



Biomateriais aplicados na substituição óssea em procedimentos odontológicos

Biometaterials applied in bone replacement in dental procedures

Bruno Gonçalves Sulzer¹, Emily Cristina Costa Borges², Laís Fernanda Arcangelo Silva³,

¹ Graduado em Odontologia pela UNIDERP.

² Cirurgiã-dentista Pós-graduanda em Cirurgia Oral Menor pela ABCD/MS.

³ Cirurgiã-dentista Especialista em Saúde da Família pela FIOCRUZ.

<http://www.seer.ufms.br/index.php/pecibes/index>

*Autor correspondente:
Bruno Gonçalves
Sulzer
E-mail do autor:
bruno_sulzer@hotmail.com

Resumo

A ausência de um órgão ou de um fragmento do corpo ocasiona, além da perda da função, transtornos sociais e psicológicos; os avanços obtidos na medicina e odontologia moderna, aliados ao aumento da expectativa de vida, têm possibilitado o andamento de técnicas que estabelecem uma melhor qualidade ao paciente. Este estudo teve como objetivo evidenciar o uso dos biomateriais na odontologia, destacando a origem, as propriedades e as reações biológica desses materiais no organismo humano. Trata-se de uma revisão descritiva de literatura, com buscas realizadas em bancos de dados científicos através das palavras chaves: defeito ósseo, biomateriais para defeitos ósseos, propriedades dos biomateriais, enxertos ósseos.

Palavras-chave:

Defeito ósseo.
Biomateriais para
defeitos ósseos.
Propriedades dos
biomateriais.
Enxertos ósseos.

Abstract

The absence of an organ, body onésnte, functional impairment or loss can drives social and psychological disorders; the advances obtained in modern medicine and dentistry, a guarantee to the increase in life expectancy, have enabled the progress of techniques that better establish the patient. This study aimed to highlight the use of biomaterials in dentistry, highlighting an origin, such as properties and reactions of these biological materials in the human body. This is a review of literature reviews, carried out in scientific databases using the words bone defects, biomaterials for bone prostheses, bone properties of the bones found.

Keywords: bone defect. Biomaterials for bone defects. Properties of biomaterials. Bone grafts.

1. Introdução

A ausência de um órgão ou de um fragmento do corpo ocasiona, além da perda da função, transtornos sociais e psicológicos; os avanços obtidos na medicina e odontologia moderna principalmente relacionados aos biomateriais e medicamentos, aliados ao aumento da expectativa de vida, têm possibilitado o desenvolvimento de técnicas que estabelecem uma melhor qualidade para o paciente. A disponibilização desses métodos tem apresentado novas opções aos pacientes mutilados, como a substituição total ou parcial de ossos fraturados por implantes.

Os biomateriais quando empregados em contato com sistemas biológicos onde finalidade é reparar ou substituir tecidos, órgãos ou funções do organismo, necessitam apresentar propriedades físicas e biológicas compatíveis com os tecidos biológicos do hospedeiro, de maneira a despertar uma resposta adequada dos mesmos.

Na Odontologia, novos produtos são apresentados constantemente no mercado, tais produtos são utilizados em íntimo contato com tecidos biológicos como polpa, dentina, tecido periodontal e osso alveolar. À vista disso, os biomateriais devem ser usados com precaução. Sua indicação nas inúmeras situações clínicas deve a todo o momento ser bem avaliada, levando em consideração critérios clínicos e éticos quanto aos riscos e benefícios do tratamento. Sendo assim, há a inevitabilidade do Cirurgião-Dentista compreender as características e propriedades dos biomateriais.

Os biomateriais utilizados no reparo de defeitos ósseos na odontologia são realmente eficientes. Para uma reabilitação oral, estes biomateriais deverão ser utilizados como terapia ao tratamento de sequelas ou como artifício complementar a instalação de implantes. Contudo, é notável conhecer a capacidade biológica de cada material para indicá-los nas diversas situações clínicas.

Objetivou-se com este estudo evidenciar o uso dos biomateriais na odontologia, destacando a origem, as propriedades e as reações biológica desses materiais no organismo humano.

2. Material e Métodos

Trata-se de uma revisão descritiva da literatura com artigos publicados nos últimos vinte anos; as buscas foram realizadas através de bancos de dados científicos como PubMed, Google acadêmico e Scielo. Foram utilizadas como palavras chaves: defeito ósseo, biomateriais para defeitos ósseos, propriedades dos biomateriais e enxertos ósseos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Origem dos biomateriais: autólogo, homólogo, heterólogo e aloplástico

O tecido ósseo encontra-se em constante remodelação e sua quantidade integral depende da conexão de equilíbrio existente entre a geração e a reabsorção óssea (silva *et al.*, 2007).

