

# Avaliação histológica de hidroxiapatita sintética associada a fosfato de cálcio ( $\beta$ -TCP) utilizados em levantamento de assoalho de seio maxilar

*Histological evaluation of biphasic hydroxyapatite associated to beta tricalcium phosphate ( $\beta$ -TCP) used in maxillary sinus lift*

Luis Gustavo Jaime PAIVA<sup>a</sup>, Aline Carvalho BATISTA<sup>b</sup>,  
Leandro Cardoso de CARVALHO<sup>b</sup>, Robson Rodrigues GARCIA<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Faculdade de Odontologia, Hospital das Clínicas, UFU – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil

<sup>b</sup>Faculdade de Odontologia, UFG – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

## Resumo

**Introdução:** Quando a altura do osso alveolar residual é insuficiente na região posterior da maxila, a elevação do assoalho do seio maxilar visando a viabilizar a instalação de implantes dentários é um procedimento indicado. O enxerto autógeno (EA) de regiões intra ou extraorais é considerado o padrão ouro para esse procedimento. Novas opções de substitutos ósseos vêm surgindo, como o Straumann® BoneCeramic (BC) - 60% constituído de hidroxiapatita e 40% de  $\beta$  tricálcio fosfato, 100% sintético –, sendo o material utilizado no presente trabalho. **Objetivo:** Avaliar e comparar histologicamente o comportamento deste substituto ósseo com o enxerto ósseo autógeno. **Material e método:** Dez pacientes saudáveis e parcialmente desdentados na região posterior da maxila foram submetidos à elevação do assoalho do seio maxilar previamente à instalação de implantes dentários osseointegráveis, sendo, destes, cinco com EA e cinco com BC. Após seis meses do tempo de integração do enxerto ósseo, as amostras foram coletadas por uma trefina e coradas em hematoxilina e eosina para microscopia. **Resultado:** Todos os implantes osseointegráveis apresentaram boa estabilidade primária. A análise histológica demonstrou tecido ósseo neoformado viável em quatro das cinco amostras do BC, além de um íntimo contato do tecido ósseo mineralizado recém-formado com as partículas do BC. Em uma amostra do BC, não foi observada formação de osso viável. O tecido ósseo formado a partir do EA e do BC apresentou uma característica histológica similar. **Conclusão:** O BC se mostrou um material adequado para a elevação do assoalho do seio maxilar previamente à instalação de implantes dentários osseointegráveis.

**Descritores:** Seio maxilar; transplante ósseo; teste de materiais.

## Abstract

**Introduction:** Sinus lift to permit insertion of implants when alveolar residual bone height is insufficient may be considered an effective procedure. The use of autogenous bone from intraoral or extraoral sources is considered as the gold standard for this procedure. New options of bone substitutes have been emphasizing, such as Straumann® BoneCeramic (BC), consisting of 60% of hydroxyapatite and 40% of calcium phosphate, 100% synthetic material that was used in this work. **Objective:** This investigation was designed to evaluate and compare the behavior of a fully synthetic biphasic calcium phosphate (BCP) 60% hydroxyapatite and 40% of  $\beta$ -tricalcium phosphate (Straumann® Bone-Ceramic) to the autogenous bone graft (ABG) in maxillary sinus floor elevation procedure prior to installation dental implants. **Material and method:** Ten healthy patients who were partially edentulous in the posterior maxilla were included in this study and submitted to a unilateral maxillary sinus floor elevation procedure, with grafting using either ABG (control group; 5 patients) or BCP (test group; 5 patients). After 6 months of healing implant sites were created and biopsies taken for histological analyses. **Result:** A primary stability was achieved with all dental implants after the biopsies. Histological investigation showed a viable new bone tissue formed in 4 of 5 BCP specimens. Also, showed close contact between new bone and BCP particles, in 4 of 5 specimens. In 1 of 5 BCP specimens no viable bone tissue was found. Both ABG and BCP produced similar amounts of newly formed bone, with similar histologic appearance. **Conclusion:** The results indicate that BCP is a suitable material for sinus augmentation for the placement of dental implants.

