

Biomateriais aplicados a Implantodontia

Biomaterials applied to Implantology

Paulo Sérgio Perri de Carvalho*
Adalberto Luiz Rosa**
Ana Paula Farnezi Bassi***
Luis Antonio Violin Dias Pereira****

RESUMO

O meio pelo qual existe uma cooperação aceitável entre o desenvolvimento e sustentação de tecidos, promovida pela ação mútua de cooperação entre biomaterial e tecidos, tem sido o motivo da atenção da ciência em relação aos biomateriais por muitos anos, e a base do tema da biocompatibilidade. Existem muitas maneiras pelas quais os materiais e tecidos podem ser postos em contato, de tal forma que esta coexistência pode estar comprometida, e na busca de biomateriais, que são capazes de fornecer para o melhor desempenho em dispositivos foi baseada no entendimento de todas as interações fenômenos dentro de biocompatibilidade. Neste trabalho, os autores citam as propriedades dos biomateriais a serem utilizados em Implantodontia, como também suas indicações clínicas.

Unitermos - Biomateriais; Biocompatibilidade; Osteocondução; Osteoindução; Osteogênese.

ABSTRACT

There are many ways in which materials and tissues can be brought into contact such that this co-existence may be compromised, and the search for biomaterials that are able to provide for the best performance in devices has been based upon the understanding of all interactions within biocompatibility phenomena. In this paper, the authors related the biomaterials properties applied in Implantology and their clinical indications.

Key Words - Biomaterials; Biocompatibility; Osteoconduction; Osteoinduction; Osteogenesis.

* Professor titular do Departamento de Cirurgia e Clínica Integrada - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Unesp/Araçatuba; Professor titular do Departamento de Estomatologia - Universidade de São Paulo/Bauru.

** Professor titular do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial e Periodontia - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

*** Professora doutora de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial - Fundação Educacional de Santa Fé do Sul.

**** Professor associado do Departamento de Histologia e Embriologia do Instituto de Biologia - Universidade Estadual de Campinas - Unicamp.

Introdução

A humanidade, desde épocas remotas, tem procurado maneiras de substituir tecidos vivos, quer seja porque estes são perdidos ou estão doentes, utilizando como substitutos substâncias sintéticas ou naturais, as quais, mais recentemente, têm sido genericamente chamadas de biomateriais.

Verificando o histórico dos biomateriais na área médico-odontológica, inúmeras pesquisas têm sido realizadas na procura por substâncias naturais ou sintéticas que possam substituir tecidos corpóreos, moles ou duros, perdidos. Antigos registros nos mostram a utilização de substâncias, como marfim, osso seco, ouro, fio de ouro, ligas de prata, entre outros materiais. A partir de 1800 observa-se o emprego de compostos sintéticos para substituição óssea, quando pesquisadores preconizaram a utilização do sulfato de cálcio em defeitos ósseos.

Atualmente, graças ao grande desenvolvimento tecnológico dos biomateriais, associado ao avanço dos conhecimentos acerca da biologia do tecido ósseo, tornou-se possível influenciar seletivamente a formação óssea controlando a qualidade e a quantidade de osso no interior das estruturas bucais. Contudo, a pesquisa do material de implante ideal para substituição do enxerto ósseo autógeno, o melhor substituto ósseo, ainda persiste como um dos maiores desafios da Odontologia moderna.

Existe no mercado uma grande variedade de biomateriais, sintéticos ou biológicos, com tamanhos variáveis de partículas e principalmente classificados quanto ao seu modo de ação: osteocondução, osteoindução ou osteogênese¹.

Na Implantodontia, estes biomateriais deverão ser utilizados como terapia complementar a instalação dos implantes. No entanto, é interessante conhecer o potencial biológico de cada material para indicá-los nas diversas situações clínicas.

1. Conceito de biocompatibilidade

Em 2008, com o objetivo de unificar e ampliar os conceitos de biocompatibilidade, foi proposto o seguinte conceito: biocompatibilidade é a habilidade de um biomaterial desempenhar sua função desejada em relação a uma terapia médica, sem induzir qualquer efeito local ou sistêmico indesejável ao beneficiário da terapia; mas, gerando as respostas celulares e teciduais mais benéficas naquela situação específica e otimizando as respostas clinicamente relevantes daquela terapia².

Assim, um fio de sutura do tipo nylon que é utilizado para aproximar as bordas de uma ferida operatória superficial é biocompatível porque ele atua com um determinado fim e, mesmo sem ser incorporado pelo organismo, não provoca injúrias e nem é tóxico para o organismo. Da mesma

forma, será biocompatível um material que é introduzido em uma cavidade óssea e que, após o reparo ósseo, fica incorporado ao osso neoformado. Já algumas ligas metálicas, por exemplo, cromo-cobalto-molibdênio ou ligas de ouro, quando utilizadas como material de implante endósseo, apresentam após um período de reparo uma cápsula de tecido conjuntivo ao seu redor, o que mostra que estes materiais metálicos não são biocompatíveis para a finalidade a qual foram utilizados.

A biocompatibilidade é uma propriedade que os materiais devem apresentar para que eles possam ser utilizados em um sistema biológico, sem provocar reações adversas e nem impeçam a diferenciação tecidual característica do local da implantação.