A solidificação do reparo nos tecidos está envolvida a estipuladas condições, a cerca de amplo suprimento sanguíneo, equilíbrio mecânico, porte de uma estrutura tridimensional e dimensão do local lesionado. Em locais em que a morfologia e proporção do defeito são grandes e críticas ao reparo, o meio regenerativo torna-se limitado e assim, há disposição de cicatriz fibrosa (kim *et al.*, 2006).

Biomateriais são materiais de origem biológica ou sintética empregavam para elaboração de implantes, aparelhos ou sistemas que ficarão em contato com os sistemas biológicos e tecidos vivos com o propósito de reparar perdas teciduais e restaurar funções comprometidas por processos degenerativos ou traumatismos (Turrer, 2008).

A princípio, para devolver perdas ósseas os cirurgiões deveram usar autoenxertos, tidos como ideais por se retratar de um material do próprio indivíduo. Entretanto, esse procedimento apresenta inferioridade, como superior incidência de enfermidades no sítio doador e dimensões restritas do material passível de doação, onde na maioria das vezes, é deficiente (Oliveira *et al.*, 2009).

Os materiais utilizados para procedimentos que requerem a substituição do osso podem ser classificados pela sua origem como: Autólogo ou Autógenos (material obtido do próprio paciente), Homólogo ou Aloenxertos (compostos de materiais de outro indivíduo da mesma espécie), Heterólogo ou Xenoenxertos (materiais obtidos de outra espécie) e os Aloplásticos (materiais inorgânicos ou sintéticos)

3.1.1 Enxertos autólogo (autógeno)

Segundo Silva Junior *et al.* (2001) os enxertos autógenos integram-se do próprio indivíduo. São os únicos no meio dos tipos de enxerto ósseo a apresentarem células ósseas vivas imunocompatíveis, fundamentais à fase I da osteogênese, qual é encarregado pela proliferação das células ósseas, em exclusivamente do osteóide de modo que, quanto maior número de células vivas forem transplantadas, maior a quantidade de tecido ósseo será formado.

O enxerto autógeno é considerado “padrão ouro” quando comparado aos demais substitutos ósseos, pois apresentam as propriedades biológicas de osteocondução, osteoindução e osteogênese (Buser, 2010). Uma significativa vantagem do osso autógeno é não exibir risco de transmissão de doenças ou de possível rejeição, o que garante um resultado clínico previsível (Bannister, 2008).

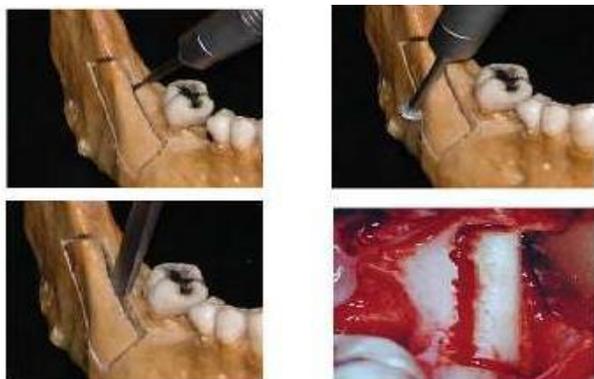
Por causa de todas as suas propriedades biológicas, o enxerto autógeno apresenta-se eficaz no processo de regeneração óssea (Bauer, 2000),

A enxertia autógena desde os sítios doadores intra-buciais mostra enorme incorporação e mínima reabsorção, conservando assim o volume ósseo enxertado. A cavidade bucal destacam como sítios doadores o túber, processo coronóide, zigoma, mento, ramo mandibular e o tórus. Esses sítios exibem vantagem em relação aos sítios extra-orais, pois concede melhor acesso cirúrgico, inexistência de cicatriz cutânea, minimiza o tempo cirúrgico, realizando somente

anestesia local, diminuindo a morbidade pós-operatória, pouco custo financeiro, realizando técnica em consultório, sendo assim uma técnica aceita por pacientes e volume ósseo conservado de forma previsível com reabsorção mínima (Pikos, 2000).

Exemplos das áreas doadoras intra-orais, mais utilizadas:

Figura 1 – Obtenção de enxerto da linha oblíqua externa



Fonte: Pereira *et al.*, (2009).

Os enxertos autógenos obtidos acarretam, geralmente, certos inconvenientes ao paciente, tais, como duas Lojas cirúrgicas (doadora e receptora), maior morbidade pós-operatória, limitação da quantidade de enxerto a ser obtida e potencial complicação de qualquer dos itens anteriores (Bauer, 2000).

De outra forma, alguns aspectos complicam e limitam a utilização desse enxerto, como, a utilidade de área doadora intra ou extrabucal, a quantidade de osso disponível, a morbidade pós-operatória, o tempo trans-operatório, além do risco de lesões vasculonervosas (Zerbo, 2003).

