



O uso de conceitos biomiméticos na Odontologia atual: revisão da literatura

Flávia Rossi Caruso*; Ingrid Camilly Sotili*; Cristina Magnani Felício*.

*Universidade de Araraquara-UNIARA, Brasil.

Autor para correspondência e-mail: crismagnani@hotmail.com

Palavras-chave

Biomimética
Estética dentária
Materiais biocompatíveis

Keywords

Biomimetics
Aesthetics dental
Biocompatible material

Resumo: O biomimetismo origina-se do grego e na Odontologia estabelece princípios e técnicas que visam preservar a estrutura natural do dente, buscando imitar as propriedades do esmalte e da dentina para restaurar dentes de forma natural e funcional, e entender o dente natural em sua totalidade. Além disso, o biomimetismo adere a técnicas minimamente invasivas, com o intuito de preservar a estrutura dentária, buscando a estética dental e a utilização de materiais adesivos. Esta abordagem está evoluindo constantemente, assim, o objetivo deste estudo foi revisar na literatura sobre os principais aspectos que caracterizam o biomimetismo na Odontologia Restauradora, envolvendo os materiais dentários, como resinas e sistemas adesivos, bem como os protocolos de redução do estresse e de máxima adesão ao substrato dental. O uso de materiais biomiméticos e protocolos restauradores que busquem reduzir o estresse da contração de polimerização e alcancem máxima adesão são os principais focos de estudo dentro da odontologia biomimética restauradora. Isto tem sido alcançado com os avanços no desenvolvimento dos sistemas adesivos, nos protocolos e diferentes técnicas de aplicação, por exemplo. O uso de técnicas minimamente invasivas na biomimética podem auxiliar na redução da dor e desconforto durante o atendimento, com intervenções menos traumáticas e com resultados mais duradouros.

The use of biomimetic concepts in current Dentistry: literature review

Abstract: Biomimetism originates from Greek and in dentistry it establishes principles and techniques that aim to protect the natural structure of the tooth, seeking to imitate the properties of enamel and dentin to restore teeth in a natural and functional, understanding the natural tooth in its entirety. Furthermore, biomimetism requires minimally invasive techniques, with the aim of preserving tooth structure, seeking dental aesthetics and the use of adhesive materials. This approach is constantly evolving, so the objective of this study was to review on the literature the main aspects that characterize the biomimetism in restorative dentistry, involving dental materials, such as resins and adhesive systems, as well as stress reduction and maximum adhesion protocols to the dental substrate. The use of biomimetic materials and restorative protocols that seek to reduce the stress of polymerization contraction and achieve maximum adhesion are the main focuses of study within biomimetic restorative dentistry. This has been achieved with advances in the development of adhesive systems, protocols and different application techniques, for example. The use of minimally invasive in biomimetic techniques may help reduce pain and discomfort during care, with less traumatic interventions and longer-lasting results.

Recebido em: 02/2024

Aprovação final em: 04/2024



Introdução

A conduta restauradora na Odontologia evoluiu constantemente, frente às mudanças dos materiais restauradores adesivos, de técnicas de adesão avançadas e da estética, buscando preservar estrutura dental sadia e garantindo a saúde bucal a longo prazo. Consequentemente, preservar o dente hígido é primordial para tal conduta, resultando na adesão ideal (MAGNE & BELSER, 2002).

Um dente restaurado com materiais adesivos pode apresentar comportamento similar ao dente hígido, com propriedades biomecânicas favoráveis propiciando o melhor gerenciamento das tensões funcionais. Neste sentido, o dente restaurado biomimeticamente pode eliminar falhas em restaurações e trincas em dentina, reduzir a dor e a sensibilidade pós-operatórias e preservando a vitalidade do dente (ALLEMAN *et al.*, 2017; MAGNE, 2012; MAGNE, 2006).

Conceitualmente, a Odontologia biomimética é a arte e a ciência de reparar dentes danificados com restaurações que imitam os tecidos vivos (por exemplo, esmalte, dentina, osso, cimento, etc.), em termos de aparência, função e resistência (MAGNE & BELSER, 2002; MAGNE, 2012). Já, o objetivo biomimético secundário é desenvolver materiais restauradores que possam restaurar a biomecânica natural, estabelecendo princípios relacionados a preservação da estrutura natural dental (MAGNE, 2012).

