Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09,2024

ISSN 2178-6925

USO DE BIOMATERIAIS NA ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

USE OF BIOMATERIALS IN DENTISTRY: A LITERATURE REVIEW

Leandro Mendonça Pêgo
Discente do curso de Odontologia-Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo
Otoni/MG, Brasil
leleovxqq@gmail.com

Lidiane Amaral Botelho
Discente do curso de odontologia-Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo
Otoni/MG, Brasil
lidianeamaralbo@gmail.com

Yasmim Camargo Costa Rocha
Discente do curso de odontologia-Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo
Otoni/MG, Brasil
yasmimrocha0806@gmail.com

RESUMO

Os biomateriais, ou materiais bioativos, são caracterizados por iniciar uma operação celular, ou uma reação química específica, e até mesmo um fenômeno quando em comunicação com algum tecido, em experimentos ou procedimentos. Hoje em dia estes materiais demonstram grande aplicabilidade na área odontológica, devido a sua aptidão em interagir com o tecido ósseo de pessoas portadoras de deformidades dentárias ou lesões. Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão na literatura a fim de apontar os principais biomateriais disponíveis utilizados na odontologia, além de suas vantagens e desvantagens, para o propósito de seus usos.

Palavras-chave: Biomateriais; Odontologia; Aplicabilidade.

ABSTRACT

Biomaterials, or bioactive materials, are characterized by initiating a cellular operation, or a specific chemical reaction, and even a phenomenon when in communication with some tissue, in experiments or procedures. Nowadays these materials demonstrate great applicability in the dental field, due to their ability to interact with the bone tissue of people with dental deformities or injuries. Thus, the objective of this article is to review the literature in order to point out the main available biomaterials used in dentistry, as well as their advantages and disadvantages, for the purpose of their use.

Keywords: Biomaterials; Dentistry; Applicability.

ISSN 2178-6925

1 INTRODUÇÃO

Apesar de estarem sendo mais divulgados e estudados na atualidade, a aplicação de biomateriais associados à saúde humana iniciou-se há mais de 2000 AC. Os egípcios, por exemplo, fabricavam suturas de linho e ouro (PIRES, BIERHALZ E MORAES, 2015), porém na maioria das vezes não obtinham êxito, devido à falta de informação, ocasionando infecções e reações biológicas adversas.

Atualmente, estudos clínicos e experimentais estão descobrindo novos biomateriais com a finalidade eficiente para a substituição total ou parcial de tecidos, lesionados ou perdidos devido a alguma patologia ou traumatismos diversos (ALVES *et al.*, 2013).

No campo da medicina, hoje em dia já podem ser identificados mais de 50 compósitos elaborados por mais de 40 tipos de materiais que têm a função de reparação, substituição ou auxílio às partes do corpo (RODRIGUES, 2013).

Já na Odontologia, artigos modernos são descobertos com frequência, e são postos em contato intrínseco com tecidos biológicos com a polpa, a dentina, o tecido periodontal e o osso alveolar, por conseguinte, os biomateriais utilizados necessitam de pesquisas, estudos e serem usados com prudência pelo cirurgião dentista (SINHORETI *et al.*, 2013).

A escolha dos biomateriais adequados para tratamento odontológico exige satisfazer certos padrões, para que o paciente sofra o mínimo de sequelas. Os fatores de maior relevância devem ser estudados em detalhes, tais como: biocompatibilidade, biodegradabilidade e biorreabsorvibilidade (CHEUNG, 2007).

A biocompatibilidade é um dos componentes mais essenciais, pois é ela que atesta se os materiais não oferecem perigo para uso interno e nos fluidos endógenos. Os materiais biocompatíveis são definidos como aqueles que não induzem nenhuma resposta inflamatória, devem possuir extrema imunogenicidade ou citotoxicidade para as células nativas, tecidos ou órgãos vivos (MAIA, *et al.*,2010)

Na odontologia, os biomateriais mais empregados são os sintéticos, por exemplo: os metais, polímeros e cerâmicas. Este tipo de material proporciona ao paciente maior bem-estar, em virtude da minimização do tempo clínico no procedimento e a extensão da lesão (SCHMITT *et al.*, 2021).