Entre as reações adversas, que podem ser identificadas clinicamente com os biomateriais, estão a resposta inflamatória aguda e crônica e resposta imune. A resposta inflamatória aguda é o processo que se inicia após uma injúria subletal aos tecidos ou por reações imunológicas específicas, sendo caracterizada por alterações da permeabilidade vascular, permitindo o acúmulo local de líquido (edema), fibrina, leucócitos, especialmente neutrófilos e hemácias. Clinicamente a inflamação aguda é caracterizada pelos sinais tradicionais de tumor, calor, rubor, dor e perda parcial da função. A inflamação aguda pode evoluir de quatro maneiras diferentes:

1. Regeneração, quando o tecido lesado é substituído pelo mesmo tipo de tecido.
2. Cicatrização, quando há destruição tecidual e substituição por tecido fibroso.
3. Formação de abscesso, que se caracteriza pela instalação de agentes piogênicos.
4. Progressão para a inflamação crônica³. A inflamação crônica ocorre habitualmente quando o agente causador da lesão é inerte, insolúvel ou muito pouco agressivo. Histologicamente este processo é caracterizado pelo aumento da formação vascular, migração e proliferação de linfócitos, macrófagos, células gigantes e fibroblastos com consequente aumento das fibras de colágeno no local. Clinicamente, a inflamação crônica é caracterizada pela ausência, ou pouca evidência, dos sinais clássicos do processo inflamatório. Uma das possíveis evoluções da inflamação crônica é a reação de corpo estranho, a qual é caracterizada pelo encapsulamento ou expulsão de uma matéria morta que foi implantada no organismo, mas que é muito grande para ser fagocitada³.

A resposta imune constitui-se em uma complexa série de interações celulares ativada pela entrada no organismo de material antigênico; isto é, aquele capaz de elicitar uma resposta com ativação de linfócitos de memória e/ou produção de anticorpos.

2. Biomateriais

Biomaterial é qualquer substância construída de tal forma que, sozinha ou como parte de um sistema complexo, é usada para dirigir, pelo controle de interações com componentes de um sistema vivo, o curso de um procedimento diagnóstico ou terapêutico, quer seja em humanos ou animais².

Já o termo material odontológico é definido como sendo uma substância usada tanto direta como indiretamente e que se aplica na prótese ou restauração para o tratamento odontológico. Incluem todos os materiais utilizados nas especialidades de aplicação clínica pelo profissional ou por técnicos de laboratório. Todos são classificados como materiais odontológicos, sendo considerado um subitem dos biomateriais.

Em Implantodontia, o termo substituto ósseo é utilizado rotineiramente para nominar biomateriais que são utilizados em diversas situações, tais como: para o preenchimento de defeitos ósseos, alvéolos pós-exodontia, espaços "vazios" entre os implantes osseointegrados instalados imediatamente e as paredes alveolares do terço cervical, para preenchimento do seio maxilar. Exemplos de biomateriais são o osso liofilizado desmineralizado, osso anorgânico e vidro bioativo. No entanto, deve-se ressaltar que estes biomateriais devem ter indicações precisas e não se deve exigir deles uma demanda biológica irreal como, por exemplo, a neoformação óssea a partir deles. Sabe-se que a neoformação óssea é um processo biológico que acontece, unicamente, a expensas da atividade osteoblástica e a qualidade do tecido ósseo neoformado quando da presença destes biomateriais, chamados de substitutos ósseos não é igual para todos e depende: (1) do material; (2) sua origem; (3) das condições clínicas do local receptor; (4) do domínio das indicações e da técnica cirúrgica.

Os biomateriais devem possuir as seguintes propriedades:

1. Não induzir a formação de trombos como resultado do contato entre o sangue e o biomaterial.
2. Não induzir resposta imunológica adversa.
3. Não ser tóxico.
4. Não ser carcinogênico.
5. Não perturbar o fluxo sanguíneo.
6. Não produzir resposta inflamatória aguda ou crônica que impeça a diferenciação própria dos tecidos adjacentes.

3. Conceitos de implante, enxerto e transplante

Implante é o termo utilizado para definir qualquer dispositivo médico constituído por um ou mais biomateriais que

é colocado no corpo, sepultado parcial ou totalmente abaixo do epitélio, onde a intenção é deixá-lo por um significativo período de tempo. É considerado implante todo biomaterial que não apresenta células vivas. Exemplo: hidroxiapatita, osso mineralizado ou desmineralizado, vidro bioativo, implante osseointegrado etc.

Enxerto é uma peça de tecido que é transferida de um local doador para um local receptor com o objetivo de reconstruir o local receptor. Este tecido pode ou não receber tratamento durante a transferência. Implica na presença de tecido com vitalidade que foi obtido e utilizado no mesmo tempo cirúrgico. Exemplo: enxerto gengival livre, enxerto de

tecido conjuntivo, enxerto ósseo autógeno em forma de partícula ou em bloco.

Já o termo transplante se aplica a uma estrutura completa, tal como um órgão, que é transferido de um local para outro ou de uma pessoa para outra com objetivo de restabelecer uma função. Exemplo: transplante dental.

Enxerto é uma peça de tecido que é transferida de um local doador para um local receptor com o objetivo de reconstruir o local receptor. Este tecido pode ou não receber tratamento durante a transferência.

4. Classificação dos biomateriais utilizados em Implantodontia

I. Quanto a origem

- A. Autógeno ou autólogo: obtido de áreas doadoras do próprio indivíduo.
- B. Homógeno ou homólogo: obtido de indivíduos de espécie semelhante ao receptor⁴.
- C. Heterógeno ou xenógeno: obtido de indivíduos de espécies diferentes do receptor, sendo mais comumente obtidos de bovinos e, eventualmente, de suínos ou caprinos⁵.
- D. Sintético ou aloplástico: podem ser metálicos, cerâmicos ou plásticos. Estes materiais sintéticos são denominados como materiais de implante. Entretanto, estes implantes, em sua maioria, desempenham um papel fundamental no preenchimento dos espaços apresentados pelos defeitos ósseos, sem haver uma incorporação fisiológica.

II. Quanto a reação biológica

- A. Biotolerado: material caracterizado pela presença de tecido conjuntivo fibroso entre o implante e o tecido ósseo.
- B. Bioinerte: material caracterizado por uma neoformação óssea de contato (não há reação entre o tecido e o implante).
- C. Bioativo: material caracterizado por induzir uma reação físico-química entre o implante e o osso. É o resultado de uma adaptação química e microestrutural com o tecido ósseo.