Além disso, a Odontologia biomimética promove os méritos do conservadorismo com o objetivo da longevidade da dentição natural (MAGNE & BELSER, 2002; ALLEMAN *et al.*, 2017; MAGNE 2012). Assim, busca através de alguns princípios, evitar desgastar as estruturas dentárias remanescentes, realizar um isolamento dental adequado, terapias endodônticas, coroas, o uso de um sistema adesivo adequado e a utilização de materiais que facilitam a regeneração dental (MAGNE & BELSER, 2002; ALLEMAN *et al.*, 2017; MAGNE, 2012; MAGNE, 2006). Adicionalmente, os princípios do biomimetismo estabelecem conceitos na prevenção e na detecção precoce de cáries, na realização de restaurações conservadoras visando a preservação da estrutura dentária e maior resistência ao desgaste (ALLEMAN *et al.*, 2017).

Portanto, acredita-se que, os princípios da biomimética na Odontologia restauradora devam ser sempre reconhecidos e seguidos, com o intuito de preservar o material dentário hígido, utilizando materiais compatíveis e regeneradores, onde o dente possa gerenciar as tensões funcionais, com estética, sem dor, sensibilidade e conservando a vitalidade dental (ALLEMAN *et al.*, 2017; PASCAL MAGNE 2012).

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo apresentar, através de uma revisão da literatura, alguns conceitos básicos da biomimética aplicada na Odontologia restauradora.

Metodologia

Estratégia para a Pesquisa

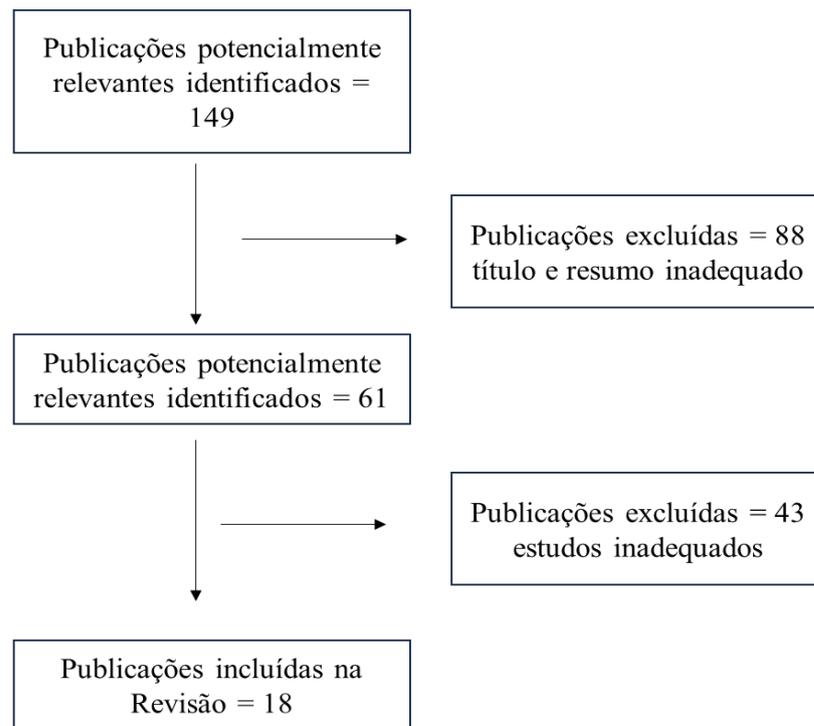
Foi realizado uma busca exaustiva nas bases de dados PubMed, Embase, Scopus, Ovid Medline, Web of Science, Google Scholar, LILACS, SciELO, Cochrane Library e Dentistry & Oral Sciences Source. Os estudos foram coletados em um recorte temporal entre 2016 a 2023. As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: "Biomimetismo na Odontologia", "restauração biomimética", "biomimetismo e restauração", "Biomimetic dentistry", "Biomimetic restoration" e "Biomimetism and restoration".