**Descriptors:** Maxillary sinus; bone transplantation; materials testing.

## INTRODUÇÃO

A elevação do assoalho do seio maxilar é um procedimento cirúrgico previsível e que permite a instalação de implantes dentários, quando se utilizam enxertos ou materiais no preenchimento do espaço entre o rebordo alveolar e a nova posição da membrana sinusal<sup>1</sup>.

O enxerto e os implantes ósseos podem ser classificados em: autógeno, quando o doador e o receptor são o mesmo indivíduo, ou seja, é removido do próprio paciente; homogêneos, quando o implante é proveniente de um doador que pertença à mesma espécie do receptor; heterógeno, quando é obtido de um doador de espécie diferente do receptor, e sintético, quando é produzido em laboratório<sup>1,2</sup>.

O enxerto ósseo autógeno tem se mostrado a melhor alternativa para as cirurgias de levantamento do assoalho do seio maxilar, sendo considerado o padrão ouro. Os ótimos resultados com esse tipo de enxerto são explicados pelos seguintes aspectos: ausência de antigenicidade, pequena reação inflamatória, fácil revascularização e potencial de osseointegração, osteogênese e osseointegração. Apesar dessas vantagens, apresenta algumas desvantagens, como: maior morbidade e tempo cirúrgico, maiores riscos de complicações pós-operatórias, quantidade limitada, reabsorção imprevisível e formato ou contorno diferentes do sítio receptor. Estes fatores contribuem para a necessidade de se desenvolver algum tipo de material que, quando empregado, evite a necessidade de enxerto autógeno<sup>1,3</sup>.

Dentre as alternativas ao enxerto autógeno, há os biomateriais, que, em geral, exibem boa resistência à compressão e pobre resistência à tensão, mostrando-se similares ao osso humano. Existe um grande empenho de laboratórios que buscam desenvolver um material sintético que apresente todos os critérios de um substituto ósseo ideal. O material sintético avaliado por este estudo, Straumann® BoneCeramic (BC), é uma mistura de hidroxiapatita e fosfato de cálcio, 100% sintética, de lenta reabsorção; segundo o fabricante, possui elevado grau de porosidade e permite uma estrutura de suporte para adesão do tecido ósseo durante o processo de osteogênese, tendo sua eficácia clínica e histológica avaliada anteriormente por alguns estudos<sup>4,5</sup>.

Considerando-se os dados da literatura científica e, sobretudo, diante da necessidade de se obter um material substituto ósseo que proporcione um resultado tão bom quanto o proporcionado pelo enxerto autógeno, o presente estudo teve como objetivos avaliar e comparar, histologicamente, o comportamento de um substituto ósseo sintético (BC) com o comportamento do enxerto ósseo autógeno, quando utilizados em cirurgias de levantamento do assoalho do seio maxilar previamente à instalação de implantes dentários osseointegráveis.

## MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi desenvolvido de acordo com as normas do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (078/10). Todos os pacientes participantes do projeto aceitaram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido,

previamente à realização das cirurgias de levantamento do assoalho do seio maxilar, todas estas com indicação clínica baseada nos protocolos atuais da Implantodontia.

Para serem incluídos na pesquisa, os pacientes deveriam ter acima de 18 anos de idade e ter realizado cirurgia de levantamento do assoalho do seio maxilar, com o objetivo de reabilitação de uma coroa sobre implante tipo Cone Morse Titamax EX da Neodent® (Curitiba-PR, Brasil), desde que este não fosse o último elemento da arcada. A janela cirúrgica do seio maxilar deveria ter sido protegida com uma membrana BioGuide® (Estados Unidos da América) e não houvesse ocorrido a instalação de implante osseointegrável nesta fase cirúrgica inicial. Isto significa que os pacientes selecionados foram aqueles que não teriam possibilidade de instalação do implante no mesmo momento da reconstrução com enxerto ou material, por causa de altura óssea insuficiente no rebordo alveolar (menor do que 5 mm), em função da pneumatização do seio maxilar. Foram excluídos da pesquisa pacientes com alterações sistêmicas que pudessem interferir no reparo ósseo, fumantes, usuários de medicamentos ou drogas ilícitas que interferissem no sistema imune, e pacientes com histórico de rinite, sinusite aguda, infecção pós-cirúrgica ou odontogênica, na região maxilar.