III. Quanto a característica física

- A. Anorgânico, inorgânico ou mineralizado: por meio de processo químico, os componentes orgânicos são removidos

e a matriz inorgânica é preparada na forma de grânulos com dimensões variadas⁶.

- B. Desmineralizado: por meio de processo químico, os componentes inorgânicos e celulares são removidos permanecendo os componentes da matriz extracelular, podendo ou não incluir as BMPs⁷⁻⁸.
- C. Fresco: o material é obtido e utilizado sem nenhum tipo de processamento.

IV. Quanto a propriedade biológica

- A. Osteocondutor: refere-se à capacidade do biomaterial em conduzir o desenvolvimento de novo tecido ósseo através de sua matriz de suporte (arcabouço).

Assim, os materiais osteocondutores são biocompatíveis e formam um arcabouço para deposição e proliferação celular com atividade osteoblástica. Se um material osteocondutor for inserido em um local ectópico (não ósseo), ele não estimula neoformação óssea; pelo contrário, os materiais permanecem relativamente inalterados encapsulados ou reabsorvem. Os materiais osteocondutores mais comuns usados na Implantodontia são os aloplásticos e os heterógenos.

- B. Osteoindutor: o processo de osteoindução é o 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 osteoprogenitoras⁹. Os materiais homogêneos e os autógenos são os agentes osteoindutores mais usados em Implantodontia. O osso liofilizado desmineralizado apresenta diferenças no potencial de osteoindução conforme o método de obtenção, tempo de retirada do osso após morte do doador, temperatura de armazenamento, tamanho de partícula e idade do doador¹⁰⁻¹¹. No entanto, mais recentemente tem sido questionada a função osteoindutora da maioria dos substitutos ósseos¹².

Foi realizado um estudo da ação osteoindutora do osso autógeno na forma de partícula e em bloco. Implantou as duas formas de material subcutâneo de ratos e obteve a osteoindução nas duas apresentações (partícula e em bloco) no tempo de 45 dias¹².

- C. Osteogênico: a osteogênese é o processo pelo qual as células ósseas vivas e remanescentes no enxerto mantêm a capacidade de formar matriz óssea.

O enxerto ósseo autógeno apresenta as atividades de osteogênese, osteoindução, osteocondução e osteopromoção. Sugere que a atividade osteogênica destas células tenha a duração de quatro semanas (Fase I). Já a sua atividade osteoindutora pela liberação das proteínas ósseas morfogenéticas (BMP) permanece entre duas semanas e seis meses com o pico em seis meses (Fase II); enquanto a atividade osteocondutora é mantida por meio de sua matriz inorgânica (Fase III) e a atividade osteopromotora quando a cortical, nos casos dos blocos

ósseos atua como membrana (Fase IV)¹³.

O osso autógeno pode ser utilizado na forma de blocos (para aumentos horizontais e verticais de rebordo) e na forma de partículas (para preenchimento de cavidades ou defeitos ósseos). As partículas podem ser obtidas por particulação dos blocos ósseos (por meio dos particuladores de osso), raspa de osso (obtidas por meio dos raspadores ósseos) e macerado (obtido pelos coletores de osso utilizados nas pontas de aspiração).

O que diferencia as partículas são a sua dimensão e a qualidade do mecanismo de neoformação óssea, sendo que a melhor é a particulada por meio dos particuladores, sendo que, tanto a raspa de osso¹⁴ como o osso macerado¹⁵ apresentem qualidades biológicas.

- D. Osteopromotor: é 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. Nesta técnica é impreterível que exista um espaço biológico entre a barreira ou membrana e o defeito ósseo. A regeneração óssea guiada é a técnica que usa a osteopromoção como princípio biológico. Está indicada para a regeneração óssea em alvéolos frescos; defeitos ósseos que tenham paredes ósseas remanescentes; para promover a neoformação óssea ao redor de implantes instalados imediatamente após a exodontia; para corrigir perda óssea (peri-implantar) que ocorreram após a osseointegração¹⁶.

V. Indicações para o uso dos biomateriais

- A. Manutenção do volume alveolar após exodontia

Em Implantodontia, a preocupação do profissional no ato da exodontia, é avaliar a possibilidade de instalar implantes imediatos e, com isto, evitar a perda óssea em volume do alvéolo. No entanto, é de conhecimento corrente que o implante, para ter previsibilidade de sucesso, deve ter estabilidade inicial que é conferida pela quantidade e qualidade óssea na região associadas ao desenho do implante.

Quando não é possível instalar implantes imediatamente após a exodontia, o processo alveolar, dependendo da espessura da tábua óssea vestibular ao final do processo de remodelação óssea, pode apresentar depressão na superfície vestibular, o que implicaria na necessidade de enxertos ósseos autógenos em bloco. Em um estudo realizado em 1967 foi observado que na maxila anterior há perda de 25% de volume ósseo no primeiro ano e de 40 a 60% de espessura até o terceiro ano pós exodontia¹⁷. Já na região posterior, há perda óssea alveolar de 50% no mesmo período; no entanto, deve-se considerar que o volume inicial da maxila posterior é duas vezes maior

do que a maxila anterior¹³.

Assim, a consequência de uma exodontia torna-se preocupante para o implantodontista, que deve utilizar técnicas que possibilitem a manutenção do volume do processo alveolar e instalação de implante posteriormente.

Acredita-se que caso o defeito ósseo for de cinco paredes (alvéolo com paredes íntegras) o reparo ósseo alveolar acontecerá naturalmente. No entanto se a parede alveolar, normalmente a vestibular, tiver menos de 1,5 mm de espessura ou estiver ausente, o profissional deverá utilizar materiais intra-alveolares (osso autógeno, osso mineralizado ou material aloplástico), associados a membranas que melhoram a previsibilidade de restauração do contorno ósseo original do processo alveolar¹³. Autores¹⁸ avaliaram o osso desmineralizado em alvéolos pós-exodônticos e não obtiveram neoformação óssea, podendo este, muito provavelmente, estar relacionado à alteração do pH e condições metabólicas locais¹⁹.