Critérios de Elegibilidade

Estudos completos que se referiam ao "Biomimetismo" e a "Biomimética dental" foram adicionados a esta presente revisão. Adicionalmente, foram incluídos somente publicações nos idiomas Inglês e no Português, assim como, ensaios clínicos relevantes. Resumos de artigo, publicações que não se referiam a Biomimética, assim como os estudos publicados anteriormente ao ano de 2016 foram excluídos da revisão. A figura 1 ilustra o fluxograma da revisão, a priori foram identificadas 149 publicações potencialmente relevantes, após uma avaliação criteriosa foram excluídos 88 estudos por inadequação do título e do resumo. Assim, 61 estudos foram identificados, no entanto, 43 desses estudos foram excluídos por serem inadequados, neste sentido, foram incluídos na presente revisão 18 publicações.



Figura 1 - Fluxograma do estudo.



Fonte: elaborado pelas autoras, 2024.

Resultados e Discussão

Fugolin *et al.* (2016), realizaram uma revisão abordando a produção de um material compósito com todas as vantagens estéticas e durabilidade, preservando mais a capacidade e a estrutura dentária natural. Os autores observaram os seguintes materiais: resina Bulk-Fill, compósitos auto adesivos e cimentos de resina, CIV, materiais bioativos, remineralizantes e antimicrobianos. Os autores observaram que nenhum material disponível comercialmente ou em desenvolvimento é capaz de atender a todas as propriedades (estéticas e biomecânicas). A resistência ao desgaste e a resistência dos compósitos em geral aumentaram significativamente ao longo dos anos, e materiais com baixa geração de tensões foram desenvolvidos e comercializados. Os autores concluíram que nenhum material disponível atualmente tem capacidades antibacterianas, remineralizantes ou bioativas/biomiméticas.

De acordo com Alleman *et al.* (2017), descreveram o protocolo biomimético restaurador onde os profissionais devem seguir, e estes protocolos podem ser: a) a redução do estresse e b) protocolos de máxima adesão. Os protocolos com o objetivo de reduzir o estresse são: 1) a utilização de técnicas semidiretas, indiretas ou restaurações oclusais e substituições de esmalte interproximal, 2) reduzir a espessura de incremento do compósitos (< 2 mm) em superfícies de dentina, 3) a incorporação de fibras de reforço em restaurações, 4) técnicas de polimerização ativada por pulso ou início lento, 5) a substituição de dentina de baixo encolhimento (< 3%) e módulo de elasticidade entre 12-20 GPa, 6) o uso de materiais de dupla cura quando restaurar câmaras pulpares em dentes não vitais, 7) a remoção de trincas dentro de 2 mm da junção dentina-esmalte, 8) limite de cúspides onlay mais finas que 2 mm e 9) verticalização das forças oclusais, restaurando orientação anterior com compósito colado a superfície lingual dos caninos superiores e faces dos caninos inferiores. Adicionalmente, segundo estes autores, o protocolo de maximização de ligação incluem: 1) garantir uma área de 2-3 mm circunferencialmente ao redor da cavidade livre de cárie sem expor a polpa, 2) reparação de compósito aplicando técnicas para modificação da superfície (abrasão), 3) biselamento do esmalte



antes da restauração, 4) desativação da matriz metaloproteinases (clorexidina a 2%), 5) utilização de sistema adesivo padrão ouro que podem alcançar uma força de 25-35 MPa no esmalte e 40-60 MPa em superfície de dentina, 6) selamento dentinário imediato (pode aumentar a microtração, força de união em até 400%), 7) imediato selamento dentinário utilizando resina fluida ou material restaurador de baixa viscosidade com um módulo de elasticidade de cerca de 12 Gpa e 8) elevação das margens da caixa subgingival para uma posição supragengival para obter resistência biomimética de união à microtração > 30 Mpa.

Upadhyay *et al.* (2020) realizaram um estudo de revisão com objetivo de estabelecer um guia para os pesquisadores e dentistas para ajudá-los a desenvolver uma perspectiva de biomimética e sua importância clínica, especificamente em Odontologia restauradora, cirurgia oral e maxilofacial e na periodontologia. Eles observaram que tratamentos inovadores estão no caminho para terapias inovadoras na regeneração óssea orofacial e dentária, reparação da mucosa oral, engenharia de tecidos periodontais e implantes dentários. Além disso, a biomimética melhora os resultados clínicos e exige abordagem interdisciplinar integrando medicina, bioengenharia, biotecnologia e ciências computacionais. Os autores concluíram que, embora a Odontologia tenha percorrido um longo caminho, existe ainda um longo caminho a ser percorrido.