Devido a essas condições negativas que o enxerto autógeno apresenta, a procura por substitutos ósseos e o uso de materiais sintéticos, alógenos (proveniente de indivíduo diferente, porém, da mesma espécie) ou xenógenos (proveniente de espécie diferente) tem aumentado consideravelmente (Sobreira, 2011).

3.1.2 Enxertos homólogo (aloenxertos)

O enxerto Homólogo remete à transferência de tecidos ou órgãos retirados de um indivíduo e transplantado em outro da mesma espécie. A ampla vantagem dos aloenxertos ósseos é a possibilidade de armazenamento em banco de tecidos, qual possibilita uma quantidade satisfatória de tecido doador. O osso alógeno é obtido assepticamente de doadores vivos ou cadavéricos e assim são congelados, e ficam disponíveis para receptores humanos após pelo menos seis meses de quarentena a -80°C (Contar *et al.*, 2009).

No entanto, o uso de aloenxertos abrange certo risco com relação à antigenicidade, embora os mesmos sejam usualmente pré-tratados por congelamento, radiação ou agentes químicos, visando impedir reações de corpo estranho (Lindhe, 2005).

O implante alógeno também reúne bastante utilidade na odontologia por evitar a morbidade relacionada ao sítio doador e constituir uma opção interessante quando

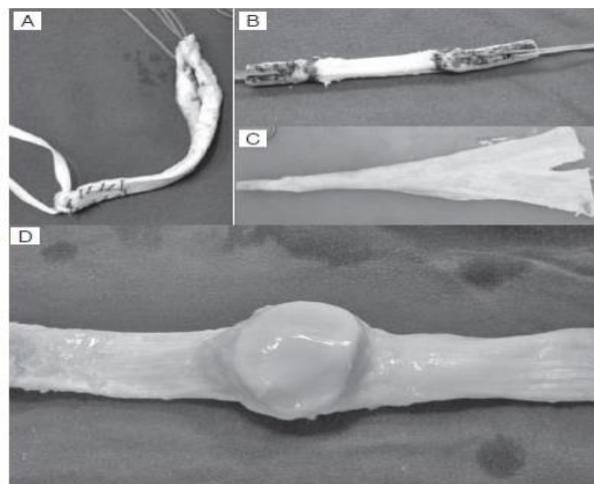
quantidade significativa de osso se faz necessária, sendo mínimo o tempo cirúrgico, quanto os custos do procedimento (Waasdorp; Reynolds, 2010).

Os tipos de aloenxertos utilizados são o osso trabecular e medular ilíacos congelados, enxertos de osso mineralizados congelado seco e enxertos de osso descalcificado congelado seco. São eminentes as vantagens o uso exclusivo de anestesia local, ou seja, evitando procedimento cirúrgico hospitalar como no caso de coleta do osso da crista ilíaca, reduzindo assim os custos da intervenção e a disponibilidade de grandes quantidades de material para enxerto. Como desvantagem, a chance de transmissão de doenças e potencial antigênico (Precheur, 2007).

Cada tipo de enxerto em bloco tem suas vantagens e desvantagens. No osso esponjoso, a maior facilidade de penetração de vasos sanguíneos dentro do enxerto é compensada pela falta de resistência ao estresse mecânico. Quanto mais sólido o enxerto ósseo, maior sua capacidade de resistir ao estresse mecânico, como o osso cortical, é mais difícil e sua revascularização, integração tornar se um osso viável (Peleg *et al.*, 2010).

Compreende se que o bloco córtico-medular alógeno pode ter algumas vantagens sobre enxertos de bloco cortical, devido ao rápido início de cicatrização (Wallace; Gellin, 2008)

Figura 2 – (A) Aloenxerto de tibial anterior; (B) Aloenxerto de ligamento da patela; (C) Aloenxerto de tendão calcâneo; (D) Aloenxerto do mecanismo extensor.



Fonte: Damaceno (2009).

3.1.3 Enxerto heterólogo ou xenoenxerto

Os enxertos provenientes de outras espécies como de animais, por esse motivo, necessitam de um tratamento antigênico, de deslipidização e desproteíntização, que reduz concomitantemente as suas capacidades osteoindutoras (Reddi, 2003)

Segundo Rodrigues (2007) os xenoenxertos são dominados pela origem bovina, mas também podem derivar de suínos ou equinos, sendo sua matéria-prima obtida pelo

tratamento de ossos longos, tendão, pericárdio, submucosa intestinal ou outros sítios anatômicos.