Existe a indicação da técnica intitulada Bio-col para a preservação das paredes ósseas alveolares. Nesta técnica o autor utiliza o Bio-oss (material inorgânico de origem bovina) como material osteocondutor que é, segundo o entendimento do autor, lentamente reabsorvido e substituído por osso vital. Considera-se que o defeito ósseo favorável seria aquele que apresentasse pelo menos 2/3 da parede vestibular e que se o defeito for superior, a reconstrução deveria ser feita com osso autógeno²⁰.

Autores²¹ avaliaram em cães a ação de dois tipos de partícula de vidro bioativo em alvéolos mandibulares pós-exodônticos e concluíram que tanto o Biogran como o Bioossilicato não só preservaram a altura óssea alveolar como possibilitaram a instalação de implantes, que osseointegraram.

Quanto a utilização da regeneração óssea guiada, um estudo²² comparou os rebordos ósseos após exodontias com e sem membranas. Após seis meses, observaram perda óssea na crista de 0,38 mm versus 1,50 mm e

reabsorção horizontal de rebordo de 1,31 mm versus 4,56 mm, respectivamente. Para ter maior previsibilidade na técnica da regeneração óssea guiada há a exigência que a membrana fique totalmente protegida pelo retalho mucoperiosteal e que, na presença de dentes, ela fique pelo menos 1 mm de distância do espaço periodontal e o espaço biológico seja mantido pela "memória" da membrana. Ou ainda que a membrana fique suportada pela estrutura óssea dos septos interdentais ou pelo remanescente das paredes ósseas alveolares. Caso não haja esta condição, pode-se utilizar osso autógeno particulado, biomaterial mineralizado ou sintético.

Nos defeitos ósseos de quatro paredes a indicação de reconstrução recai sobre o osso autógeno ou osso mineralizado com membrana. Podendo, nestes casos, utilizar a técnica descrita por Misch²³, que sela o alvéolo com tecido composto de mucosa e osso trabecular obtido do túber da maxila com o auxílio de broca trefina de 6 a 10 mm de diâmetro.

Por outro lado, os defeitos ósseos com duas e três paredes exigem que o biomaterial a ser usado para reconstrução seja o osso autógeno combinado com membranas. Já o defeito ósseo de uma parede requer enxerto em bloco com fixação por meio de parafusos.

Da nossa experiência clínica e com base nos trabalhos de vários autores, a instalação dos implantes em áreas reconstruídas com qualquer biomaterial deverá ser de quatro a seis meses após a reconstrução alveolar.

Caso clínico 1

Paciente submetido a exodontia do 21. Após a exodontia, observou-se que a tábua óssea vestibular tinha menos do que 1,5 mm de espessura (Figura 1). Optou-se pelo preenchimento alveolar com GenOx Org associado (Figura 2); um antibiótico, que é um procedimento facultativo. Após 120 dias, observou-se a manutenção do volume alveolar e o implante foi instalado.



Figura 1
Exodontia do elemento 21.

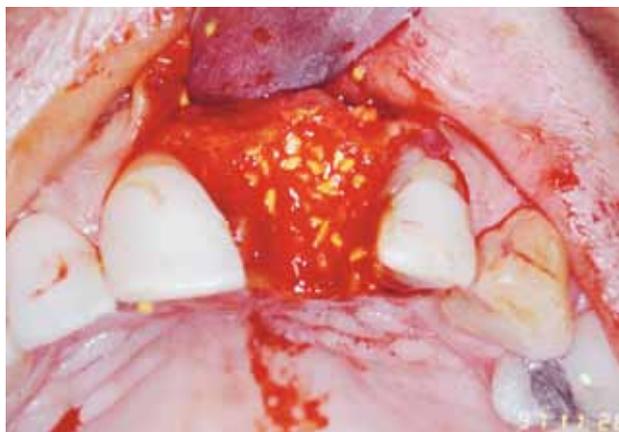


Figura 2
Preenchimento alveolar com GenOx Org.

B. Contorno de rebordo

Existem casos, considerados limítrofes para instalação dos implantes, em que o tecido ósseo remanescente é suficiente para estabilizar o implante; no entanto, há deficiência de contorno de rebordo vestibular o que provoca, no momento da instalação do implante, deiscência parcial da tábua óssea vestibular. Nestes casos, os biomateriais podem ser utilizados com o objetivo de melhorar o contorno do rebordo e, como consequência, a harmonia da prótese considerando as dimensões dos dentes e o volume gengival.

Os biomateriais mais indicados para melhorar o contorno de rebordo são os inorgânicos que mantêm o volume e não são reabsorvidos. Quando houver a utilização destes biomateriais devem-se usar membranas para proteger a área e evitar que haja deslocamento do biomaterial. Nestes casos, não se espera neoformação óssea na área que recebeu o material e o que se observa é a incorporação do material ao leito receptor e a estabilização do material por fibrose ou junto ao tecido mole adjacente. O importante é que não haja exposição do biomaterial ao meio bucal, o que provocaria a sua contaminação e, como consequência, o fracasso do procedimento cirúrgico. Pode-se ainda utilizar o osso autógeno particulado o

que seria, biologicamente, mais favorável.

Para evitar as complicações resultantes da exposição do material, a área deverá ser bem selecionada apresentando tecido gengival espesso e queratinizado. No momento da reabertura dos implantes, observa-se parte do material junto ao tecido gengival e parte constituindo uma massa aderida ao osso.

Para este procedimento, não está indicado o uso de biomateriais desmineralizados e vidro bioativo.