ISSN 2178-6925

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Fazer uma revisão bibliográfica sobre o uso de biomateriais na odontologia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar os principais biomateriais utilizados na odontologia
- Apontar o emprego de cada um deles
- Expor suas vantagens e desvantagens

3 METODOLOGIA

Uma revisão integral da literatura inclui a análise de pesquisas relevantes que forneçam subsídios para apresentar as recentes conquistas no uso dos biomateriais e suas propriedades e uso na odontologia. Este método de pesquisa permite a síntese de múltiplos estudos publicados e fornece conclusões gerais sobre uma área específica de estudo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada através de uma pesquisa avançada no motor de busca bases de dados GOOGLE ACADÊMICO, LILACS, SciELO e PubMED. As palavras chave usadas foram combinadas: “biomateriais” ou “biomaterials”, “aplicabilidade dos biomateriais" e “odontologia” . Os critérios de inclusão utilizados foram artigos científicos publicados entre 2005 e 2024 em língua portuguesa, espanhola e inglesa.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Tabata (2009, pág.1):

> A engenharia de tecidos é uma tecnologia e metodologia biomédica emergente para auxiliar e acelerar a regeneração e o reparo de tecidos defeituosos e danificados com base nos potenciais naturais de cura dos próprios pacientes.

ISSN 2178-6925

Tecidos conjuntivos são aqueles que conectam os demais tecidos, apresentam grande diversidade de células, assim como muitas funções, como por exemplo: preenchimento, sustentação, defesa, armazenamento, transporte, dentre outras.

Dentre as variedades dos tecidos conjuntivos temos o tecido ósseo, um tecido especializado, vascularizado e dinâmico, alterando-se durante o crescimento das pessoas.

Formado por elementos orgânicos (fibras colágenas, proteoglicanos e glicoproteínas); e inorgânicos como os íons fosfato, cálcio, bicarbonato, magnésio, potássio, sódio e citrato, o osso é um dos poucos tecidos que cicatrizam sem que haja formação de uma cicatriz hipertrófica, que decorre de uma ação inflamatória gerada da cicatriz interna .Possui grande habilidade de regeneração, onde ocorre a distinção de novas células e desenvolvimento de um novo tecido ósseo; e de reparação que baseia-se em restaurar o tecido lesado (SANTOS *et al*., 2011). No entanto, mesmo apresentando essa alta capacidade de regeneração, há situações em que ocorrem grandes danos, e o organismo não consegue fazer isso sozinho, sendo preciso o uso de biomateriais que desempenham a atuação do tecido ósseo (DE SOUSA COSTA, 2018).

Na odontologia, o desenvolvimento e uso de biomateriais é um material comprovadamente eficaz na área cirúrgica, principalmente para corrigir defeitos ósseos (GARBIN & GARBIN, 1994). O cirurgião-dentista deve ter grande conhecimento, prudência clínica e ética na escolha do biomaterial a ser utilizado, ponderando seus riscos e benefícios.

4.1 Etiologia dos Biomateriais

O uso clínico de um biomaterial requer uma metodologia que principia com uma pesquisa, onde é verificada a indispensabilidade do mesmo em um procedimento. A próxima etapa será um planejamento e experimentos dos materiais selecionados quanto às suas características, como sua constituição, toxicologia, propriedades físicas e mecânicas, etc. Aqueles que se apresentarem mais compatíveis ao fim que se destinam serão produzidos, passarão por uma profilaxia, acondicionados, e passarão por ensaios minuciosos quanto à toxicologia, biointeração in vitro e in vivo.

Após aprovação, seguirão para sua efetiva aplicação, sempre levando em consideração, que esse deve produzir o mínimo possível no organismo do paciente.

ISSN 2178-6925

4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS BIOMATERIAIS

Os biomateriais são agrupados por meio de normas, (ABNT NBR ISO 10993), que os dividem em tipos de materiais e dispositivos médicos nas classificações seguintes:

Materiais que não entram em contato como o paciente (não descrito pela norma ISO 10993);

Materiais que entram contato superficial - por exemplo aqueles em contato com a pele íntegra (como as bandagens), mucosas intactas (como as próteses dentárias) etc;

Materiais que mantém comunicação externa - aqueles que comunicam com o paciente, por exemplo, através da via sanguínea indiretamente (ex.: dutos para administração de soluções e de sangue), com tecido, osso ou sistema polpa/dentina (ex.: artroscópios e materiais dentários de preenchimento) e com sangue circulante (ex.: cateteres intravasculares);

Materiais de implantes – aqueles que entram em contato direto com tecido/osso (ex.: implantes dentários e marcapassos) e sangue (ex.: válvulas cardíacas), (THANGARAJU e VARTHYA, 2022).