Patnana *et al.* (2020) avaliaram a resistência à fratura de compósitos de enchimento particulado, compósitos reforçados com fibra de vidro e compósitos reforçados com fibra de polietileno, analisando os diferentes tipos de fratura e padrões de falha *in vitro*. As fraturas foram divididas em: incisais (Grupo I) e mesioincisais padronizadas (Grupo II) foram preparadas em incisivos centrais superiores humanos. As amostras de teste foram subdivididas de acordo com o material restaurador utilizado; compósitos de enchimento particulado (Filtek Z 250), compósitos reforçados com fibra de vidro (tala de fibra) e compósitos reforçados com polietileno (Ribbond). O tipo de fratura foi avaliado ao estereomicroscópio e os padrões de falha foram analisados utilizando uma máquina. Os resultados do estudo evidenciaram diferença entre os compósitos reforçados com fibras e o tipo de fratura nas restaurações incisal e mesioincisal. Além disso, foi observada diferença entre os compósitos reforçados com fibras e os padrões de falha tanto na restauração incisal quanto na mesioincisal. Os autores concluíram que os compósitos reforçados com fibra de vidro e polietileno apresentaram melhores propriedades de resistência à fratura quando comparados aos compósitos de preenchimento particulado tradicionais em restaurações incisais e mesioincisais.

Já em 2021, Limeback *et al.* realizaram uma revisão sistemática para verificar evidências clínicas dos efeitos da hidroxiapatita biomimética sem flúor. Os resultados demonstraram que uma meta-análise de 3 ensaios clínicos mostrando que a hidroxiapatita biomimética forneceu 17% de proteção contra cárie. Os outros 17 estudos tiveram resultados e desfechos mais simples para efeitos anticáries. Os autores concluíram que há boas evidências de que a hidroxiapatita biomimética em produtos de higiene oral na ausência de flúor efetivamente reduz a cárie.

Mais recentemente, em 2022, Seredin *et al.* analisaram as propriedades moleculares de adesivos biomiméticos com objetivo de encontrar a composição ideal que proporcione alta polimerização e dureza mecânica. Foi utilizada a hidroxiapatita de cálcio nanocristalina substituída por carbonato (nano-CHAp) foi usada como carga do adesivo fotopolimerizável Bis-GMA (bisfenol A-glicidil metacrilato). Como resultado da ligação química, a dureza Vickers (VH) e o grau de conversão sob fotopolimerização do adesivo nano-CHAp/Bis-GMA aumentaram para a concentração especificada de nanocarga. Os autores concluíram que tais resultados podem contribuir para a aplicação dos adesivos biomiméticos desenvolvidos e para o sucesso clínico das restaurações.

Ainda em 2022, Fouda *et al.* avaliaram a resistência ao desgaste e a abrasividade de cerâmicas CAD/CAM monolíticas. Espécimes retangulares foram seccionados dos seguintes blocos CAD/CAM: dissilicato de lítio parcialmente cristalizado (DLPC), dissilicato de lítio totalmente cristalizado experimental (DLTCE), silicato de lítio reforçado com zircônia (SLZ), zircônia monolítica supertranslúcida (ZMS) e zircônia monolítica ultratranslúcida (ZMU). As amostras foram submetidas a um ciclo combinado de glazeamento. Espécimes de cerâmica foram montados no dispositivo de desgaste e testados por 200.000 ciclos contra pré-molares humanos com força de 20 N. Os dentes



foram digitalizados usando micro-CT antes e depois do teste de desgaste e os modelos gerados foram sobrepostos para determinar a perda dentária volumétrica. Foram utilizadas para análise microestrutural a microscopia eletrônica de varredura e a espectroscopia de energia dispersiva de raios X. Os resultados mostraram que o tipo de material cerâmico afetou as taxas de desgaste da cerâmica e do antagonista. DLPC e DLTCE tiveram o maior desgaste de cerâmica e antagonista, enquanto ZMU e ZMS demonstraram os menores valores de desgaste. Os autores concluíram que a zircônia monolítica demonstrou a melhor resistência ao desgaste e menor abrasividade ao antagonista. O dissilicato de lítio experimental foi mais resistente ao desgaste. Interessantemente, também em 2022, Kumar *et al.*, abordaram em um estudo de revisão a regeneração pulpar e materiais usados na endodontia regenerativa, destacando as tendências atuais e perspectivas de pesquisa. Os autores concluíram que estudos em animais com abordagem biomimética em endodontia regenerativa estão sendo realizados. Terapia com células tronco, implante de polpa, impressão 3D e terapia gênica são bastante promissoras no que diz respeito a regeneração pulpar e mineralização tecidual.