O processamento de um biomaterial ósseo substituto xenógeno permite escolhas interessantes quanto às formas isoladas ou conjugadas dos seguintes constituintes, a fração orgânica do osso desmineralizada, com potencial osteoindutor, fração cortical ou medular inorgânica desproteinizada, na forma de grânulos ou blocos, ou ainda, como membrana reabsorvível desmineralizada (Oliveira, 2004).

Dentre os implantes xenogênicos de origem bovina, aqueles produzidos com o osso esponjoso revestem se de particular interesse, devido a sua arquitetura constituída de poros biologicamente desenhados que favorecem a invasão celular e vascular até o centro do defeito (Teixeira, 2007).

3.1.4 Enxertos aloplásticos

Os materiais sintéticos, ou aloplásticos, pela sua ampla disponibilidade e por não precisar de procedimento cirúrgico de um sítio doador, conceberam não apenas novos e importantes biomateriais utilizados em próteses clínicas, mas também a descoberta científica de que os implantes poderiam ser produzidos pelo homem e não serem rejeitados pelo organismo (NORTON, 2002).

Os enxertos devem ser capazes de permitir a diferenciação do tecido ósseo, servindo de arcabouço às células. Devem se degradar à medida que o osso se recompõe, além de poderem ser produzidos em escala suficiente para permitir a estabilidade primária do implante, (SCHOPPER et al., 2003).

Segundo Mish (2008) as cerâmicas são as mais utilizadas e podem ser caracterizadas como bioinertes, o óxido de alumínio e óxido de titânio, e como bioativos, pois o fosfato de cálcio se caracteriza pelo processo de osteoindução.

Ao conhecer quais propriedades e reações biológicas desses tipos de biomateriais, fica mais fácil a indicação de cada material para cada situação.

3.2. Propriedades dos biomateriais e suas reações no organismo

Os biomateriais podem ser classificados de acordo com as suas propriedades, e divididos em: Osteogênicos, osteoindutores e osteocondutores como visto no **Quadro 1**, as propriedades e funcionamento.

3.2.1 Propriedade osteogenica

Um material dito osteogênico pode ser definido como aquele que possui células vivas capazes de diferenciarem e iniciarem o processo de formação do tecido ósseo. É definida como a formação de tecido ósseo, esse processo ocorre devido ao transplante de osteoblastos viáveis ou células precursoras presentes no enxerto vivo. Precursores de osteoblastos são encontrados no osso, na medula óssea, no perióstio e em outros tecidos, e são fundamentais no início do processo (Khan et al., 2005).

3.2.2 Propriedade osteoindutora

Possuem a capacidade de induzir a célula mesênquimal indiferenciada presente na área receptora, a se transformar. Essa propriedade oferece um estímulo biológico, que promove a diferenciação de células troncos mesênquimais locais, vizinhas ou transplantadas em condroblastos e osteoblastos (Bauer, 2000).

3.2.3 Propriedade osteocondutora

Refere se a um enxerto ósseo ou implante que permite a formação de um quadro estrutural para reconstituição das células do hospedeiro. O material fornece a estrutura tridimensional necessária para a invasão vascular, aposição de células mesênquimas e proliferação celular, promovendo a aposição óssea da superfície, funcionando como uma matriz fibrosa facilitadora de formação óssea (Khan et al., 2005).

Quadro 1 – Propriedades Biológicas dos biomateriais

Osteocondutor	Refere-se à capacidade do biomaterial em conduzir o desenvolvimento de novo tecido ósseo através de sua matriz de suporte (arcabouço).
Osteoindutor	Processo pelo qual a osteogênese é induzida e envolve a formação de novo osso a partir do recrutamento de células imaturas e sua diferenciação em células osteoprogenitoras.
Osteogênico	Osteogênese é o processo pelo qual as células ósseas vivas e remanescentes no enxerto mantêm a capacidade de formar matriz óssea.
Osteopromotor	Caracterizado pelo uso de meios físicos (membranas ou barreiras) que promovem o isolamento anatômico de um local permitindo a seleção e proliferação de um grupo de células, predominantemente, osteoblastos nos casos de leito ósseo, a partir do leito receptor, e simultaneamente impedem a ação de fatores concorrentes inibitórios ao processo de regeneração.

