

# Atualidades em enxertia óssea

## Updates on grafting bones

**Gabriele Maria Callegaro Serafini** - Médica Veterinária, Mestre, Doutora em Cirurgia Veterinária. Professora Efetiva Adjunta I, Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI) gabrieleserafini@yahoo.com.br

**Daniel Curvello de Mendonça Müller** - Médico Veterinário, Professor Adjunto, Departamento de Clínica de Pequenos Animais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) cmdaniel@terra.com.br

**Ney Luis Pippi** - Médico Veterinário, Professor do programa de pós-graduação em medicina veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nlpippi@gmail.com

Serafini GMC, Müller DCM, Pippi Ney Luis. Medvop - Revista Científica de Medicina Veterinária - Pequenos Animais e Animais de Estimação; 2016; 14(44); 102- 105.

## Resumo

Animais fraturados são frequentemente atendidos na rotina clínico-cirúrgica veterinária. Muitas vezes, essas fraturas são complexas e apresentam dificuldade na cicatrização, como nos casos de perda de segmento ósseo, não união e união retardada. Nesse contexto, os enxertos ósseos ganham papel de destaque como adjuvantes na cicatrização e preservação de um membro. Com o objetivo de auxiliar ao cirurgião na escolha do enxerto mais apropriado para cada tipo de situação, serão discutidas, nessa revisão, as características gerais dos enxertos ósseos, opções de coleta e armazenamento, formas de aplicação e seus benefícios relativos a cada indicação.

**Palavras-chave:** implante ósseo, fraturas, cicatrização

## Abstract

Fractured animals are often treated at veterinary clinical and surgical routine. Often these fractures are complex and have difficulty in healing, as in cases of loss of bone segment, non-union and delayed union. In this context, bone grafts are highlighted role as aids in healing and preservation of a member. Aiming to assist the surgeon in choosing the most suitable graft for each type of situation will be discussed in this review, the general characteristics of bone grafts, collection and storage options, application forms and its benefits for each indication.

**Keywords:** bone implant, fractures, healing

## Introdução

A enxertia óssea é parte fundamental do tratamento cirúrgico de muitas condições ortopédicas (1), pois conforme as funções biológicas exigidas, os enxertos ósseos podem apresentar capacidade de osteogênese, osteoindução, osteocondução e suporte estrutural (2). Dessa forma, podem ser utilizados tanto como adjuvantes no tratamento de fraturas, perdas e defeitos ósseos, como na indução de artrodeses (3). Além disso, dependendo do tipo de enxerto ósseo, ele pode realizar uma ou mais funções, sendo que a escolha por um ou outro vai depender das necessi-

dades requeridas (1). Devido a sua importância e facilidade de utilização, essa revisão tem por objetivo trazer as características gerais dos enxertos ósseos, opções de coleta e armazenamento, formas de aplicação e benefícios para cada tipo de situação.

## Revisão bibliográfica

O termo enxerto se refere à aplicação de tecido viável, como os frescos ou cultivados, enquanto implante refere-se a materiais de origem sintética ou biológica não viável. Entretanto, na literatura científica, por ser consagrado pelo uso, o termo en-

xerto também é aplicado para descrever os materiais de origem biológica desvascularizados e sem viabilidade celular (4).

Seu histórico de sucesso na ortopedia veterinária (2) ancora-se na sua biocompatibilidade, fácil aquisição, aplicação e acondicionamento. É o método de eleição na reposição de perdas e falhas ósseas em fraturas e ressecções amplas e no preenchimento de espaços gerados por defeitos corticais, como nas fraturas multifragmentares (5).

Um enxerto ósseo ideal oferece células osteogênicas capazes de produzir osso novo, além de apresentar fatores que induzam as células mesenquimais indiferenciadas a se transformarem em células ósseas. Oferece ainda, uma matriz osteocondutora, a qual atua como estrutura para o crescimento ósseo interno e suporte estrutural para a estrutura óssea. Alguns tipos de enxertos ósseos podem realizar funções variadas, condicionados pela necessidade (1).

De acordo com sua origem, os enxertos ósseos podem ser classificados em: autógeno ou autoenxerto, quando envolve a transferência de tecido de um local para outro no mesmo animal (2,6); alógenos (7) ou aloenxertos, quando há a transferência de tecido de um animal para outro da mesma espécie e xenoenxerto, quando ocorre a transferência de tecidos de um animal para outro de espécie diferente (2,6).

Quanto à morfologia, podem ser divididos em esponjosos, corticais ou corticoesponjosos. O enxerto esponjoso constitui-se de finas trabéculas separadas por grandes espaços preenchidos por células hematopoiéticas, que facilitam a migração de vasos, células e deposição de tecido ósseo, mas não proporcionam suporte mecânico (8). Contudo, é considerado o enxerto de eleição pela sua rápida incorporação no local receptor com suas propriedades osteogênicas e osteoindutivas, além da propriedade osteocondutora oriunda das trabéculas ósseas transplantadas (7). Considerando a transferência de osteócitos, osteoblastos e outras células viáveis, a osteogênese se dá de forma mais rápida e intensa (9).

Os enxertos esponjosos geralmente são utilizados como autoenxertos frescos (6), sendo colhidos da metafise de qualquer osso longo. Em cães, por exemplo, obtém-se volume satisfatório quando a colheita se dá na porção craniodorsal da asa do ílio, região proximal do úmero e da tíbia e distal do fêmur (3). Já em gatos, o volume é mais satisfatoriamente obtido na asa do ílio (2).