Ainda em 2022, um estudo realizado por Shi *et al.* onde exploraram os efeitos dos compósitos reforçados com polietileno (ribbond) e das restaurações onlay na resistência a fratura dos dentes fissurados. Os dentes foram divididos em: dentes íntegros, dentes fissurados, coroa, onlay, fita anular + onlay, fita laminada + onlay e poste de fibra + onlay; fita anular+ coroa + fita laminada + coroa e pino de fibra de vidro + coroa. Os resultados do estudo mostraram que a fita anular + coroa teve diferença significativa na resistência a fratura em relação a coroa. O anel anular + onlay apresentou fraturas favoráveis quando comparado à coroa. Em comparação com a restauração de coroa, os compósitos reforçados com fibra e onlay podem melhorar a resistência a fratura nos dentes fissurados.

Em uma recente revisão de Paryani *et al.* (2023) verificaram os diversos métodos de biomimética e materiais que utilizam biomateriais restauradores para substituir tecidos dentários doentes ou danificados. Os autores evidenciaram diversos materiais considerados biomiméticos como: hidróxido de cálcio, hidroxiapatita, poliuréia-formaldeído (PUF), DoxaDent, Ceramir, Theracal, vidro bioativo e Emdogain. Os autores concluíram que a dentina, o esmalte, o cimento e apolpa que foram perdidos podem ser substituídos com sucesso através da Odontologia biomimética. Mas cada procedimento apresenta suas limitações devidos à complexa estrutura dentária natural. Além disso, esses materiais biomiméticos podem restaurar com sucesso o esmalte destruído, a dentina, a junção dentino-esmalte, o cimento e até o tecido pulpar.

Pudemos observar que os principais achados nesta presente revisão podem ser classificados: 1) Uso de materiais biomiméticos como: hidroxiapatita, Doxadent, Ceramir, TheraCal, Vidro bioativo, Endogain, White ProRoot MTA, Biodentine, CIV, dissilicato de lítio totalmente cristalizado experimental (DLTCE), silicato de lítio reforçado com zircônia (SLZ), zircônia monolítica supertranslúcida (ZMS) e zircônia monolítica ultratranslúcida, hidroxiapatita biomimética sem flúor, compósitos reforçados com fibras e resina composta; 2) Protocolo biomimético para reduzir estresse e de máxima adesão.

Uso de materiais biomiméticos:

O material biomimético tem sido atribuído a inúmeras pesquisas (LIMEBACK *et al.*, 2021; SEREDIN *et al.*, 2022; FOUUDA *et al.*, 2022), e estas pesquisas tem contribuído imensamente para a compreensão e desenvolvimento de cada vez mais materiais. O DoxaDente é uma substância com pouca resistência ao desgaste, e está disponível como um componente em pó líquido. É igualmente potente como o cimento de ionômero de vidro (PARYANI *et al.*, 2023). Alumina, dióxido de zircônio, dióxido de cálcio, água e outros óxidos alcalinos constituem suas partes constituintes (BERGLUND *et al.*, 2006). Já o Ceramir é usado para cimentação de longo prazo e contém aluminato de cálcio. O cálcio liberado reage com o pH alcalino para reconstruir a dentina e o esmalte de todas as próteses de zircônia, incrustações, ouro e próteses parciais fixas. Ele reage favoravelmente com o fosfato inorgânico da saliva para formar hidroxiapatita e apresenta boa reação gengival quando usado como agente de cimentação (STREIFF *et al.*, 2021).

O TheraCal é feito de resina de silicato fotopolimerizável que foi modificada com resina, que



serve como uma camada protetora sob os materiais de base, incluindo cimento, amálgama e compósito. Já o vidro bioativo apresenta a capacidade de reagir em líquidos ou água e apresenta alta biocompatibilidade. Também têm sido utilizados na bioregeneração (RAHMAN *et al.*, 2021). Interessantemente, o Emdogain imita esses mecanismos de desenvolvimento dentário, é feito de proteína da matriz do esmalte do germe dentário de suínos e alginato de propilenoglicol como matriz (YOUSSEF *et al.*, 2019).