Caso clínico 2

Paciente apresentou queixa em decorrência do uso de prótese adesiva para substituição do dente 21 (Figura 8). Ao exame radiográfico periapical, observou-se altura óssea adequada à instalação de implante osseointegrável e, clinicamente, foi constatada espessura óssea ao nível da crista alveolar, mas, na vestibular do processo alveolar, observou-se uma depressão. Foi planejada a instalação de implante no dente 21 e preenchimento da depressão com material inorgânico. Para a execução deste procedimento, recomenda-se perfurar previamente o leito receptor, instalar o implante, acamar o material e protegê-lo com membrana absorvível. Neste caso foi utilizada a hidroxiapatita Osteosynt e membrana de colágeno (Figuras 4 a 7).

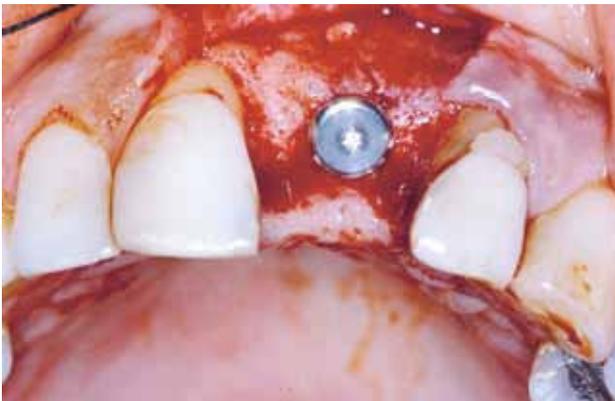


Figura 3
Instalação do implante.



Figura 4
Depressão da face vestibular do processo alveolar e perfuração do leito receptor.



Figuras 5 e 6
Preparo do leito para preenchimento com material inorgânico.



Figura 7
Vista vestibular da prótese instalada no elemento 21.

C. Preenchimento de defeitos ósseo peri-implantar

Autores²⁴ realizaram um estudo histológico em humanos e concluíram que a reparação espontânea do defeito ósseo peri-implantar acontece quando o espaço entre o implante e a parede óssea é de até 2 mm. Este resultado foi corroborado por outros trabalhos²⁵.

Foi demonstrado que 25% dos locais que apresentavam gaps superior a 2 mm repararam em comparação aos 78% dos gaps inferiores a 2 mm²⁶.

Sumarizando estes estudos, há evidências que os defeitos ósseos peri-implantares em implantes imediatos a exodontia inferiores a 2 mm não necessitam ser preenchidos, porque ocorrerá reparação espontânea. Mas se os gaps forem superiores a 2 mm, o preenchimento do espaço deve ser realizado e, se houver possibilidade, em associação com membranas.

Nos casos de preenchimento dos defeitos ósseos peri-implantares, os biomateriais na forma de partícula ficam aprisionados pelas paredes ósseas, e para isto pode-se utilizar tanto os materiais desmineralizados, mineralizados, vidro bioativo ou osso autógeno particulado.

O que se pretende com este procedimento é: (1) o preenchimento do espaço por osso neoformado e, por esta razão, o material a ser usado deve ter a propriedade osteocondutora; (2) evitar o defeito ósseo peri-implantar que é mais preocupante na região da maxila anterior devido a estética; (3) preservar a altura do processo alveolar inclusive os septos interdentais.

Caso clínico 3

Após a extração do elemento 12, observou-se a presença de gap superior a 2 mm (Figura 8). O espaço foi preenchido por hidroxiapatita. Após dois anos, é possível visualizar na radiografia periapical a manutenção da altura do septo interdental e a imagem densa que demonstra a presença do material incorporado (Figura 9).

D. Aumento em altura e/ou espessura do processo alveolar
No caso de processos alveolares atróficos, em espessura e/ou altura, osso autógeno na forma de bloco está indicado e há contraindicação para o uso de materiais homogêneos, heterogêneos ou aloplásticos²⁷.

As áreas doadoras mais comumente utilizadas são crista ilíaca, calota craniana, mento ou linha oblíqua. A seleção da área doadora depende da relação cortiço-medular e da quantidade de osso que será necessária para a reconstrução.

Sugere-se que para as reconstruções totais as mais indicadas seriam crista ilíaca e a calota craniana. Quando a reconstrução engloba altura e espessura, simultaneamente, a crista ilíaca é mais indicada. Para as reconstruções em espessura, a calota craniana é mais vantajosa devido: (1) haver pouca remodelação do enxerto durante o período de reparo; (2) qualidade óssea mais adequada para instalação de implantes; (3) período pós-operatório

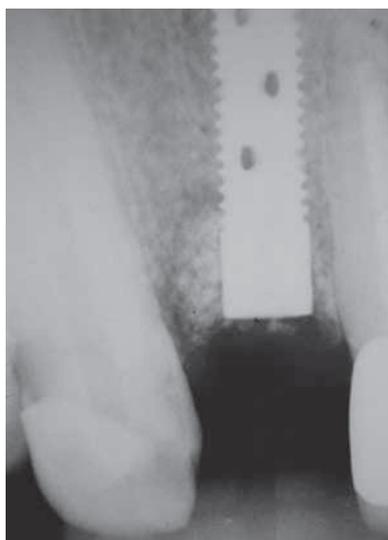


Figura 8
Radiografia periapical pós-operatória imediata após exodontia da raiz residual, instalação do implante e preenchimento do gap com hidroxiapatita.



Figura 9
Controle radiográfico pós-operatório de dois anos, com a prótese instalada.

com o mínimo de sintomatologia; (4) menor período de internação hospitalar.

Para as reconstruções parciais, com perdas individuais ou de dois elementos dentários, a linha oblíqua pode ser indicada e, em perda de até quatro elementos, o mento seria a indicação mais adequada.

