Ketac Molar; 3M ESPE, Seefeld, Alemanha). No grupo III as polpas expostas foram cobertas por Biodentine® (Septodont, Saint Maur des Fossés, França) de acordo com as recomendações do fabricante, sendo o mesmo também utilizado para a confecção da restauração temporária. No grupo IV as polpas expostas foram cobertas diretamente com Single Bond Universal e resina Filtek Ultimate (3M ESPE, Saint Paul Minnesota, EUA). Após 6 semanas os dentes foram extraídos, acondicionados em formalina 10% e encaminhados para análise histológica e exame de imagem, através da tomografia computadorizada de feixe cônico. Quanto aos resultados, a ponte dentinária formada nos grupos em que foi utilizado hidróxido de cálcio, MTA e Biodentine® foi significativamente superior à formada no grupo Single Bond Universal em termos de espessura e volume. As pontes de dentina no grupo Biodentine® apresentaram os maiores volumes, sendo a densidade média das pontes de dentina mais alta no grupo MTA e menor no grupo Single Bond Universal.

Chen e Suh (2017) realizaram uma revisão da literatura com a finalidade de revisar os dados disponíveis referentes a citotoxicidade e a biocompatibilidade dos materiais capeadores diretos, dando ênfase aos materiais da última geração. Após a análise de vários estudos, os autores concluíram que quando os sistemas adesivos, o óxido de zinco e eugenol e o ionômero de vidro são utilizados como material para proteger a polpa em capeamentos diretos, observa-se inflamação crônica, má

cicatrização pulpar e falta de formação de ponte dentinária, devendo dessa forma ser evitado a utilização de tais materiais com essa finalidade, devido seus efeitos citotóxicos. Já os produtos à base de hidróxido de cálcio demonstram propriedades antibacterianas e capacidade de estimular a formação de pontes de dentina. No entanto, quando comparados com os materiais à base de silicato de cálcio, os últimos demonstram ter menor citotoxicidade e resultados clínicos melhores para capeamento pulpar direto.

4. CONCLUSÃO

Após a análise dos estudos sobre os materiais utilizados para capeamento pulpar direto, podemos concluir que o hidróxido de cálcio e o MTA têm sido as opções de primeira escolha para o contato direto na área da exposição pulpar. O MTA tornou-se o material mais utilizado em capeamentos pulpares diretos nos últimos anos e estudos in vitro comprovam a formação da ponte de dentina sob o local da exposição selado com este material, porém, o longo tempo para presa, a descoloração da estrutura dentária, a dificuldade de manuseio e o alto custo são algumas desvantagens deste material. Com o propósito de superar tais desvantagens do MTA, outro cimento de silicato tricálcio bioativo foi introduzido no mercado, o Biodentine que serve como substituto da dentina perdida. Este material pertence ao grupo dos biocerâmicos e induz a proliferação e diferenciação de células-tronco da polpa dentária, as quais desempenham um papel importante no processo de cicatrização através da diferenciação celular semelhante ao odontoblasto.

REFERÊNCIAS

AEINEHCHI, et al. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 1, p. 225-231, 2002.

AGUILAR, P.; LINSUWANONT, P. Vital Pulp Therapy in Vital Permanent Teeth with Cariously Exposed Pulp: A Systematic Review. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 5, p. 581-587, 2011.

ASGARI, S.; AHMADYAR, M. Vital pulp therapy using calcium-enriched mixture: An evidence-based review. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 16, n. 2, p. 92-98, 2013.

BRIZUELA, C. et al. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 11, p. 1776-1780, 2017.

CAMPS, J. et al. Factors influencing pulpal response to cavity restorations. **Dental Materials**, v. 16, n. 6, p. 432-440, 2000.

CHEN, L.; SUH, B. I. Cytotoxicity and biocompatibility of resin-free and resin-modified direct pulp capping materials: A state-of-the-art review. **Dental Materials Journal**, v. 36, n. 1, p. 1-7, 2017.

CHO, H.; LYNHAM, A. J.; HSU, E. Post-operative interventions to reduce inflammatory complications after third molar surgery: Review of the current evidence. **Australian Dental Journal**, v. 62, n. 4, p. 412-419, 2017.

DA ROSA, W. L. O. et al. Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. **Journal of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials**, v. 106, n. 3, p. 1358-1368, 2018.

Dental Radiographic examinations: Recommendations for patient selection and limiting radiation exposure. U. S. Department of health and human services. **Food and Drug Administration**, 2012. Disponível: <<http://www.fda.gov/default.htm>>. Acesso em: 25 junho de 2019.

DE ROSSI, A. et al. Comparison of Pulpal Responses to Pulpotomy and Pulp Capping with Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate in Dogs. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 9, p. 1362-1369, 2014.

DOMINGUEZ, M. S. et al. Histological and Scanning Electron Microscopy Assessment of Various Vital Pulp-Therapy Materials. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 5, p. 324-333, 2003.