Desta forma, foram selecionados dez pacientes, do Curso de Especialização em Implantodontia, divididos aleatoriamente em dois grupos e submetidos a cirurgias de levantamento do assoalho do seio maxilar, com enxertos ósseos do tipo 100% material sintético – Straumann® BoneCeramic (BC), Suíça (cinco pacientes) e 100% de osso autógeno – ramo mandibular (cinco pacientes).

Após seis meses do tempo de integração do enxerto/material, durante a fase cirúrgica de instalação de implantes osseointegráveis, foram coletadas amostras com uma broca trefina (2 mm de diâmetro interno e 10 mm de comprimento) na janela óssea formada pelo enxerto ósseo, em direção horizontal. As amostras coletadas no interior da trefina foram coradas com Hematoxilina de Harris e Eosina aquosa a 1% (HE) para avaliação microscópica, a qual se deu com auxílio de microscópio óptico (CARL ZEISS, Germany). A análise microscópica qualitativa e comparativa entre os dois tipos de enxerto obedeceu aos parâmetros microscópicos: presença de osteócitos viáveis ou inviáveis; viabilidade do tecido ósseo neoformado; presença de área de deposição óssea, e incorporação das partículas do biomaterial ao osso.

## RESULTADO

Todos os pacientes que foram incluídos no trabalho apresentaram um processo de cicatrização normal e satisfatório após as cirurgias de levantamento do assoalho do seio maxilar e as de colocação dos implantes dentários osseointegráveis. Nenhum processo inflamatório ou infeccioso foi observado. No momento da reabertura para coleta das amostras, a área enxertada apresentou-se bem vascularizada, com dureza e resistência semelhantes às do tecido ósseo maxilar. Todos os implantes osseointegráveis inseridos apresentaram uma boa

estabilidade primária e aguardam o tempo de osseointegração para serem reabilitados.

Em quatro das cinco amostras colhidas do osso formado a partir do substituto ósseo sintético BC, foram observadas trabéculas ósseas bem formadas, com linhas de deposição óssea e com os espaços medulares preenchidos por tecido conjuntivo frouxo (Figura 1A). Nessas amostras, o osso foi considerado viável, devido à presença de inúmeros osteócitos (Figura 1B).

Na amostra de enxerto autógeno, pode-se observar a formação de trabéculas ósseas viáveis, com a presença de osteócitos na matriz óssea, e os espaços medulares preenchidos por tecido conjuntivo rico em fibras colágenas (Figura 2).

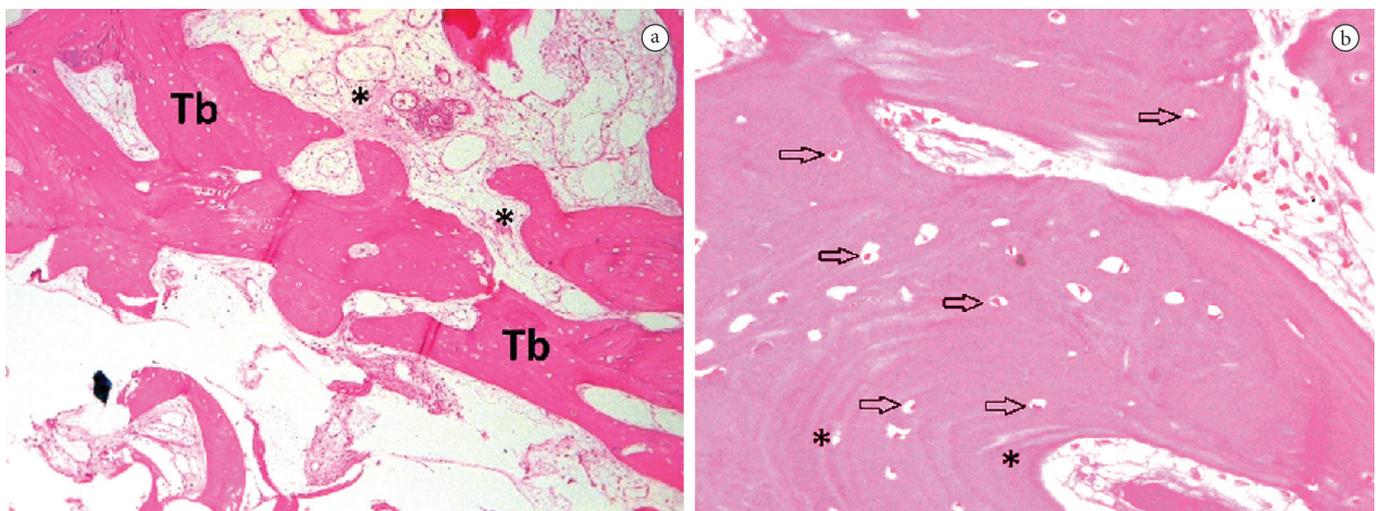
Em quatro das cinco amostras, observou-se um íntimo contato do tecido ósseo mineralizado recém-formado com as partículas do BC (Figura 3).