3.2.4 Interação do biomaterial com o organismo

Ao colocar um biomaterial em uma estrutura óssea acontece, de modo geral, uma lesão tecidual local que é caracterizada, nas primeiras horas, pelo desenvolvimento de um hematoma e por uma resposta de tipo inflamatória aguda, com absorção de água e macromoléculas, e uma invasão celular. Os neutrófilos são as primeiras células a aparecerem no local da lesão, cuja função é fagocitar fragmentos de tecido ou partículas do biomaterial. Segue-se um influxo de outros tipos de células, incluindo eosinófilos, monócitos e macrófagos. Os macrófagos além de fagocitar, libertam vários tipos de moléculas bioativas que podem induzir a atividade de outras células, tais como linfócitos, fibroblastos, osteoclastos e osteoblastos. A resposta inflamatória aguda estimula a angiogênese, ativa a secreção de citocinas e de fatores de crescimento, que dirigem à proliferação e diferenciação das células mesenquimatosas pluripotenciais em osteoblastos, dessa forma, sintetizam matriz óssea. Logo após alguns dias, em condições locais favoráveis, processa-se

a fase de reparação/regeneração através da formação de um tecido ósseo na interface implante osso (Judas et al., 2009).

De uma forma geral, os Biomateriais podem classificar-se segundo duas vertentes: a sua composição química e o seu comportamento biológico. A classificação segundo o comportamento biológico é baseada na resposta do tecido hospedeiro sendo bioinerte e biotolerados, no próximo capítulo apresenta-se os tipos de biomateriais utilizados na odontologia.

3.3 Tipos de biomateriais

Os procedimentos para aumento ou manutenção óssea podem ser requeridos nos tratamentos de traumas e perda óssea, lesões císticas, periodontais, aumento do rebordo alveolar e preparação de leitos para colocação de implantes (Chan et al., 2002).

Os enxertos autógenos são considerados padrão ouro devido suas propriedades biológicas, que apresentam uma melhor previsibilidade para reconstruções de áreas afetadas. Atualmente enxertos e biomateriais tem sido propostos como um desafio da engenharia tecidual para minimizar a necessidade de intervenção em no mínimo dois sítios doadores quando o uso for de osso autógeno (Butz; Huys, 2005).

A bioengenharia tecidual é uma área que consta a finalidades de fundamentos e mecanismo da engenharia e das ciências da saúde para analisar e acelerar a regeneração e o reparo de tecidos defeituosos ou danificados (Tabata, 2009).

O propósito da bioengenharia é solucionar as dificuldades dos tratamentos estipulados vigentes, fundamentados na cirurgia reconstrutora ou no transplante de órgãos. Eminentemente, sendo apto de fornecer substitutos para órgãos e tecidos que apresentam tolerância imunológica, que propicia sua inserção no paciente com o mínimo de risco de rejeição (Sachlos; Czernuszka, 2003).

3.3.1 Metais

Os metais são amplamente indicados em próteses como elementos estruturais na estabilização de fraturas ósseas. São utilizados placas, parafusos e mini placas para obtenção da osteossíntese. Apontam-se pela superioridade da resistência mecânica relacionada à competência de deformação e grande tenacidade, além da capacidade de fabricação e pequeno custo. Grande parte dos elementos metálicos, como titânio, ferro, cobalto, cromo, níquel e suas ligas empregadas na confecção de implantes, é bem tolerada pelo organismo vivo, gerando desses materiais a principal escolha para tratamento de fraturas ósseas. A tolerância ao carregamento mecânico a condição para seu emprego e sistemas têm sido apresentados com propósito de diminuir as deformações ósseas provocadas pela diferença na distribuição de tensões em regiões submetidas a osteossíntese (Pereira; Buono; Zavaglia, 2006).

Os metais ficam em atrito direto e enfrentam desgaste acentuado, e sua influência com o tecido adjacente ocasiona a liberação de íons metálicos por dissolução, desgaste ou corrosão (Morais et al., 2007).

Dessa maneira, as superfícies necessitam de algumas modificações e associações de materiais, como os polímeros, que atribuem uma resistência mecânica, deixando o contato adequado em regiões de amplo atrito, como nas próteses de quadril. Essa associação pode minimizar a liberação de íons metálicos por comunicação do biomaterial com os fluidos fisiológicos (Punt et al., 2008).

3.3.2 Polímeros

Os polímeros abrangem uma variedade imensa de materiais odontológicos, que vão desde os materiais de moldagem até os materiais utilizados em cirurgias, como fios de sutura ou biomateriais à base de silicone usados nos procedimentos de reconstrução facial. Devido à baixa densidade, os polímeros são adequados para substituição de tecidos moles da cavidade bucal. Entretanto, eles não devem ser tóxicos ou apresentam resíduos monoméricos. As principais características desses polímeros são a alta ductilidade, boa compatibilidade e resiliência, além de não serem susceptíveis ao processo corrosivo. Baixas resistências mecânicas inerentes a esses materiais podem ser melhoradas reforçando-os com fibras de carbono (Bhaduri; Bhaduri, 2009).

Sua natureza pode ser de origem sintética ou natural, sendo sua característica a sua biodegradabilidade. Os sintéticos geralmente são degradados por hidrólise simples, ao mesmo modo que os naturais são degradados enzimaticamente (Tabata, 2009).