ESKANDARIZADEH, A. et al. A comparative study on dental pulp response to calcium hydroxide, white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 14, n. 4, p. 351-355, 2011.

GALA-GARCIA, A. et al. Bioceramic/poly (glycolic)-poly (lactic acid) composite induces mineralized barrier after direct capping of rat tooth pulp tissue. **Brazilian Oral Research**, v. 24, n. 1, p. 08-14, 2010.

GONG, V.; FRANÇA, R. Nanoscale chemical surface characterization of four different dental pulp-capping materials. **Journal of Dentistry**, v. 58, n. 1, p. 11-18, 2017.

HIRSCHMANN, P. N. Guidelines on radiology standards for primary dental care: a resumé. Royal College of Radiologists and the National Radiological Protection Board. **British Dental Journal**, v. 178, n. 5, p. 165-167, 1995.

HOPPE, A.; GÜLDAL, N. S.; BOCCACCINI, A. R. A review of the biological response to ionic dissolution products from bioactive glasses and glass-ceramics. **Biomaterials**, 32 (11): 2757–74, 2011.

IWAMOTO, C. E. et al. Clinical and histological evaluation of white ProRoot MTA in direct pulp capping. **American Journal of Dentistry**, v. 19, n. 2, p. 85-90, 2006.

KATGE, F. A.; PATIL, D. P. Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate–based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Split Mouth Study. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 4, p. 507-513, 2017.

KIM, S. G. Biological Molecules for the Regeneration of the Pulp-Dentin Complex. **Dental Clinics of North America**, v. 61, n. 1, p. 127-141, 2017.

KOMABAYASHI, T. et al. Current status of direct pulp-capping materials for permanent teeth. **Dental Materials Journal**, v. 35, n. 1, p. 1-12, 2016.

KUNDZINA, R. et al. Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide. **International Endodontic Journal**, v. 50, n. 10, p. 924-932, 2017.

LI, Z. et al. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide or Mineral Trioxide Aggregate: A Meta-analysis. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 9, p. 1412-1417, 2015.

LIPSKI, M. et al. Factors affecting the outcomes of direct pulp capping using Biodentine. **Clinical Oral Investigations**, v. 22, n. 1, p. 2021-2029, 2018.

MENTE, J. et al. Treatment Outcome of Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping: Long-term Results. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 11, p. 1746-1751, 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Resolução nº196/96 versão 2012. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/>>. Acesso em: 14 junho de 2019.

MOHAMMADI, H. et al. Bioinorganics in Bioactive Calcium Silicate Ceramics for Bone Tissue Repair: Bioactivity and Biological Properties. **Journal Ceramic and Science Technology**, 5 (1): 1-12, 2014.

NOWICKA, A. et al. Response of Human Dental Pulp Capped with Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 6, p. 743-747, 2013.

NOWICKA, A. et al. Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 8, p. 1234-1240, 2015.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 1, p. 16-27, 2010.

QURESHI, A. et al. Recent Advances in Pulp Capping Materials: An Overview. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 8, n. 1, p. 316-321, 2014.

RAEDEL, M. et al. Outcomes of direct pulp capping: interrogating an insurance database. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 11, p. 1040-1047, 2016.

SCHWENDICKE, F. et al. Different materials for direct pulp capping: systematic review and meta-analysis and trial sequential analysis. **Clinical Oral Investigations**, v. 20 n. 6, p. 1121-1132, 2016.

SHAYEGAN, A. et al. Biodentine Used as a Pulp-Capping Agent in Primary Pig Teeth. **Pediatric Dentistry**, v. 34, n. 7, p. 202-208, 2012.

SONG, M. et al. Clinical and Molecular Perspectives of Reparative Dentin Formation: Lessons Learned from Pulp-Capping Materials and the Emerging Roles of Calcium. **Dental Clinics of North America**, v. 61, n. 1, p. 93-110, 2017.

TRAN, X. V. et al. Effect of a Calcium-silicate-based Restorative Cement on Pulp Repair. **Journal of Dental Research**, v. 91, n. 12, p. 1166-1171, 2012.

TZIAFAS, C. et al. Dentinogenic Responses after Direct Pulp Capping of Miniature Swine Teeth with Biodentine. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 12, p. 1967-1971, 2014.

WANG, G.; WANG, C; QIN, M. Pulp prognosis following conservative pulp treatment in teeth with complicated crown fractures-A retrospective study. **Dental Traumatology**, v. 33, n. 4, p. 255-260, 2017.

YAEMKLEEBBUA, K. et al. Analysis of hard tissue regeneration and Wnt signaling in dental pulp tissues after direct pulp capping with different materials. **International Endodontic Journal**, 2019 [Epub ahead of print].

YU, C.; ABBOTT, P. V. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. **Australian Dental Journal**, v. 52, (1 Suppl): S4-S16, 2007.

ZANINI, M. et al. Biodentine Induces Immortalized Murine Pulp Cell Differentiation into Odontoblast-like Cells and Stimulates Biomineralization. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 9, p. 1220-1226, 2012.