Em uma amostra, não foi observada a formação de tecido ósseo, somente áreas ocupadas por tecido conjuntivo fibroso (Figura 4).

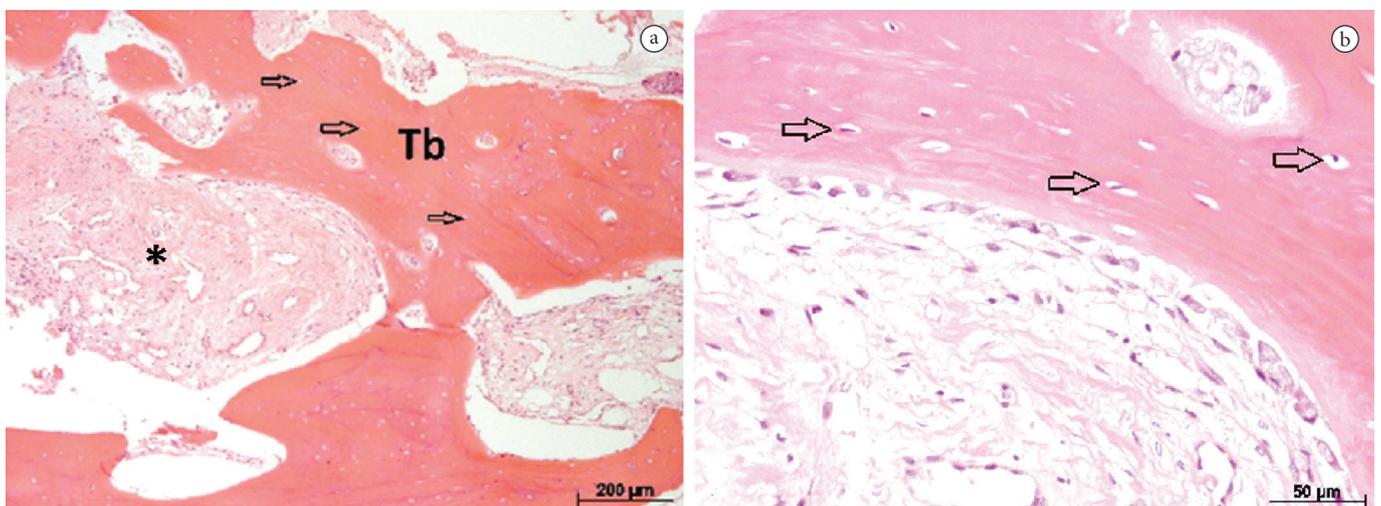
## DISCUSSÃO

Algumas condições anatómicas podem limitar a reabilitação oral com implantes na região posterior da maxila. Dentre essas condições, pode-se destacar a pneumatização do seio maxilar.<sup>3,6</sup> Nesta circunstância, alguns procedimentos de elevação do seio maxilar, visando à correção desta deficiência e à possibilidade de colocação de implantes osseointegráveis na região, são necessários, sendo inclusive muito bem descritos há muito tempo na literatura<sup>1,2</sup>.