Todos os polímeros, tem sido utilizados pela engenharia tecidual para o progresso de moldes (scaffolds) tridimensionais na produção de cartilagens, ligamentos, meniscos e discos intervertebrais, especialmente os sintéticos biodegradáveis (Navarro, 2008).

Os polímeros também estão indicados na ortopedia e como dispositivos implantados para a liberação de fármacos (Oh et al., 2006).

Um polímero muito utilizado em cirurgias faciais é o polietileno poroso, que possui uma estrutura linear da cadeia de carbono e serve como polímero base para outros materiais, tais como o polipropileno e o politetrafluoretileno (Rah 2000).

O polietileno poroso não sofre degradação e não reabsorve significativamente, além de apresentar a vantagem de permitir o crescimento vascular e de tecido mole e ósseo. Há também os polímeros reabsorvíveis, que podem ser utilizados nas cirurgias de fixação óssea como alternativa ao titânio e suas ligas. Esses polímeros geralmente são formados por copolímeros, compostos por substâncias como o ácido poli-L-lático (PLLA) e o ácido poliglicólico (PGA) (Maia et al., 2010).

3.3.3 Cerâmicas

Biocerâmicas são definidas como biomateriais sólidos inorgânicos e inertes constituídos por uma ou mais fases cristalinas ou amorfas. Elas se destacam dos metálicos e poliméricos por apresentarem maior estabilidade química superficial (Sinhoreti et al., 2013).

As cerâmicas podem ser sintéticas ou naturais, dispõem diversos benefícios, para serventia de substituição ao tecido ósseo. Entre essas características evidenciam-se a sua semelhança estrutural ao componente inorgânico do osso, serem biocompatíveis, osteocondutivas e por não exibirem proteínas em sua composição, o que propicia ausência de resposta imunológica (Abukawa et al., 2006).

Esses biomateriais também podem ser classificados em dois grandes grupos: bioinerte e bioativo. As cerâmicas bioinertes não tem quase nenhuma interação com o tecido vivo. Já as cerâmicas bioativas são capazes de promover a adesão ao tecido ósseo vivo, de vários fosfatos de cálcio (vallet-regi &, González, 2004).

Atualmente, as biocerâmicas de fosfato de cálcio são os principais materiais pesquisados e utilizados na formulação de biomateriais empregados em casos clínicos onde há a necessidade de neoformação óssea. E isso é justificado pelo fato dos fosfatos de cálcio possuírem características mineralógicas semelhantes à estrutura dental e tecidos ósseos. Além disso, são materiais que apresentam excelente biocompatibilidade, bioatividade e variadas taxas de dissolução e adsorção, que são condições propícias aos processos de osteoindução e osseointegração (Best et al., 2008).

Todas limitações estão associadas à baixa rigidez estrutural, de tal maneira que não podem ser usadas em regiões de muito esforço mecânico, e à sua parte porosa, qual aumenta o risco de fraturas (Wan et al., 2006). Estão largamente apontadas na ortopedia e odontologia do reparo ósseos, estabilidade do rebordo alveolar e como implantes ortopédicos e dentários (Legeros, 2002).

Os avanços científicos no âmbito da área dos substitutos ósseos são uma realidade. A nível de materiais osteocondutores, o progresso deu-se com a introdução de técnicas inovadoras na preparação de compósitos com uma conduta mecânica e biológico mais próximo do osso. A engenharia de tecidos acompanha agora a linha da sua associação com células ósseas com o propósito de confrontar o componente osteogénico que lhes falta. As possibilidades que tendem a cirurgia reconstrutiva centram-se também nos avanços da biomodelação, com a construção de implantes com a forma exata do defeito ósseo, através do recurso a técnicas avançadas de reconstrução tridimensional.

4. Conclusão

Os biomateriais utilizados no reparo de defeitos ósseos na odontologia mostram-se realmente eficientes. Para uma reabilitação oral, estes biomateriais deverão ser utilizados como terapia ao tratamento de sequelas ou como artifício complementar a instalação de implantes. Assim sendo, é importante o conhecimento da capacidade biológica de cada material para indicá-los nas diversas situações clínicas colaborando com o bem-estar e retorno a qualidade de vida dos pacientes.

Neste sentido, esse estudo pretende tornar-se um estímulo às novas discussões e conhecimento sobre este tema.

Declaração

Os Autores declaram não possuírem conflitos de interesse de ordem: pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro no manuscrito.

