

USO DE AGENTES BIOATIVOS NA REGENERAÇÃO E PROTEÇÃO DO COMPLEXO DENTINA POLPA: REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA

Use of bioactive agents in the regeneration and protection of the dentin-pulp complex: a narrative literature review

Access this article online	
Quick Response Code:	
	Website: https://periodicos.uff.br/ijosd/article/view/70019

Autores:

Juliana Conceição de Oliveira

Graduanda em Odontologia pelo Centro Universitário Maurício de Nassau, Maceió-AL, Brasil.

Heleine Maria Chagas Rêgo

Doutora em Odontologia Restauradora – Dentística. Professora Doutora da faculdade de Odontologia Centro Universitário Maurício de Nassau, Maceió- AL, Brasil.

Instituição: : Centro Universitário Maurício de Nassau, Maceió- AL, Brasil.

Autor correspondente: Rua José de Alencar, 511. Farol, CEP: 57051-565 Maceió, AL, Brasil.

Telefone: (082) 98816-0070

Email: Heleine.rego@gmail.com

RESUMO

O complexo dentina-polpa é fundamental para a vitalidade dentária, atuando na formação, defesa e sensibilidade. Agressões como cárie profunda podem gerar inflamações que evoluem para danos irreversíveis. Nesse contexto, materiais bioativos vêm ganhando destaque por interagir com os tecidos e estimular reparo e regeneração. Entre eles, MTA e Biodentine apresentam alta biocompatibilidade

e capacidade de induzir formação de dentina reparadora. Analisar através de uma revisão narrativa de literatura, a atuação de agentes bioativos na regeneração e proteção do complexo dentina-polpa, considerando seus efeitos biológicos e eficácia clínica em terapias conservadoras. Revisão narrativa de literatura realizada a partir da busca de artigos nas bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCs): *"Biomaterial; Polpa Dentária; Regeneração; Terapia conservadora"*. A busca dos artigos foi realizada no segundo semestre de 2025, permitindo a seleção de 16 artigos publicados nos últimos dez anos, nas línguas portuguesa ou inglesa. Os agentes bioativos, especialmente os cimentos de silicato de cálcio, apresentaram liberação de íons, estímulo de fatores de crescimento, biocompatibilidade e indução odontogênica. Observou-se formação de ponte dentinária, redução da inflamação e manutenção da vitalidade. Estudos clínicos e laboratoriais confirmaram superioridade em relação a materiais convencionais. Os agentes bioativos mostraram grande potencial para preservar a vitalidade pulpar e favorecer a regeneração tecidual, reforçando a relevância desses biomateriais nas terapias pulpares vitais e na odontologia regenerativa.

Palavras-chave: Biomaterial; Polpa Dentária; Regeneração; Terapia conservadora.

ABSTRACT

The dentin–pulp complex is essential for maintaining tooth vitality, acting jointly in defense, nutrition, sensitivity, and tissue formation. When exposed to deep caries or trauma, the pulp may develop inflammatory responses that can progress to irreversible damage. In this context, bioactive materials have gained prominence for their ability to interact with tissues and stimulate reparative and regenerative processes. Calcium silicate–based cements, such as MTA and Biodentine, are widely used due to their biocompatibility and bioinductive potential. To analyze, through a narrative literature review, the role of bioactive agents in the regeneration and protection of the dentin–pulp complex, considering their biological effects and clinical efficacy in conservative therapies. Narrative literature review carried out by searching for articles in the databases PubMed, SciELO, and Google Scholar, using the Health Sciences Descriptors (DeCs): "Biomaterial; Dental Pulp; Regeneration; Conservative Therapy". The search for articles was carried out in the second half of 2025, allowing the selection of 16 articles published in the last ten years, in Portuguese or English. Bioactive agents—particularly calcium silicate–based cements—exhibited favorable properties such as ion release, growth factor stimulation, high biocompatibility, angiogenic potential, and odontogenic induction. They promoted dentin bridge

formation, reduced inflammation, and maintained pulp vitality, outperforming traditional materials. Bioactive agents represent a promising approach in contemporary dentistry, capable of promoting effective repair and regeneration of the dentin–pulp complex, reinforcing the relevance of these biomaterials in vital pulp therapy and regenerative dentistry.