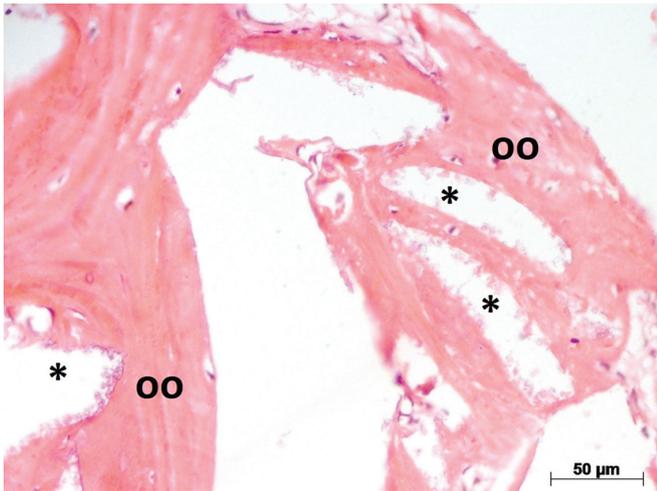
Devido às suas propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras, o uso do enxerto ósseo autógeno no seio



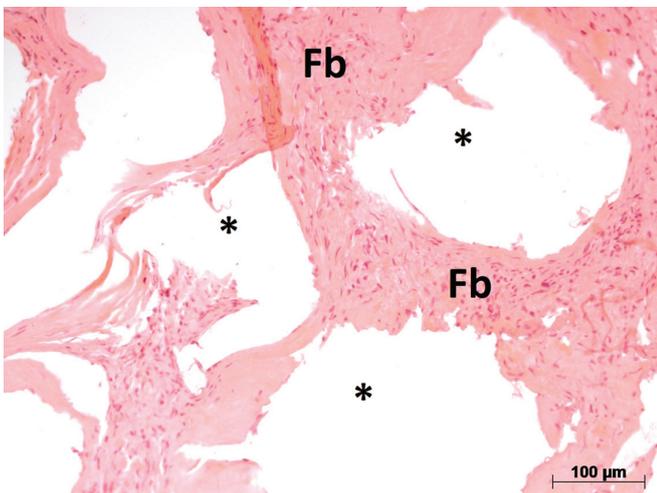
**Figura 1.** A - Fotomicroscopia (Grupo BC) ilustrando a presença de trabéculas ósseas viáveis (Tb), com espaços medulares preenchidos por tecido conjuntivo frouxo (\*). Hematoxilina - Eosina, aumento original de 100. B - Fotomicroscopia (Grupo BC) em maior aumento, ilustrando a presença de osteócitos viáveis (setas) nas trabéculas ósseas, além de áreas de deposição óssea, caracterizadas por linhas esbranquiçadas (\*). Hematoxilina - Eosina, aumento original de 400.



**Figura 2.** a - Fotomicroscopia (Grupo EA) ilustrando a presença de trabéculas ósseas viáveis (Tb), com espaços medulares preenchidos por tecido conjuntivo denso (\*). Hematoxilina - Eosina, aumento original de 100. b - Fotomicroscopia, (Grupo EA) em maior aumento, ilustrando a presença de osteócitos viáveis (setas) nas trabéculas ósseas. Hematoxilina - Eosina, aumento original de 400.



**Figura 3.** Fotomicroscopia (Grupo BC) ilustrando o íntimo contato das partículas do BC (\*) com o osso mineralizado recém-formado (oo). Hematoxilina - Eosina, aumento original de 400.



**Figura 4.** Fotomicroscopia (Grupo BC) ilustrando áreas de tecido conjuntivo denso (Fb) e espaços que foram ocupados por partículas de material (\*). Hematoxilina - Eosina, aumento original de 200.

maxilar é tido como uma técnica cirúrgica segura, confiável e com excelentes índices de sucesso, comprovados por estudos com controles superiores a 10 anos<sup>6-8</sup>. Porém, devido à necessidade de um sítio doador e à sua morbidade, gradualmente outros biomateriais vêm sendo usados, apresentando índices de sucesso convincentes. Muitos são os substitutos ósseos utilizados atualmente e estes apresentam resultados muito semelhantes ao enxerto autógeno, inclusive em períodos superiores a 10 anos<sup>4,5,9-11</sup>. O material de enxertia utilizado neste trabalho foi o BC, que é um dos materiais citados na literatura para esse fim; é um substituto ósseo 100% sintético, cuja composição é basicamente uma mistura de hidroxiapatita e fosfato de cálcio. Segundo o fabricante, esse biomaterial possui uma reabsorção gradativa, elevado grau de porosidade, é biocompatível e osteocondutor, e permite uma estrutura de suporte para adesão do tecido ósseo durante o processo de osteogênese<sup>4,5,9</sup>.