Atualmente, diversos estudos estão sendo desenvolvidos investigando materiais biomiméticos com abordagem na regeneração da função biológica e do material de uma estrutura dental, com abordagem regenerativa dos tecidos em vez da substituição, além disso, estes materiais biomiméticos ajudarão a nortear para um tratamento que proporcione melhores resultados ao paciente.

Em relação as fibras reforçadas de polietileno, investigações demonstram que estas proporcionam maior resistência à fratura do dente e da restauração (SHI *et al.*, 2022; POTIKET *et al.*, 2004). Potiket *et al.* observaram que o aumento da rigidez do complexo restaurador dentário resulta em fraturas coesivas dentro da estrutura dentária. Assim, a evidência de fraturas coesivas dentro da estrutura dentária infere que as fibras de polietileno melhoram a resistência à fratura do complexo restaurador dentário.

Neste sentido, os materiais biomiméticos empregados atualmente na Odontologia parecem ser úteis, no entanto, além disso, nos últimos anos, a biomimética tem recebido muita atenção devido às suas propriedades de simulação dos tecidos naturais.

Protocolo biomimético para reduzir estresse e de máxima adesão

Em 2002, foi publicada uma técnica para reduzir os efeitos da tensão de contração de polimerização, denominada compósito direto com tensão reduzida, que permitiu uma abordagem biomimética para uma restauração direta de compósito (ALLEMAN *et al.*, 2017). Este estudo aborda os paradigmas e protocolos biomiméticos praticados por dentistas biomiméticos.

O uso e a indicação dos adesivos devem ser bem executados, permitindo maior adesividade na dentina e redução de microinfiltração. Além disso, deve-se selar imediatamente a dentina com um sistema de união de dentina depois de preparar a cavidade permite que a camada híbrida de dentina amadureça por um período de tempo ideal proporcionando longevidade para restauração (ALLEMAN *et al.*, 2017).

De acordo com Shi *et al.* (2022) o uso de fibras de polietileno pode aumentar a longevidade e a resistência para suportar novos danos. Essas fibras de reforço apresentam fios multidirecionais e interseções nodais que geram cargas e enviam as forças oclusais para uma região maior do compósito restaurador dentário, modificando as tensões interfaciais criadas por toda a extensão das paredes da cavidade.

Um outro aspecto importante para o protocolo de adesão é a modulação da fotopolimerização (ALLEMAN *et al.*, 2017), sua eficácia depende da intensidade e comprimento de onda da luz emitida pelo fotopolimerizador, tempo de exposição à luz, volume de material restaurador, quantidade e tipo de fotoiniciador presente no material, tipo de partícula de carga presente, distância da ponta do fotopolimerizador em relação ao incremento a ser fotopolimerizado, a cor e o grau de translucidez da resina (ALLEMAN *et al.*, 2017).

Por fim, o selamento imediato é extremamente importante para o protocolo, pois promove o selamento imediato dentinário formando a camada híbrida sobre um substrato de dentina ideal, protegendo o dente contra microrganismos (ALLEMAN *et al.*, 2017).

Conclusão

O uso de materiais biomiméticos e protocolos restauradores que busquem reduzir o estresse da contração de polimerização e alcancem máxima adesão são os principais focos de estudo dentro da odontologia biomimética restauradora. Isto tem sido alcançado com os avanços no desenvolvimento dos sistemas adesivos, nos protocolos e diferentes técnicas de aplicação, por exemplo. O uso de técnicas minimamente invasivas na biomimética podem auxiliar na redução da dor e desconforto



durante o atendimento, com intervenções menos traumáticas e com resultados mais duradouros. Pesquisas futuras poderão nortear a obtenção de restaurações com maior longevidade, resistência e estética, reproduzindo mais fielmente as características e comportamento do dente natural.