Outra classificação dos biomateriais é em sintéticos e naturais, os materiais sintéticos são os polímeros, cerâmicas, metais e materiais compostos, e os de origem natural são classificados como autógeno, homógeno ou homólogos, heterógeno ou xenógeno, (SERRA, 2019), (SOARES, 2015).

5 BIOMATERIAIS UTILIZADOS NA ODONTOLOGIA

Hoje em dia, três biomateriais se destacam na odontologia: os metais, os polímeros e as cerâmicas

A seguir destacamos as propriedades físico-químicas e mecânicas de cada um deles.

5.1 METAIS

Materiais metálicos são arranjos de elementos metálicos, através de uma

ligação metálica. A ligação metálica quando elétrons que não estão ligados a nenhum átomo específico, originando uma nuvem eletrônica, oferecendo diversas propriedades dos materiais metálicos, como a boa condutividade elétrica e térmica. Os metais não são transparentes à luz visível, são altamente resistentes mecanicamente, e podem ser deformados, (ASKELAND, *et al.* , 1996).

Os metais apresentam propriedades mecânicas melhores que os demais biomateriais pesquisados, aguentando grandes cargas sem que haja fraturas, motivo para que sejam largamente empregados nas restaurações parciais ou totais de dentes (ROGERS GF e GREENE AK, 2012) (BORGES, *et al.* , 2017).

Os metais podem ser utilizados em próteses como alternativa para suprir articulações e implantes dentários, na forma de lâminas para prender fraturas, e também parafusos.

Os principais metais utilizados como biomateriais são: ferro (Fe), cromo (Cr), cobalto (Co), níquel (Ni), titânio (Ti), tântalo (Ta), nióbio (Nb), molibdênio (Mo) e tungstênio (W) (PARK e KIM, 2000). As ligas metálicas mais utilizadas como biomateriais são os aços inoxidáveis, ligas de titânio e ligas de cobalto (ALEXANDER, *et al.*, 1996).

Outra importante propriedade para materiais metálicos, em algumas restaurações odontológicas, é a sua característica de adesão ao revestimento cerâmico (GHASSEMIEH, 2008).

O mais usado atualmente é o titânio puro (CECCONI, 2002), especialmente na área da implantologia. O uso de titânio e suas ligas se deve, principalmente às suas propriedades estruturais e a excelente resistência a corrosão, principalmente em contato com meios agressivos como o ambiente fisiológico (BRONZINO, 2006), além de possuir densidade menor, quando comparado a outras ligas metálicas de uso biomédico

Ligas de Cobalto e Cromo são as preferidas para elaboração, das bases metálicas para próteses fixas e removíveis, (BATH, 2002).

As desvantagens dos metais como biomateriais na odontologia são:

- Biocompatibilidade reduzida, podendo manifestar corrosão no meio fisiológico;
- Elevadas densidades e módulos de elasticidade;
- São mais propensos a manifestar distúrbios como osteólise, inflamações, reações alérgicas e vasculites (PIRES *et al.*, 2015).

ISSN 2178-6925

5.2 POLÍMEROS

Os polímeros possuem em sua estrutura macromoléculas dispostas em extensas cadeias maleáveis, tendo como componente principal o carbono.

São materiais biodegradáveis, sendo decompostos espontaneamente, com seus efeitos continuarão no organismo do paciente.

Há uma grande diversidade de elementos odontológicos, originados de polímeros, dentre eles podemos citar: em cirurgias, como fios de sutura, confecção de dentes e próteses artificiais, além de aparelhos ortodônticos (DANTAS, 2011).

Apresentam densidade reduzida, o que contribui em sua aplicação como alternativa para atuar como substituto de tecidos moles da cavidade bucal.

Seus principais atributos são: grande flexibilidade, excelente afinidade e poder de adaptação, e não evidenciam estarem sujeitos à corrosão.

O principal polímero usado na odontologia atualmente é o Poliéter-Éter-cetona (PEEK) ou BioHP.

Poliéter-Éter-cetona (PEEK) é derivado do e poli-aril-éter-cetona (PAEK). É chamado também de BioHPP. Trata-se de um homopolímero linear termoplástico semicristalino de alta performance, constituído de unidades repetitivas semelhantes (.AL- RABAB'AH *et al.*, 2019). O PEEK é um biomaterial radiolúcido, que é capaz de obtenção de imagens radiográficas de tecidos peri-implantares e pode ser revestido com materiais estéticos, como compósitos (PACURAR *et al.*,2016). Além disso, o PEEK ostenta uma medida de elasticidade similar ao do osso, o que é uma vantagem, devido à biocompatibilidade. É aplicado usualmente para implantes e para as várias próteses fixas ou removíveis (BECHIR, *et al.*, 2016).