Keywords: Biocompatible Materials; Dental Pulp; Regeneration; Conservative Treatment.

INTRODUÇÃO

A dentina e a polpa dentária formam um sistema intimamente integrado, no qual ambos os tecidos atuam de maneira interdependente para manter a vitalidade do dente (POCKET, 2020). A polpa exerce funções essenciais, como nutrir o órgão dentário, participar da formação da dentina, responder a estímulos sensoriais e desempenhar defesa imunológica frente a agressões externas (GHANNAM, 2023).

Na sua periferia localizam-se os odontoblastos, células responsáveis pela produção contínua da dentina e que se estendem por meio de prolongamentos ao longo desse tecido mineralizado (NIJAKOWSKI *et al.*, 2023). Processos agressivos como cárie profunda, traumas e preparos restauradores inadequados quando próximos da polpa, podem desencadear um processo inflamatório que, se não controlado, pode evoluir para danos irreversíveis ou até mesmo necrose pulpar (COLLOC *et al.*, 2025).

Assim, com essas decorrências, é de suma importância que haja uma intervenção clínica o quanto antes, evitando danos que possam comprometer a vitalidade pulpar (CHATTERJEE *et al.* 2025). Para tal, materiais como o hidróxido de cálcio já foi amplamente empregado em busca de proteger a polpa e promover reparo tecidual (CHATTERJEE *et al.* 2025).

Na atualidade, ao invés de buscar a reparação tecidual, novos materiais, conhecidos como bioativos, buscam a regeneração tecidual, tornando-se o foco central nas terapias conservadoras modernas, sendo estes capazes de interagir biologicamente com os tecidos, promovendo respostas celulares favoráveis, como mineralização, diferenciação celular e selamento biológico (GHANNAM, 2023; CHRISTIE *et al.* 2023)

Dentre eles, destacam-se os cimentos à base de silicato de cálcio, amplamente usados em terapias com polpa vital (BRIZUELA, 2024). Estudos demonstram

que esses materiais liberam íons cálcio e silicato, os quais estimulam a deposição de hidroxiapatita e dentina reparadora, que se trata do principal componente mineral dos dentes, promovendo a regeneração da dentina e o selamento biológico, reforçando sua aplicação clínica em substituição aos materiais tradicionais (BRIZUELA, 2024; XAVIER *et al.* 2024; JANG *et al.* 2023). Além disso, apresentam alta biocompatibilidade, atividade antibacteriana e a capacidade de induzir respostas odontogênicas e antigênicas, além de reduzirem reações inflamatórias quando em contato com células da polpa dentária (COLLOC *et al.* 2025; BRIZUELA, 2024; XAVIER *et al.* 2024).

Nessa categoria de materiais, o *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) foi o material pioneiro, podendo ser aplicado em diferentes situações, como o capeamento pulpar direto, reparo de perfurações radiculares e em áreas de furca e apicificação (KAUR *et al.* 2017).

Mais recentemente, um outro cimento à base de silicato de cálcio, vem ganhando espaço para os tratamentos regeneradores; o Biodentine, tem a capacidade de aumentar a atividade de genes relacionados à formação de tecidos duros, como o ALP (fosfatase alcalina), o RUNX2 (fator de transcrição envolvido na formação óssea) e a DSPP (proteína da dentina fosfórica), resultando na formação de nódulos mineralizados, evidenciando seu potencial regenerativo (KATO *et al.* 2023).

Tais materiais estimulam a liberação de fatores de crescimento como o VEGF (fator de crescimento endotelial vascular) e o FGF-2 (fator de crescimento de fibroblastos), que favorecem a angiogênese, isto é, a formação de novos vasos sanguíneos, os quais são essenciais para a nutrição e cicatrização da polpa. Assim, os cimentos à base de silicato de cálcio consolidam-se como materiais fundamentais para a manutenção da vitalidade e regeneração do complexo dentina-polpa (GANDOLFI *et al.* 2022).

O presente estudo tem como objetivo analisar através de uma revisão narrativa de literatura, a atuação de agentes bioativos na regeneração e proteção do complexo dentina-polpa, considerando seus efeitos biológicos e eficácia clínica em terapias conservadoras.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de uma revisão narrativa de literatura. Inicialmente foi realizada uma busca na base de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCs):

“Biomaterial; Polpa Dentária; Regeneração; Terapia conservadora.”, tendo sido estes associados por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”, sendo realizadas as adequações para cada base de dados.