Referências

- ALLEMAN, D.S.; MATHEW, A. The Protocols of Biomimetic Restorative Dentistry: 2002 to 2017. Increase the longevity of restorations with the biomimetic approach. **Inside Dentistry**, v. 13, n. 6, p. 1-3, Jun. 2017.
- BERGLUND, A.; HULTERSTRÖM, A.K.; GRUFFMAN, E.; VAN DIJKEN, J.W. Dimensional change of a calcium aluminate cement for posterior restorations in aqueous and dry media. **Dental Materials**, v. 22, n. 5, p. 470-6, May. 2006.
- FOUDA, A.M.; ATTA, O.; KASSEM, A.S.; DESOKY, M.; BOURAUUEL, C. Wear behavior and abrasiveness of monolithic CAD/CAM ceramics after simulated mastication. **Clinical Oral Investigations**, v. 26 p. 6593-6605, Nov. 2022.
- FUGOLIN, A.P.P.; PFEIFER, C.S. New Resins for Dental Composites. **Journal of Dental Research**, v. 96, p. 1085–91, Sep. 2017.
- KUMAR, N.; MAHER, N.; AMIN, F.; GHABBANI, H.; ZAFI, M.S.; RODRÍGUEZ-LOZANO, F.J.; RICARDO, E. OÑATE-SÁNCHEZ. Biomimetic Approaches in Clinical Endodontics. **Biomimetics**, v. 6, n. 7, p. 229, Dec. 2022.
- LIMEBACK, H.; ENAX, J.; MEYER, F. Biomimetic hydroxyapatite and caries prevention: a systematic review and meta-analysis. **Canadian journal of dental hygiene**, v. 55, p. 148-59, Oct. 2021.
- MAGNE, P.; BELSER, U. **Porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach**. 1nd ed. Berlin, Quintessence Publishing Company, 2002.
- MAGNE, P. Composite resins and bonded porcelain: the postamalgam era? **Journal of the California Dental Association**, v. 34, p.135-47, 2006.
- PARYANI, M.; BHOJWANI, P.R.; IKHAR, A.; RECHE, A.; PAUL, P. Evolution of Biomimetic Approaches for Regenerative and Restorative Dentistry. **Cureus**, v.15, n. 1, p.1-8, Jan. 2023.
- MAGNE, PASCAL: 'It should not be about aesthetics but tooth-conserving dentistry'. Interview by Ruth Doherty. **British Dental Journal**, v. 213, n. 4, p.189-91, Aug. 2012.
- PATNANA, A.K.; VANGA, N.R.V.; VABBALAREDDY, R.; CHANDRABHATLA, S.K. Evaluating the fracture resistance of fiber reinforced composite restorations - An in vitro analysis. **Indian Journal of Dental Research**, v. 31, n.1, p.138-44, Jan-Feb. 2020.
- POTIKET, N.; CHICHE, G.; FINGER, I.M. In vitro fracture strength of teeth restored with different all-ceramic crown systems. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 92, n. 5, p.491-5, Nov. 2004.
- RAHMAN, B.; GOSWAMI, M. Comparative evaluation of indirect pulp therapy in young permanent teeth using biodentine and theracal: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 45, n. 3, p. 158-64, Jul. 2021.
- SEREDIN, P.; GOLOSHCHAPOV, D.; KASHKAROV, V.; IPPOLITOV, Y.; VONGSVIVUT, J. The molecular and mechanical characteristics of biomimetic composite dental materials composed of nanocrystalline hydroxyapatite and light-cured adhesive. **Biomimetics (Basel)**, v. 7, p. 2-12, Mar. 2022.
- SHI, R.; MENG, X.; FENG, R.; HONG, S.; HU, C.; YANG, M.; YUE, GUI JIANG. Stress Distribution and Fracture Resistance of repairing Cracked Tooth with Fiber-reinforced Composites and Onlay. **Australian Endodontic Journal**, v. 48, p. 458-64, Dec. 2022.
- STREIFF, K.R.; LEPE, X.; JOHNSON, G.H. Long-term retention of lithium disilicate crowns with a current bioactive cement. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 33, p. 621-62, Jun. 2021.
- UPADHYAY, A.; PILLAI, Y.S.; KHAYAMBASHI, P.; SABRI, H.; LEE, K.T.; TARAR, M. Biomimetic aspects



of oral and dentofacial regeneration. **Biomimetics**, v. 5 p. 2-45, Oct. 2020.

YOUSSEF, A.R.; EMARA, R.; TAHER, M.M.; AL-ALLAF, F.A.; ALMALKI, M.; ALMASRI, M.A.; SHAHID, S.S. Effects of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide, biodentine and Emdogain on osteogenesis, Odontogenesis, angiogenesis and cell viability of dental pulp stem cells. **BMC Oral Health**, v. 19, n. 2, p.133, Jul. 2019.