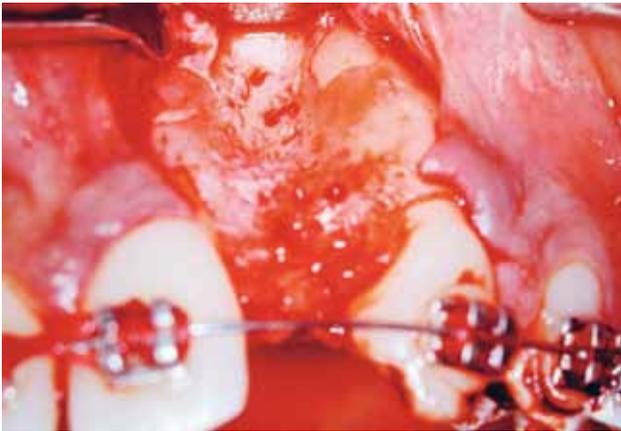


Figura 10
Região do elemento 22 após descolamento mucoperiosteal total.

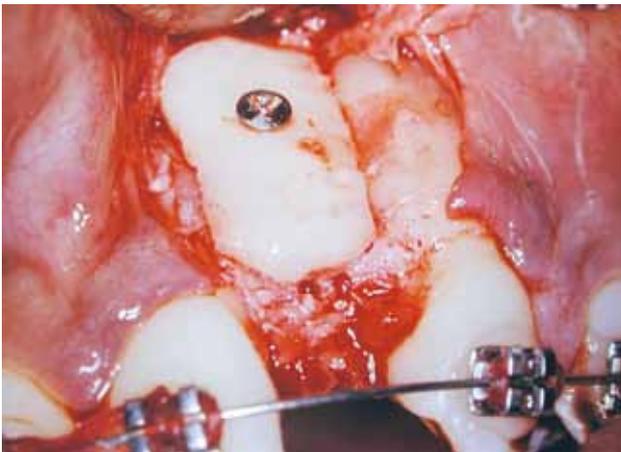


Figura 11
Enxerto estabilizado com parafuso na região do dente 22.



Figura 12
Vista vestibular da prótese.

Caso clínico 4

Paciente com ausência do dente 22 e sem espessura óssea vestibulo-palatina. Por ser uma área de pequenas dimensões, optou-se pela obtenção de osso na linha oblíqua (Figuras 10 e 11). Após quatro meses, o implante foi instalado, sendo que a prótese foi confeccionada decorrido o período de osseointegração (Figura 12).

E. Levantamento da membrana do seio maxilar ou enxerto sinusal

Para o procedimento cirúrgico de elevação da membrana do seio maxilar (aumento em altura da região posterior da maxila) indica-se o uso: (1) osso autógeno particulado; (2) osso autógeno particulado em associação a biomaterial; (3) somente biomaterial.

Existe evidência de que o tamanho das partículas é importante para a manutenção do volume ósseo conseguido no pós-operatório imediato, sendo que o tamanho ideal seria entre 0,5 a 2,0 mm^{3,28}.

Foi observado que os enxertos sinusais realizados com material mineralizado (Bio-oss) mantiveram a altura óssea do enxerto; enquanto que nos espécimes onde se utilizaram osso autógeno ocorria remodelação óssea mais acentuada²⁸.

Por outro lado, um estudo comparou clínica e histologicamente a utilização de enxertos sinusais realizados com osso autógeno (100%), osso autógeno (20%) e osso mineralizado (80%) e osso mineralizado (100%). Observaram em seus resultados que houve osseointegração nos implantes instalados nas três situações, mas, o contato osso/implante foi maior nos espécimes que receberam 20% de osso autógeno e 80% de osso mineralizado²⁹.

Associando as informações disponíveis na literatura especializada com nossa experiência clínica, baseando-se na quantidade de osso calculada a partir da distância entre a crista do alvéolo e o assoalho do seio maxilar, padronizamos o seguinte protocolo: (1) distância maior ou igual a 10 mm, instala-se o implante sem procedimento de enxerto sinusal; (2) distância entre 7 e 10 mm, utiliza-se a técnica de Summers; (3) distância entre 5 e 7 mm, o enxerto sinusal poderá ser realizado com biomaterial e a preferência são os biomateriais mineralizados ou sintéticos; (4) distância inferior a 5 mm, utiliza-se enxerto ósseo autógeno com predominância cortical e/ou associação com biomateriais mineralizados ou sintéticos.

Caso clínico 5

Paciente com seio maxilar esquerdo pneumatizado e com remanescente ósseo inferior a 3 mm (Figura 13). Optou-se pela associação de osso autógeno e material inorgânico para o enxerto sinusal (Figura 14). Decorridos 240 dias, foram instalados dois implantes que receberam a prótese após quatro meses (Figura 15). Na instalação

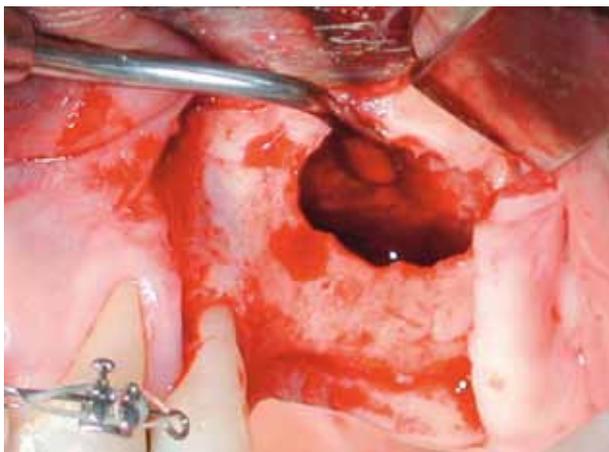


Figura 13

Descolamento da mucosa do seio maxilar e levantamento da parede vestibular com a mucosa do seio maxilar.