Nesse contexto, o presente estudo avaliou histológica e clinicamente o comportamento do BC, quando usado em cirurgias de levantamento do assoalho do seio maxilar. Na avaliação

clínica, estes resultados mostraram-se semelhantes aos achados de Frenken et al.<sup>5</sup>, que observaram que, depois de uma espera de seis meses após a cirurgia de levantamento do assoalho do seio maxilar, o biomaterial BC encontrava-se integrado ao osso maxilar original, com altura óssea, aparentemente adequada, na área enxertada, para sustentar implantes dentários. Notaram, ainda, ausência de processo inflamatório ou infeccioso, um processo de cicatrização normal e satisfatório, e uma área receptora bem vascularizada, com uma dureza e resistência semelhantes às do tecido ósseo maxilar. Além disso, todos os implantes osseointegráveis inseridos apresentaram estabilidade primária.

Quando comparados os comportamentos entre BC e o osso autógeno, os resultados do presente trabalho demonstram uma grande similaridade histológica com o tecido ósseo formado. Essa conformação óssea, a partir do enxerto autógeno, também foi vista em outros estudos, como os de Becker et al.<sup>8</sup> e Buser et al.<sup>12</sup>. Além disso, as amostras de enxerto autógeno apresentaram tecido ósseo viável, não sendo possível distinguir com precisão as trabéculas neoformadas das partículas do enxerto com osso autógeno. Esse resultado corrobora com o encontrado por Tosta et al.<sup>11</sup>.

O comportamento do BC evidenciou histologicamente uma formação óssea ao longo de uma estrutura oferecida pelo substituto ósseo, em quatro das cinco amostras colhidas dos pacientes participantes da pesquisa, com trabéculas ósseas bem formadas e o espaço medular, em sua maioria, preenchido por tecido conjuntivo frouxo. Nessas quatro amostras, o osso foi considerado viável, devido à presença de osteócitos na matriz óssea. Essa característica vem ao encontro dos achados de Cordaro et al.<sup>4</sup> e Froum et al.<sup>13</sup>, que observaram uma formação de trabeculado e viabilidade ósseas semelhantes às do presente estudo.

Analisando-se a proximidade das partículas do biomaterial com o tecido ósseo mineralizado recém-formado, foi observado um íntimo contato entre os mesmos, em quatro das cinco amostras, de modo que as partículas estavam rodeadas por tecido ósseo viável. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Froum et al.<sup>13</sup>, Cordaro et al.<sup>4</sup>, Frenken et al.<sup>5</sup> e Daculsi et al.<sup>14</sup>, o que, segundo os mesmos, demonstra histologicamente as propriedades osteocondutoras do biomaterial.

Em uma das amostras do BC, foi encontrado tecido conjuntivo denso fibroso. Esse resultado não é desejável e pode não ser uma situação de toda loja que recebeu o material, já que o implante instalado obtivera estabilidade primária, apesar de ainda não ter recebido carga. Algumas são as possíveis causas desse aparente insucesso. Pode ter havido uma infecção subclínica, como ocorreu em uma das amostras de Froum et al.<sup>13</sup>, muito provavelmente devida a uma perfuração da mucosa do seio maxilar não observada durante a cirurgia. E ainda a trefinagem pode não ter sido profunda o bastante para obtenção de uma amostra adequada, fato relatado por Cordaro et al.<sup>4</sup>.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados são animadores, mesmo com algumas limitações na metodologia adotada, como o número

limitado de pacientes e o pequeno tempo de acompanhamento. Mesmo assim, os resultados histológicos em humanos indicaram que o BC foi um material adequado para o aumento vertical da maxila atrofada através da elevação do assoalho do seio maxilar e permitiu a instalação de implantes dentários com estabilidade primária após um período de seis meses. Tais resultados podem

proporcionar uma alternativa ao EA em regiões afetadas pela pneumatização do seio maxilar.