Apesar de todas as suas vantagens elencadas, as desvantagens dos polímeros como biomateriais na odontologia são:

Este material possui um maior custo de produção;

Também são mais agressivos ao meio ambiente (especialmente durante o processamento), e não permitem reciclagem.

Outras qualidades que pesam contra o produto são: probabilidade de deformidade quando estão sob tensão, solubilidade e absorção de água retiradas das resinas de revestimento, devido a umidade da cavidade bucal (BECHIR, *et al.*,2016).

5.3 CERÂMICAS

Materiais cerâmicos são constituídos pela ligação de um elemento metálico e um não-metálico, através de ligações iônicas ou covalentes. Suas propriedades principais são: o aumento de sua resistência em temperaturas elevadas, o isolamento térmico e elétrico e a grande resistência à abrasão. Mecanicamente os cerâmicos são extremamente duros e muito frágeis (ASKELAND *et al.*, 1996).

As últimas pesquisas causaram o melhoramento das propriedades mecânicas e regenerativas, ampliando seu emprego nas áreas odontológica e ortopédica. Isso se deve à sua elevada estabilidade química, uma biocompatibilidade superior que a dos metais em variadas aplicações e suas excelentes propriedades tribológicas (propriedades mecânica, física, química)

As cerâmicas empregadas no corpo humano podem ser divididas nas três categorias de biomateriais: inertes, biodegradáveis e bioativos (AZEVEDO, *et al.* ; 2007).

Os materiais inertes (mais estritamente quase inertes) não causariam nenhum efeito nos tecidos, porém este conceito está ultrapassado, uma vez que foi comprovado que todo material provoca algum tipo de resposta do organismo. Materiais ativos provocam a ligação de tecido vizinho com, por exemplo, estímulo de novo crescimento ósseo. Materiais degradáveis, ou reabsorvíveis, são agregados ao tecido vizinho, podendo até ser completamente dissolvidos após certo período de tempo (BURSTEIN, 2008).

As cerâmicas são classificadas em sintéticas ou naturais, e ostentam várias vantagens para utilização na regeneração do tecido ósseo: são estruturalmente análogas ao componente inorgânico do osso, são biocompatíveis, osteocondutores e podendo aderir diretamente ao osso. Por não possuírem proteínas em sua constituição, garante ausência de resposta imunológica, além de possuírem longo tempo de degradação in vivo (ABUKAWA *et al.*, 2006).

Alguns exemplos de biomateriais cerâmicos usados na odontologia são: o dióxido de zircónio (ZrO_2) em combinação com o óxido de alumínio (Al_2O_3) apresentam excelentes propriedades biológicas para aplicação em implantes; estudos demonstraram que o dióxido de titânio (TiO_2) favorecer a osteocondução e a osteointegração.

ISSN 2178-6925

Os cimentos de ionômero de vidros também são cerâmicas relativamente bioinertes, porém com diversas aplicações odontológicas. São dois os tipos de cimentos de ionômero de vidros: os convencionais ou os modificados por resina (COIMBRA *et al.*, 2006).

Os cimentos ionoméricos convencionais necessitam exclusivamente da reação de cura ácido-base e suas serventias são: liberação de fluoreto durante longo tempo em serviço, anticariogenicamente; boa adesão, ligando-se quimicamente à estrutura do dente, às ligas não preciosas e ao ouro recoberto com estanho. Suas desvantagens são: susceptibilidade à desidratação; muito baixa resistência à tração; muito baixa tenacidade à fratura (CORRÊA, OGASAWARA; 2006).

Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina podem substituir os cimentos ionoméricos convencionais, apresentando algumas vantagens como a melhora da resistência; menor sensibilidade inicial à perda e ganho de líquidos; liberação de flúor sem prejuízo da resistência adesiva, prevenindo o aparecimento de cáries e manchas no esmalte adjacente; maior adesão química ao esmalte dentário (PASCOTTO, 2001).

A desvantagem deste biomaterial é que por se apresentarem como um material frágil, não resistem a altas cargas, consequentemente, são suscetíveis a rachaduras

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os biomateriais têm colaborado para o desenvolvimento em várias áreas da odontologia, estimulando um aumento significativo no seu uso clínico.