A busca dos artigos foi realizada no segundo semestre de 2025, permitindo a seleção de 16 artigos publicados nos últimos dez anos, nas línguas portuguesa ou inglesa. Os artigos selecionados foram lidos na íntegra cuidadosamente, permitindo destacar as evidências científicas mais significativas e a melhor compressão do tema proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na interpretação dos estudos analisados é possível identificar que há um consenso entre os autores quanto a eficácia dos agentes bioativos na manutenção da vitalidade pulpar e na regeneração do complexo dentina-polpa.

O complexo dentina-polpa é uma unidade funcional dinâmica, na qual a polpa exerce papel fundamental de formação, nutrição, sensibilidade e defesa (POCKET, 2020). A atuação dos odontoblastos, situados na interface dentina-polpa, mantém a formação contínua de dentina e participa das respostas biológicas frente a estímulos externos (POCKET, 2020.; GHANNAM, 2023). O metabolismo celular da polpa é determinante para a manutenção da homeostase do complexo dentina-polpa e para a resposta adaptativa a processos inflamatórios ou regenerativos (NIJAKOWSKI *et al.*, 2023).

Segundo COLLOC *et al.* (2025), em casos em que o tecido pulpar é submetido a agressões físicas, químicas ou bacterianas, como cárie ou trauma, ocorre a ativação de processos inflamatórios que podem evoluir para necrose pulpar se não houver intervenção precoce, sendo importante prevenir danos irreversíveis e preservar a vitalidade dentária através de tratamentos conservadores.

Nessas situações em que a polpa dentária sofre agressões, os materiais como o hidróxido de cálcio são bastante utilizados como agentes de proteção pulpar, de maneira a favorecer o reparo tecidual e a formação de ponte dentinária (XAVIER *et al.* 2024; RANGEL *et al.* 2023).

Atualmente, CHATTERJEE *et al.* (2025) elucida que frente o avanço da odontologia, materiais bioativos passaram a ser utilizados no âmbito da odontologia regenerativa, propiciando a interação com os tecidos dentários e indução da regeneração efetiva. De acordo com o estudo de NIJAKOWSKI *et al.* (2023), os cimentos bioativos à base de silicato de cálcio, amplamente utilizados

em terapias pulpare vitais, apresentam desempenho clínico superior, elevada biocompatibilidade, ação antibacteriana, propriedades físico-químicas estáveis, baixo potencial irritativo, além de estimularem a odontogênese e promoverem a formação de dentina reparadora.

Esses cimentos, são o foco principal das terapias regenerativas em razão de proporcionarem liberação controlada de íons cálcio e silicato, fundamentais para o processo de mineralização e formação de hidroxiapatita, propiciando então um selamento adequado e favorecendo o reparo tecidual; estimulando a deposição de hidroxiapatita e a diferenciação odontogênica das células-tronco da polpa dentária (CHATTERJEE *et al.* 2025; CHRISTIE *et al.* 2023; BRIZUELA, 2024).

Além disso, CHATTERJEE *et al.* (2025) afirmam que estes cimentos estimulam os fatores de crescimento e a angiogênese, sendo fomento essencial para o restabelecimento da homeostase pulpar e da vascularização local.

O MTA, primeiro material desenvolvido a base de silicato e cálcio, pode ser utilizado em situações cirúrgicas e não cirúrgicas, apresentando grande eficácia clínica, podendo ser utilizado para apicificação, preenchimento radicular, reparo de descontinuidade e terapias pulpare, apresentando inicialmente algumas limitações referentes ao longo tempo de presa, difícil manipulação e coloração acinzentada (KAUR *et al.* 2017); (ACHARYA *et al.* 2023).

Considerado as limitações do MTA, novos cimentos bioativos foram introduzidos no mercado (KAUR *et al.* 2017); (ACHARYA *et al.* 2023).