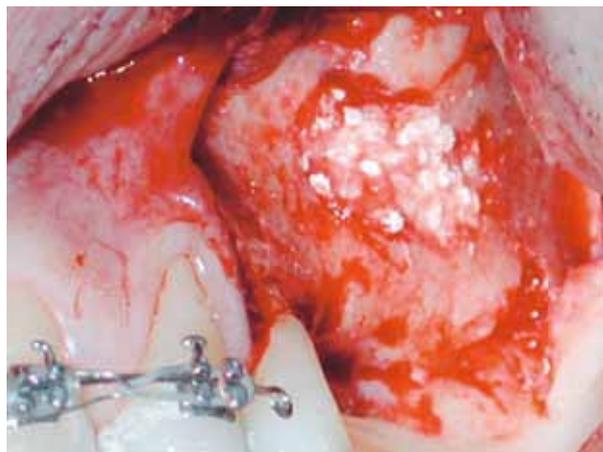


Figura 14

Seio maxilar após preenchimento.

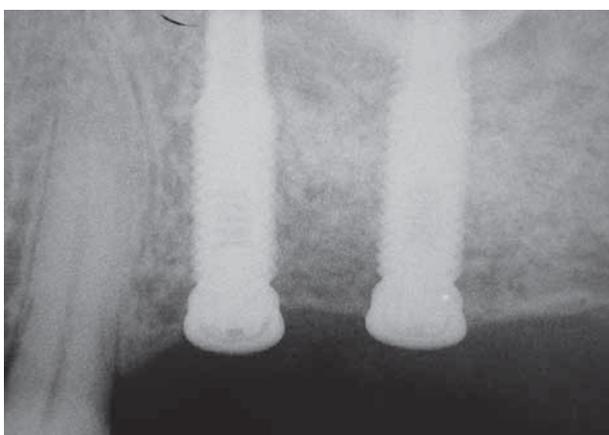


Figura 15

Radiografia periapical de controle de seis meses.

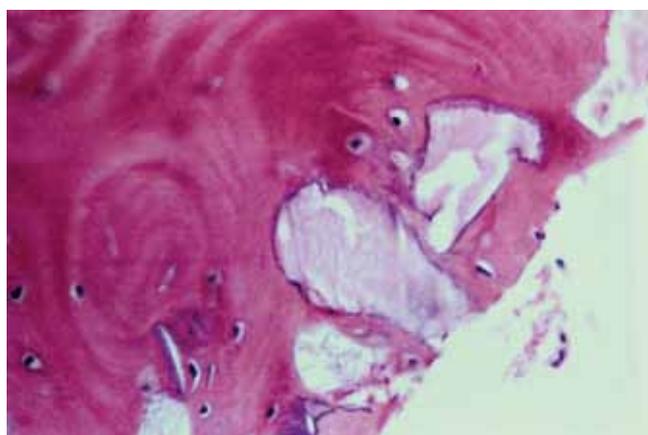


Figura 16

Lâmina da amostra removida da região do seio maxilar durante a instalação dos implantes. Presença de tecido ósseo envolvendo partículas do biomaterial e do osso autógeno particulado.

dos implantes foi removido um fragmento para o exame histopatológico (Figura 16) que mostra o osso neoformado envolvendo tanto as partículas ósseas que não foram totalmente substituídas como partículas do material inorgânico utilizado (BioOss) nas mesmas condições.

Engenharia tecidual

A engenharia de tecidos é uma área multidisciplinar que aplica princípios das ciências biológicas e da engenharia para o desenho, a construção e o crescimento de tecidos vivos; utilizando biomateriais, células e fatores de crescimento, isoladamente ou em combinação³⁰. Para a produção de um novo tecido, devem-se combinar células ou substitutos celulares, arcabouços tridimensionais e compostos que possam estimular a formação do novo tecido, como os fatores de crescimento. Além disto, uma técnica cirúrgica adequada

é pré-requisito para a aplicação clínica dos conceitos da engenharia de tecidos. Experimentalmente, tal técnica tem sido utilizada com o objetivo de reparar diferentes tecidos, como epitélios de revestimento e osso. Na engenharia de tecido ósseo a maioria dos estudos está focada na fabricação de biomateriais que possam ser utilizados como arcabouços, na seleção das células e na construção do novo tecido ósseo.

O arcabouço ideal deve ser tridimensional, poroso com uma rede de poros interconectados e maiores do que 300 μm , biocompatível, biodegradável e estável mecanicamente. Os biomateriais que têm sido avaliados como potenciais arcabouços, para serem utilizados em engenharia de tecido ósseo, incluem: (1) metais, como o titânio; (2) materiais sintéticos orgânicos, como os polímeros e co-polímeros; (3) materiais sintéticos inorgânicos, como hidroxiapatita e compósitos de fosfato de cálcio; (4) materiais naturais orgânicos, como colágeno, ácido hialurônico e quitosana; (5) materiais inor-

gênicos naturais, como hidroxiapatita coralina.

As células-tronco multipotentes com potencial para se transformar em células formadoras de tecido ósseo (osteoblastos) são as mais estudadas. Aquelas derivadas da medula óssea, que podem ser facilmente obtidas por aspiração no osso ilíaco, manipuladas em laboratório e reintroduzidas no mesmo paciente, são as células que têm atraído mais a atenção dos pesquisadores. Além do potencial para se diferenciarem em osteoblastos, a possibilidade de rejeição é bastante reduzida.

Dentre os fatores de crescimento, as BMPs são aquelas que apresentam maior potencial e estão aprovadas para uso clínico nos procedimentos de regeneração óssea. Até o momento, não existem drogas clinicamente disponíveis com efeito anabólico sobre os osteoblastos. Nosso grupo tem preferido investir na estratégia de que as próprias células poderiam funcionar como sistemas de liberação de fatores de crescimento, como durante o congresso European Society

for Biomaterials realizado em 2009.

Em um experimento pré-clínico, ao utilizarmos a combinação de células (indiferenciadas e diferenciadas em osteoblastos) com arcabouços de CaP/PLGA em defeitos críticos em calvária de ratos, observamos que havia maior formação óssea nos defeitos implantados com os biomateriais híbridos do que naqueles implantados somente com os arcabouços. Tais resultados são animadores e indicam um impacto benéfico da engenharia de tecido na formação óssea, no entanto, muitas outras pesquisas precisam ser realizadas até se chegar à aplicação destes procedimentos nos pacientes.