Há necessidade de conhecimento de todas as propriedades aqui citadas por parte do Cirurgião-Dentista, para que exista uma discussão crítica sobre a utilização de biomateriais, sobre a interação dos biomateriais com os tecidos biológicos, suas aplicabilidades na sua área de atuação, suas propriedades químicas, físicas e biológicas para sua correta aplicação.

ISSN 2178-6925

REFERÊNCIAS

ABUKAWA, Haru *et al*. The engineering of craniofacial tissues in the laboratory: a review of biomaterials for scaffolds and implant coatings. Dental Clinics, v. 50, n. 2, p. 205-216, 2006. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16530058/

AL- RABAB'AH, Mohammad *et al*. Use of high performance polymers as dental implant abutments and frameworks: a case series report. Journal of Prosthodontics, v. 28, n. 4, p. 365-372, 2019. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28513977/

ALEXANDER, Harold et al. Classes de materiais utilizados em medicina. In: Ciência dos Biomateriais. Editora Acadêmica, 1996. p. 37-130. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-050014-0.50007-9

ALVES, Larissa Márcia Martins *et al*. Rugosidade e microscopia de força atômica de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de polimento. Polímeros, v. 23, p. 661-666, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/po/a/ZyCyX44tSGmMPhxQqjRxtPp/

ASKELAND, Donald R. et al. The science and engineering of materials.1996. Disponível em: https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-009-1842-9

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520. Informação e documentação: apresentação de citações em documentos. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: https://www.abnt.org.br/

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10719. Apresentação de relatório técnico-científicos. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://www.abnt.org.br/

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://www.abnt.org.br/

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023. Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://www.abnt.org.br/

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6024. Numeração progressiva das seções de um documento- apresentação. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://www.abnt.org.br/

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6028. Resumos: apresentação. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://www.abnt.org.br/

AZEVEDO, V. D., Chaves, S. A., Bezerra, D. C., & Costa, A. C. F. M. (2007). Materiais cerâmicos utilizados para implantes. ***Revista Eletrônica de Materiais e Processos***, *2*(3), 35-42. Disponível em: http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewArticle/47

BHAT, Sujata V.; BHAT, Sujata V. Structure and Properties of Materials. Biomaterials, p. 12-24, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-010-0328-5_2

BECHIR, Edwin Sever et al. The advantages of BioHPP polymer as superstructure material in oral implantology. Mater Plast, v. 53, n. 3, p. 394-8, 2016. Disponível em: https://revmaterialeplastice.ro/pdf/BECHIR%20E%203%2016.pdf

BORGES, Stephanie et al. MATERIAL RESTAURADOR UTILIZADO NAS UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE DE UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE NA REGIÃO ALTO PARANAÍBA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Psicologia e Saúde em debate, v. 3, n. 1, p. 22-33, 2017. Disponível em: http://psicodebate.dpgpsifpm.com.br/index.php/periodico/article/view/88

BRONZINO, Joseph D. Manual de engenharia biomédica. CRC Press Taylor e Francis Group, 2006. Disponível em: http://hdl.handle.net/1/8486

BURSTEIN, F. D. (2008). Resorbable distraction of the mandible: technical evolution and clinical experience. **Journal of Craniofacial Surgery**, 19(3), 637-643. Disponível em: https://doi.org/10.1097/scs.0b013e31816b6c8f

CECCONI, Bert T. et al. Casting titanium partial denture frameworks: a radiographic evaluation. The Journal of prosthetic dentistry, v. 87, n. 3, p. 277-280, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1067/mpr.2002.122275

CHEUNG, Hoi-Yan et al. Uma revisão crítica sobre materiais de bioengenharia à base de polímeros para o desenvolvimento de andaimes. Compósitos Parte B: Engenharia, v. 38, n. 3, p. 291-300, 2007. Disponível em: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-9c00a961-551a-3bdd-8aa7-6e2c039d0bc6

COIMBRA, Luciana Rocha et al. Citotoxicidade de cimentos de ionômero de vidro restauradores sobre células de linhagem odontoblástica. Revista Odonto Ciência, v. 21, n. 54, p. 338-345, 2006. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-457422

CORRÊA, Luis Gustavo Pessoa; OGASAWARA, Tsuneharu. Estudos comparativos de alguns cimentos ionoméricos convencionais. Matéria (Rio de Janeiro), v. 11, p. 297-305, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rmat/a/Qnq3sf3KcXSBvPcRXSCfghL/?format=html&lang=pt