5. Referências

- Abukawa, H. The engineering of craniofacial tissues in the laboratory: A review of scaffolds and implant coatings. **Dental Clinics of North American**, Philadelphia, v.50, n.2, p.205-216, 2006.
- Alievi, M. M.; Schossler, J. E. W.; Guimaraes, L. D.Oliveira, A. N. C.; Traeslel, C. K; Ferreira, P. A. Implante ósseo cortical alógeno conservado em mel na reconstrução de falha óssea diafisária em fêmur de cães: avaliação clínica e radiográfica. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 450-457. 2007.
- Bannister, S. R.; Powell, C. A. Foreign body reaction to an organic bovine bone and autogenous bone with platelet-rich plasma in guided bone regeneration. **Journal of Periodontology**, v.79, n.6, p.1116-20. Jun. 2008.
- Bauer TW, Muschler GF. Bone graft materials. An overview of the basic science. **Clin Orthop**. 2000;371:10-27.
- Best SM, Porter AE, Thian ES, Huang JJ. Bioceramics: past, present and for the future. **Eur Ceram Soc** 2008;28(7):1319-27
- Bhaduri SB, Bhaduri S. Biomaterials for dental applications. In: **Narayan R. Biomedical Materials**. 1st ed. New York, Springer, 2009:295-326
- Buser, D. **Vinte Anos de Regeneração óssea guiada na implantodontia**. ed. São Paulo: Editora Santos, 2009. p. 256.
- Butz SJ, HUYS LW. Long term success os sinus augmentation using a synthetic alloplast: 20 patients, 7 years clinical report. **Implant Dent**. 2005 Mar; 14(1): 36/42.
- Chan C, Thompson I, Robinson P, Wilson J, Hench L. Evaluation of bioglass/dextran composite as a bone graft substitute. **Int. J Oral Maxillofac Surg** 2002 Feb; 31(1):73/77.
- Contar, C.M.M., Sarot, J.R., Bordini Jr, J., Galvão, G.H., Nicolau, G.V., e Machado, M. A.N. (2009). Maxillary Ridge Augmentation With Fresh-Frozen Bone Allografts. **Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, 67, pp. 1280-1285.
- Damasceno, M.L. et al. A utilização de enxerto alógeno nas reconstruções ligamentares do joelho. **Acta Ortop Bras**. 2009; 17(5):265-8

- Judas, Fernando; Figueiredi, Helena; Dias, Rui. **Biomateriais em cirurgia ortopédica reconstrutiva.** Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra Clínica Universitária de Ortopedia dos HUC Ano de 2009.
- Khan SN, Cammisa FP, Sandhu HS, Diwan AD, Girardi FP, Lane JM. The biology of bone grafting. **J Am acad orthop surg.** 2005 JAN/FEB; 13 (1): 77/86
- Kim, S-S. et al. Poly(lactide-co-glycolide)/hydroxyapatite compositescaffolds for bone tissue engineering. **Biomaterials**, v.27, n.8, p.1399-1409, 2006.
- Legeros, R. Z. Properties of osteoconductive biomaterials: Calcium phosphates. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, Philadelphia, v.395, p.81-98, 2002.
- Lindhe J, Karring T, Long NP. **Tratado de periodontia clínica e implantologia oral:** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
- Maia M, Klein ES, Monje TV, Pagliosa C. Reconstrução da estrutura facial por biomateriais: revisão de literatura. **Rev Bras Cir Plást** 2010;25(3):566-72.
- Misch C. (2008). Considerações fundamentais sobre enxerto ósseo e materiais para enxerto ósseo. **Implantes Dentais Contemporâneos.** Rio de Janeiro, RJ, Elsevier, pp. 839-869.
- Morais, L. S.; Guimaraes, G. S.; Elias, C. N. Liberação de íons por biomateriais metálicos. **Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v.12, n.6, p.48-53, 2007
- Navarro, M.; Michiardi, A.; Castanõ, O.; Planell, J. A. Biomaterials in orthopaedics. **Journal of the Royal Society Interface**, London, v.5, p. 1137-1158, 2008.
- Oh, S.; Oh, Namsik; Appleford, M.; Ong, J. Bioceramics for tissue engineering applications – A review. **American Journal of Biochemistry & Biotechnology**, New York, v.2, n.2, p.49-56, 2006.
- Oliveira, S.M. et al. Engineering Endochondral Bone: *In Vivo* Studies. **Tissue Eng. Part A**, v.15, n.3, p.635-643, 2009.
- Oliveira RC, Menezes R, Cestari TM, Taga EM, Taga R, Buzalaf Mar, et al. Tissue response to a membrane of demineralized bovine cortical bone implanted in the subcutaneous tissue of rats. **Braz Dent J.** 2004;15(1):3-8.
- Pereira C.S., Esper H.R., Magro Filho, O., Garcia Júnior I.R. (2009). Enxertos ósseos mandibulares para reconstrução de processos alveolares atroficos: revisão e técnica cirúrgica. **Innovation Implant Journal**, 4(3), pp. 96-102.
- Pereira MM, Buono VTL, Zavaglia CAC. Materiais metálicos: ciência e aplicação como biomateriais. In: Oréfice RL, Magalhães MM, Mansur HS, eds. **Biomateriais: fundamentos e aplicações.** Rio de Janeiro:Cultura Médica;2006. p.41-58.
- Peleg, M., Sawatari, Y., Marx, R.N., Santoro, J., Cohen, J., Bejarano, P., e Malinin, T. (2010). Use of Corticocancellous Allogeneic Bone Blocks for Augmentation of Alveolar Bone Defects”. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, 25, pp. 153-162.
- Pikos MA. Block autografts for localized ridge augmentation: part II. The posterior mandible. **Implant Dent.** 2000;9(1):67-75.
- Precheur, HV. Bone graft materials. **Dent Clin North Am** 2007;51(3):729-46.
- Precheur, H.V. Bone Graft Materials. **Dent. Clin. N. Am.**, v.51, p.729-746, 2007.
- Punt, I. M.; Complications and reoperations of the SB Charite lumbar disc prosthesis: Experience in 75 patients. **European Spinal Journal**, Heidelberg, v.17, p.36-43, 2008.
- Rah DK. Art of replacing craniofacial bone defects. **Yonsei Med J** 2000;41(6):756-65.
- Reddi AH, Marshall R. Urist: A renaissance scientist and orthopedic surgeon. **J Bone Joint Surgery Am** 2003;85:3-7.
- Rodrigues CV, Serricella P, Linhares AB, Guerdes RM, Borojevic R, Rossi MA et al. Characterization of a bovine collagen-hydroxyapatite composite scaffold for bone tissue engineering. **Biomaterials.** 2003;24(27):4987-97
- Sachlos, E.; Czernuszka, J.T. Making tissue engineering scaffolds work. Review on the application of solid freeform fabrication technology to the production of tissue engineering scaffolds. **Eur. Cell Mater.**, v.5, p.29-40, 2003.
- Silva, A.R.S. et al. Análise da densidade óssea radiográfica de ratos submetidos ao alcoolismo crônico utilizando imagem digital. **Rev. Odonto Cienc.**, v.22, n.55, p.77-81, 2007.
- Silva Junior AN, Somacal TP, Quesada G, Beltrão GC. Tratamento cirúrgico avançado na reconstrução de defeito ósseo maxilar utilizando enxerto autógeno de mandíbula. **Rev Bras Cirurg Implant – BCI** 2001; 8(31):207-10.