Endereço para correspondência

Paulo Sérgio Perri de Carvalho

Rua Joaquim Pompeu de Toledo, 1051 - Jardim Nova York

16018-435 - Araçatuba - SP

Tel./Fax: (18) 3623-4914

psperri@foa.unesp.br

Referências bibliográficas

- Carvalho PSP, Violin LA, Bassi APF. Revisão e proposta de nomenclatura para os biomateriais. *Implant News* 2004;1:255-60.
- Williams DF. On the mechanisms of biocompatibility. *Biomaterials* 2008;29(20):2941-53.
- Montenegro MR, Franco M. *Patologia. Processos gerais*. São Paulo: Atheneu; 1999.
- Lynch SE, Genco RJ, Marx RE. *Tissue engineering*. Chicago: Quintessence; 1999.
- Fonseca RJ, Walter RV. *Oral and Maxillofacial Trauma*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1997.
- Novaes Jr AB, Taba Jr M, Pontes CC. Recursos e soluções em implantes. In: *Periodontia/ Cirurgia/ Cirurgia para implantes*. São Paulo, Artes Médicas, 2002.
- Garg AK. Grafting materials in repair and restoration. In: Lynch SE, Genco RJ, Marx RE. *Tissue engineering: applications in maxillofacial surgery and periodontics*. Chicago: Quintessence; 1999.
- Albrektsson T, Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur Spine J* 2001;10 Suppl 2:96-101.
- Hardin CK. Banked bone. *Otolaryngol. Clin. North Am* 1994;27(5):911-25.
- Schwartz Z, Mellonig JT, Carnes Jr DL, de La Fontaine J, Cochran DL, Dean DD, Boyan BD. Ability of commercial demineralized freeze-dried bone allograft to induce new bone formation. *J. Period* 1996;77(9):115-21.
- Li H, Pujic Z, Xiao Y, Bartold PM. Identification of bone morphogenetic proteins 2 and 4 in commercial demineralized freeze-dried bone allograft preparations: pilot study. *Clin. Implant Dent. Relat. Res* 2000;2(2):110-17.
- Oliveira NK. Avaliação da neoformação óssea após implante de osso autógeno com diversos tamanhos e formatos na região intramuscular de ratos. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de Odontologia de Bauru; 2009.
- Misch C. *Implantes dentais contemporâneos*. São Paulo: Mosby; 2008.
- Nunes Filho D, Luppino F, Yaedo RVF, Carvalho PSP. Avaliação microscópica da ação do osso autógeno associado ou não ao PRP em cavidades ósseas de coes. *Implant News* 2007;4:263-69.
- Coradazzi LF, Garcia-Junior IR, Manfrin TM. Evaluation of autogenous bone grafts, particulate or collected during ostectomy with implant burs: Histologic and histomorphometric analysis in rabbits. *Int J. Oral Maxillofacial Implants* 2007;22:201-7.
- Novaes Jr AB, Novaes AB. Regeneração óssea guiada. In *Cirurgia periodontal com finalidade protética*. São Paulo: Artes Médicas; 1999.
- Carlsson GE, Thilander H, Hedegard B. Changes in contour of the maxillary alveolar process after extractions with or without of an under immediate full denture. *Acta Odontol. Scand* 1967;25:21-43.
- Becker W, Becker B. Guided tissue regeneration for implants placed into extraction sockets: a study in dogs. *J. periodontol.* 1991, v.62, p. 703-709.
- Kricheldorf F. Substitutos ósseos. Quando utilizá-los? In: Carvalho, PSP, "Osseointegração - visão contemporânea da implantodontia". São Paulo: Quintessence; 2009.
- Sclar AG. Soft tissue and esthetic considerations: in implant Therapy. *Quintessence books*: 2003.p.282.
- Roriz VM, Rosa AL, Peitl O, Zanotto ED, Panzeri H, Oliveira PT. Efficacy of bioactive glass-ceramic (Biosilicate) in the maintenance of alveolar ridges and in the osseointegration of titanium implants. *Clinical Oral Dental Research* 2010;21:148-55.
- Lekovic V, Keeney EB, Weinlaender M. A bone regeneration approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction: report of 10 cases. *J. Periodontol* 1997;68:563-70.
- Mish CE, Diestsh F, Misch CM. A modified socket seal surgery: a composite graft approach. *J. Oral Implantol* 1999;25:244-50.
- Palantonio M, Tsolis M, Sacarano A. Immediate implantation in fresh extraction sockets. A controlled clinical and histological study in man. *J. Periodont* 2001;72:1560-71.
- Covani U, Maconcini S, Galassini G, Cornelini R, Santini S, Barone A. Connective tissue graft used as a biologic barrier to cover an immediate implant. *J. Periodontology* 2007;78:1644-49.
- Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J. Clin. Periodontol* 2004;31:820-28.
- Pallensen L, Schou S, Aaboe M, Hjorting-Hansen E, Nattestad A, Melssen F. Influence of particle size of autogenous bone graft on the early stages of bone regeneration: a histological and steriologic study in rabbit calvarium. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2002;17:498-506.
- Schlegel KA, Fichtner G, Schulte-Mosgau S, Wiltfang J. Histological findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2003;18:53-58.
- Hallman M, Sennerby L, Lundgren S. A clinical and histologic evaluation of implant integration in the posterior maxilla after sinus floor augmentation with autogenous bone, bovine hydroxyapatite or 20:80 mixture. *Int. J. Oral Maxillofacial Implants* 2002;17:635-43.
- Rosa AL, Crippa GE, de Oliveira PT, Taba M Jr, Lefebvre LP, Beloti MM. Human alveolar bone cell proliferation, expression of osteoblastic phenotype, and matrix mineralization on porous titanium produced by powder metallurgy. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(5):472-81.