Dentre eles, destaca-se o Biodentine, que foi desenvolvido com base na tecnologia do MTA, com a finalidade de substituir a dentina, apresentando propriedades físico-químicas que permitem seu uso como material restaurador e como agente de proteção pulpar, apresentando qualidades físicas e de manipulação superiores ao seu sucessor (BRIZUELA, 2024); (KAUR *et al.* 2017).

Acerca deste, CHRISTIE *et al.* (2023) descrevem os cimentos bioativos à base de silicato de cálcio, incluindo o Biodentine, como materiais capazes de liberar íons essenciais à mineralização e de criar um ambiente biologicamente favorável à regeneração pulpar, o que os torna fundamentais nas abordagens conservadoras modernas.

Observações semelhantes foram encontradas por CHRISTIE *et al.* (2023), que destacaram que materiais bioativos de fosfato e silicato de cálcio apresentam capacidade de induzir respostas regenerativas em células-tronco da polpa dentária, incluindo aumento da atividade celular e deposição mineral. Da mesma

forma, BRIZUELA (2024) reforça que o cimento bioativo à base de silicato de cálcio estimula de maneira significativa a formação de tecido duro e a liberação de mediadores biológicos relacionados à regeneração pulpar, reafirmando a eficácia desse grupo de materiais.

Os estudos acerca dos agentes bioativos no contexto clínico, demonstram um avanço de grande relevância no âmbito odontológico regenerativo, afirmando que materiais que disponham de propriedades bioativas, protegem a polpa dentária, ao passo que também estimulam a regeneração do tecido e a formação de dentina reparadora (WANG *et al.* 2023).

Percebe-se, portanto, que a utilização de agentes bioativos se apresenta como uma estratégia promissora para a regeneração e a proteção do complexo dentina-polpa. É possível observar que tais agentes promovem atividade bioindutiva, estimulando a diferenciação de odontoblastos e a deposição de dentina reparadora, apresentando baixa citotoxicidade e alta biocompatibilidade com os tecidos pulpare (COLLOC *et al.* 2025). Além disso, a liberação controlada de íons cálcio e silicato tem um papel essencial no processo de formação de hidroxiapatita, favorecendo a mineralização e o reparo tecidual (BRIZUELA, 2024).

KATO *et al.* (2023), observaram também, que os agentes bioativos dispõem de uma importante ação antibacteriana, o que propicia reduzir a proliferação de micro-organismos que podem comprometer o sucesso do tratamento. Tal característica contribui para um ambiente favorável à regeneração tecidual e à prevenção de inflamações secundárias.

De modo geral, os estudos analisados nessa revisão de literatura, reforçam que o uso de agentes bioativos representa uma abordagem moderna e eficaz na terapia conservadora da polpa dentária, oferecendo benefícios que vão além do simples reparo, promovendo uma verdadeira regeneração biológica do complexo dentina-polpa (CHATTERJEE *et al.* 2025); (SINGER *et al.* 2023). Comprovando então, o que afirma COLLOC *et al.* (2025), que os tratamentos conservadores da polpa realizados com materiais bioativos, apresentam altos índices de eficácia terapêutica, reduzindo a ocorrência de intervenções endodônticas.

Além disso, os materiais bioativos, podem ser associados aos materiais biomiméticos, que são materiais que propiciando uma ampliação nas possibilidades de tratamento dentário, favorecendo reparos que imitam as propriedades estruturais e funcionais dos tecidos naturais. Tal abordagem biomimética, ao ser associada aos agentes bioativos, combinam estética, resistência e biocompatibilidade (CHATTERJEE *et al.* 2025).

Entende-se, portanto, que os materiais bioativos são fundamentais para alcançar reparo e regeneração biológica, assegurando a preservação da vitalidade pulpar e o prolongamento da vida funcional dos dentes tratados (BRIZUELA, 2024).

CONCLUSÃO

Com base no levantamento de dados realizado, foi possível compreender o papel dos agentes bioativos na regeneração e proteção do complexo dentina-polpa. A análise dos estudos selecionados demonstrou que o conhecimento aprofundado da biologia pulpar, aliado aos avanços dos biomateriais, tem permitido intervenções mais conservadoras e eficazes, capazes de preservar a vitalidade dos tecidos mesmo diante de agressões clínicas significativas.