- Sinhoreti, Mário Alexandre Coelho; Vitti, Rafael Pino and Correr-Sobrinho, Lourenço. **Biomateriais na Odontologia: panorama atual e perspectivas futuras.** *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.* [online]. 2013, vol.67, n.4, pp. 256-261. ISSN 0004-5276.
- Sobreira, T.; Maia, F. B. M.; Palitó, A. P. P. G.; Galdino, A. S.; Morais, F. R. Enxerto ósseo homogêneo para reconstrução de maxila atrofica. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**, Camaragibe, v.11, n.1, p.21-5. Jan/Mar. 2011.
- Tabata, Y. Biomaterial technology for tissue engineering applications. **J. R. Soc. Interface**, v.6, p.S 311-324, 2009.
- Teixeira CR, Rahal SC, Volpi RS, Taga R, Cestari TM, Granjeiro JM, et al. Tibial segmental bone defect treated with bone plate and cage filled with either xenogeneic composite or autologous cortical bone graft. An experimental study in sheep. **Vet Comp Orthop Traumatol.** 2007;20(4):269-76.
- Turrer, C.L. e Ferreira, F.P.M. (2008). Biomateriais em cirurgia craniomaxilofacial: princípios básicos e aplicações–revisão de literatura. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, 23(3), pp. 234-9.
- Vallet-Regí, M.; González-Cellbet, J. **Calcium phosphates as substitution of bone tissues.** Elsevier Science: Pub, 31p. 2004.
- Zerbo, I. R.; de Lange, G. L.; Joldersma, M.; Bronckers, A. L. & BURGER, E. H. Fate of monocortical bone blocks grafted in the human maxilla: a histological and histomorphometric study. **Clinical Oral Implants Research**, v.14, n.6, p.759–66. Dec. 2003.
- Waasdorp, J., Reynolds, M. A. Allogeneic bone onlay grafts for alveolar ridge augmentation: a systematic review. **The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, v.25, n.3, p.525-31. May-Jun. 2010.
- Wallace, S. e Gellin, R. (2008). Clinical evaluation of a cancellous block allograft for ridge augmentation and implant placement: a case report. **Implant Dentistry**, 17(2), 151-158.