DANTAS, Talita Souza et al. Materiais de enxerto ósseo e suas aplicações na odontologia. Journal of Health Sciences, v. 13, n. 2, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.17921/2447-8938.2011v13n2p%25p

DE SOUSA COSTA, Priscila Caroline. Regeneração óssea: uma revisão sobre os biomateriais baseados em hidroxiapatita. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2018. Disponível em: https://eb.ct.ufrn.br/wp-content/uploads/2019/03/Priscila-Costa.pdf

GARBIN, Cacilda Maria; GARBIN, Neusa Maria. Enxertos ósseos e regeneração tecidual guiada: noções básicas. In: Enxertos ósseos e regeneração tecidual guiada: noções básicas. 1994. p. 97-97. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-150331

GHASSEMIEH, Elaheh. Evaluation of sources of uncertainties in microtensile bond strength of dental adhesive system for different specimen geometries. Dental Materials, v. 24, n. 4, p. 536-547, 2008.Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17697706/

MAIA, M., KLEIN, E. S., MONJE, T. V., & PAGLIOSA, C. (2010). Reconstrução da estrutura facial por biomateriais: revisão de literatura. **Revista Brasileira de cirurgia plástica**, 25, 566-572. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcp/a/RZ3FDgpTL7VXc55rGQW9dWk/

PACURAR, Mariana et al. The benefits of polyether-ether-ketone polymers in partial edentulous patients. Mater. Plast, v. 53, p. 657-660, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320912223_The_Benefits_of_Polyether-Ether-Ketone_Polymers_in_Partial_Edentulous_Patients

PASCOTTO, R. C. Materiais de colagem e cimentação em Ortodontia. Parte I. Cimentos de ionômero de vidro. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial, Maringá, v. 6, n. 6, p. 109-116, 2001. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-329250

PIRES, Ana Luiza R.; BIERHALZ, Andréa CK; MORAES, Ângela M. Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. **Química nova**, v. 38, p. 957-971, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/th7gjVpvdpthnctYbhtFznN/

RODRIGUES, Luciano Brito. Aplicações de biomateriais em ortopedia. Estudos Tecnológicos em Engenharia, v. 9, n. 2, p. 63-76, 2013. Disponível em:

https://pdfs.semanticscholar.org/3753/c69dc0869788416ed2644660a6c2ee0eed65.pdf

ROGERS, Gary F.; GREENE, Arin K. Autogenous bone graft: basic science and clinical implications. Journal of Craniofacial Surgery, v. 23, n. 1, p. 323-327, 2012.Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22337435/

SANTOS, Ricardo B. et al. Effect of hardwoods characteristics on kraft pulping process: emphasis on lignin structure. BioResources, v. 6, n. 4, 2011. Disponível em: https://bioresources.cnr.ncsu.edu/BioRes_06/BioRes_06_4_3623_Santos_CBCJ_Effect_HW_Kraft_Proc_Lignin_Struc_1785.pdf

SCHMITT, Náthali Rieder et al. Uso de biomateriais em estruturas faciais, uma revisão de literatura Use of biomaterials in facial structures, a literature review. Brazilian Journal of Health Review, v. 4, n. 4, p. 14562-14570, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.34119/bjhrv4n4-016

SERRA, Talita F. M. Biomateriais na implantodontia. [Dissertação] Belo Horizonte: Faculdade Seta Lagoas Faceste: 2019. Disponível em: https://faculdadefacsete.edu.br/monografia/files/original/7ae02b8af6bfff1e8696a34a7508ee59.pdf

SINHORETI, Mário Alexandre Coelho; VITTI, Rafael Pino; CORRER-SOBRINHO, Lourenço. Biomateriais na Odontologia: panorama atual e perspectivas futuras. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, v. 67, n. 4, p. 256-261, 2013. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-707530

SOARES, Murilo V.R. Biomateriais utilizados na prática odontológica: Uma revisão de literatura. Trabalho de Conclusão de Curso. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2015. Disponível em: http://www.uel.br/graduacao/odontologia/portal/pages/arquivos/TCC2015/MURILO%20VILA%20REAL%20SOARES.pdf

TABATA, Yasuhiko. Biomaterial technology for tissue engineering applications. Journal of the Royal Society interface, v. 6, n. suppl_3, p. S311-S324, 2009. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19324684/

THANGARAJU, Pugazhenthan; VARTHYA, Babu Shoban. ISO 10993: Avaliação Biológica de Dispositivos Médicos. Manual de Diretrizes e Regulamentos de Dispositivos Médicos, p. 163, 2022. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-91855-2_11