Os resultados evidenciaram que os agentes bioativos, especialmente os cimentos à base de silicato de cálcio, especialmente os cimentos à base de silicato de cálcio como MTA e Biodentine, apresentam propriedades essenciais para a reparação e regeneração pulpar, incluindo biocompatibilidade, estímulo à diferenciação odontogênica, liberação de íons favoráveis à formação de dentina reparadora e indução de angiogênese, tornando-se materiais de primeira escolha em terapias conservadoras, substituindo gradualmente materiais tradicionais menos eficazes.

Por fim, as evidências científicas analisadas, mostraram que o uso correto dos agentes bioativos, proporcionam melhores prognósticos clínicos, reduzindo inflamações, restaurando funções fisiológicas e evitando tratamentos endodônticos; apresentando-se como uma estratégia segura e eficiente para a regeneração e proteção do complexo dentina-polpa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pocket dentistry. Estrutura e funções do complexo dentina-polpa. 2020.
2. Ghannam MG. Anatomia, cabeça e pescoço, polpa dentária (tooth pulp). StatPearls. 2023.
3. Nijakowski K, Ortarzewska M, Jankowski J, Lehmann A, Surdacka A. O papel do metabolismo celular na manutenção da função do

- complexo dentina-polpa: uma revisão narrativa. *Metabolites*. 2023;13(4):520.
4. Colloc TNE, *et al.* Terapias pulpares vitais em dentes permanentes: o que, quando, onde e como? *British Dental Journal*. 2025; public. antecipada online.
 5. Chatterjee I, Agrawal P, Sinha Y, Majee N, Bansal S. Resposta in vitro de células-tronco da polpa dentária a cimentos à base de silicato de cálcio: uma revisão sistemática e meta-análise de evidências pré-clínicas. *Cureus*. 2025;17(7):e88990.
 6. Christie B, Musri N, Djustiana N, *et al.* Avanços e desafios na odontologia regenerativa: revisão sistemática sobre materiais à base de fosfato e silicato de cálcio em células-tronco da polpa dentária humana. *Materials Today Bio*. 2023;23:100815.
 7. Brizuela M. Materiais dentários: Biodentine, um bioativo à base de silicato de cálcio. StatPearls Publishing. 2024.
 8. Xavier MT, Costa AL, Ramos JC, Caramês J, Marques D, Martins JNR. Cimentos de silicato de cálcio na odontologia restauradora: resultados clínicos, radiográficos e histológicos da terapia pulpar vital em dentição decídua e permanente – revisão sistemática e meta-análise. 2024;17(17):4264.
 9. Jang Y-J; Kim Y-J, *et al.* Propriedades físico-químicas, biológicas e antibacterianas de quatro cimentos bioativos à base de silicato de cálcio. 2023;15(6):1701.
 10. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *J Clin Diagn Res*. 2017 Aug;11(8):ZG01-ZG05.
 11. Kato G, Sousa Gomes P, Neppelenbroek KH, Rodrigues C, Fernandes MH, Grenho L. Cimentos de capeamento pulpar à base de silicato de cálcio de presa rápida — avaliação integrada antibacteriana, irritativa e de citocompatibilidade. 2023;16(1):450.
 12. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Propriedades físico-químicas dos cimentos de silicato de cálcio para endodontia e odontologia. *Clin Oral Investig*. 2022;26(1):1-14. doi:10.1007/s00784-021-04145-8.



13. Rangel LS, Santos APF, Reis CLA, Silva ACS, Ribeiro YJS. Tratamentos conservadores da polpa e sua aplicabilidade: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*. 2023;6(6):28021–28031.
14. Acharya, Sonu¹; Gurunathan, Deepa²; Singh, Bismay. Evolution of Mineral Trioxide Aggregate in Pediatric Dentistry: A Narrative Review. *Journal of International Oral Health* 15(3):p 242-249, May–Jun 2023.
15. Wang X, Cai Y, Zhang M, Xu J, Zhang C, Li J. Efeito do Biodentine na diferenciação odontogênica de células-tronco da polpa dentária humana. *Bioengineering (Basel)*. 2023;10(1):12.
16. Singer L, Fouda A, Bourauel C. Abordagens e materiais biomiméticos em odontologia restauradora e regenerativa: artigo de revisão. *BMC Oral Health*. 2023;23:105.