Novos estudos com um maior número de pacientes e maior tempo de acompanhamento dos implantes osseointegrados, que receberam carga, são necessários para determinar o grau de estabilidade e de sucesso desses implantes no osso formado com auxílio do BC.

## REFERÊNCIAS

1. Fugazzotto PA, Vlassis J. Long-term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. *Int J Maxillofac Implants*. 1998; 13: 52-8.
2. Furst G, Gruber R, Tangl S, Zechner W, Haas R, Maila Th.G, et al. Sinus grafting with autogenous plated-rich plasma and bovine hydroxiapatite. A histomorphometric study in minipigs. *Clin Oral Implants Res*. 2003; 14: 500-8. PMID:12869013. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.00859.x>
3. John HD, Wenz B. Histomorphometric analysis of natural bone mineral for maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19: 199-207. PMID:15101590.
4. Cordaro L, Bosshardt DD, Palattella P, Rao W, Serino G, Chiapasco M. Maxillary sinus grafting with Bio-Oss or Straumann Bone Ceramic: histomorphometric results from a randomized controlled multicenter clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19: 796-803. PMID:18705811. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01565.x>
5. Frenken JWFH, Bouwman WF, Bravenboer N, Zijdeveld SA, Schulten EAJM, Ten Bruggenkate CM. The use of Straumann® Bone Ceramic in a maxillary sinus floor elevation procedure: a clinical, radiological, histological and histomorphometric evaluation with a 6-month healing period. *Clin Oral Implants Res*. 2010; 21: 201-8. PMID:19958374. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01821.x>
6. Van Der Bergh JP, Ten Bruggenkate CM, Dish FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res*. 2000; 11: 256-65. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011003256.x>
7. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg*. 1980; 38: 613-16. PMID:6993637.
8. Becker W, Urist M, Becker BE, Jackson W, Perry DA, Bartold M, et al. Clinical and histologic observations of sites implanted with intraoral autologous bone grafts or allografts: 15 human case reports. *J Periodontol*. 1996;67: 1025-33. PMID:8910843. <http://dx.doi.org/10.1902/jop.1996.67.10.1025>
9. Bodde EW, Wolke JG, Kowalski RS, Jansen JA. Bone regeneration of porous betatricalcium phosphate (Conduit TCP) and of biphasic calcium phosphate ceramic (Biosel) in trabecular defects in sheep. *J Biomed Mater Res A*. 2007;82: 711-22. PMID:17326225. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.a.30990>
10. Tadjoein ES, Lange de GL, Bronckers ALJJ, Lyaruu DM, Burger EH. Deproteinized cancellous bovine bone (Bio-Oss) as bone substitute for sinus floor elevation. A retrospective, histomorphometrical study of five cases. *J Clin. Periodontol*. 2003; 30: 261-70. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-051X.2003.01099.x>
11. Tosta M, Saraceni CHC, Barbosa J, Guerra L, Ferraz P, Moura Filho GS, et al. Clinical and histological evaluation of the efficacy of anorganic bovine bone as grafting material in humans. *ImplantNews*. 2007;4: 479-89.
12. Buser D, Hoffmann B, Bernard JP, Lussi A, Mettler D, Schenk RK. Evaluation of filling materials in membrane-protected bone defects. A comparative histomorphometric study in the mandible of miniature pigs. *Clin Oral Implants Res*. 1998; 9: 137-50. PMID:10530128. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.1998.090301.x>
13. Froum SJ, Wallace SS, Cho SC, Elian N, Tarnow DP. Histomorphometric comparison of a biphasic bone ceramic to anorganic bovine bone for sinus augmentation: 6- to 8-month postsurgical assessment of vital bone formation. A pilot study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2008; 28: 273-81. PMID:18605603.
14. Daculsi G, Laboux O, Malard O, Weiss P. Current state of the art of biphasic calcium phosphate bioceramics. *J Mater Sci: Mater Med*. 2003; 14: 195-200. PMID:15348464. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022842404495>

## CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Luis Gustavo Jaime Paiva  
Rua dos Guarantãs Quadra, 26B, Lt 18, s/n. Resid. Aldeia do Vale, 74680-240 Goiânia – GO, Brasil  
e-mail: lg.jp@hotmail.com

Recebido: Outubro 15, 2013  
Aprovado: Dezembro 12, 2013