Os enxertos esponjosos estão indicados principalmente em situações adversas, como união retar-

dada e não união óssea. São utilizados também no preenchimento de defeitos corticais após curetagem ou excisão de cisto ósseo ou neoplasmas, nas perdas ósseas segmentares traumáticas, artrodeses, fusões vertebrais, associações com enxertos corticais e até mesmo no tratamento de osteomielite (3).

Em contrapartida, os enxertos corticais são obtidos da diáfise dos ossos longos e, geralmente, utilizados como aloenxertos preservados (6). Alternativamente, quando se deseja um autoenxerto cortical, pode-se remover grande segmento ulnar, sem acarretar problemas à função do membro doador (2).

Enxertos corticais são formados por lâminas justapostas, mineralizadas, dispostas concentricamente em volta dos canais de Havers (8). As principais funções do enxerto cortical são osteocondução e suporte estrutural, entretanto a osteoindução também é possível se a técnica de preparação utilizada preservar as proteínas morfogenéticas ósseas e outros fatores de crescimento derivados do osso cortical (1).

A invasão vascular e a osteocondução ocorrem muito mais lentamente nos enxertos corticais, porém esses garantem a vantagem de promover estabilidade imediata à região, (6) podendo ser utilizados na não união atrófica e após a exérese de neoplasmas ósseos (7). Em casos de fraturas diafisárias cominutivas que não se prestam para reconstrução anatômica, também está indicada a substituição dos fragmentos pelo enxerto cortical. Entretanto, com o conceito de osteossíntese biológica, onde se preconiza a mínima interferência no ambiente da fratura, esse procedimento vem sendo discutido entre ortopedistas (6). Os aloenxertos corticais são contraindicados em fraturas abertas ou em áreas com infecção presente, devido sua lenta capacidade de vascularização. Casos onde a fixação interna rígida não é possível, essa enxertia também deve ser evitada (1).

Os enxertos corticoesponjosos envolvem a combinação de ambos os enxertos já relatados (6). São considerados o padrão ouro da enxertia óssea (10), pois quando implantados no hospedeiro, apresentam ação osteogênica, osteocondutiva e osteoindutiva (11), além de suporte estrutural (2). As costelas e a porção craniodorsal da espinha ilíaca são os locais doadores mais comuns, podendo ser utilizados como autoenxertos a fresco ou como aloenxertos conservados (6). Ainda considerando os tipos, existem os enxertos vascularizados, quando se transfere um segmento ósseo com seu pedículo vascular, o qual é anastomosado por técnica microvascular à artéria e veia próximas ao defeito (3).

Vários são os métodos de conservação de ossos com a finalidade de emprego para enxertia. Dentre eles, têm-se a liofilização, manutenção em glicerina, óxido de etileno, açúcar, mel ou sal. Entretanto, o congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$  ou menos (6) é o método de escolha para preservação de aloenxertos, já que tal processo reduz o potencial imunogênico, preserva as propriedades biomecânicas e de osteoindução. Além de inibir o crescimento bacteriano, os enxertos congelados mantêm a integridade da matriz óssea e permanecem em boas condições para serem posteriormente transplantados (5).

Com relação a resistência dos implantes após serem conservados por diferentes métodos, as pesquisas mostram resultados variáveis. Melo Filho, et al. (12) compararam a resistência mecânica de placas ósseas produzidas a partir de osso cortical bovino, conservadas em glicerina a 98%, solução salina a 150%, solução de açúcar a 300%, líquido de Dakin, congelamento em N2L a  $-196^{\circ}\text{C}$  ou esterilizadas em óxido de etileno. Após reidratação em solução de cloreto de sódio a 0,9% por seis horas, tais placas foram submetidas a ensaios mecânicos de tração, compressão, flexão e torção. Os autores não observaram diferença significativa da resistência ao ponto de ruptura entre as placas conservadas nos diferentes meios, congeladas-descongeladas ou esterilizadas.

Também não foi encontrada diferença significativa no estudo de Duarte, Schaeffer (13), em que os autores compararam a força compressiva de ossos bovinos após estocagem por congelamento ou liofilização. Entretanto, Amendola et al. (14) quando compararam a resistência compressiva axial de diáfises femorais caninas a fresco, conservadas por trinta dias em glicerina a 98% ou em mel (sendo as duas últimas reidratadas antes da avaliação), verificaram maior resistência nos ossos conservados em glicerina, seguida dos ossos conservados em mel, sendo mais frágeis aqueles testados a fresco. Contrariamente, Lucas et al. (15) compararam a força compressiva de ossos inteiros conservados em glicerina, mel ou congelamento, sem reidratação e observaram que os conservados em mel foram mais resistentes.

No que se refere a reidratação dos implantes ósseos após a conservação, embora alguns trabalhos não tenham observado diferença significativa na resistência de ossos reidratados e não reidratados (16), Salbego, Raiser (17) recomendam a reidratação por um período de seis horas, para que os implantes voltem a apresentar características mecânicas semelhantes às de ossos frescos. Tal procedimento

tem sido feito com solução de cloreto de sódio 0,9% e com resultados bem-sucedidos (14).

O sucesso no transplante ósseo envolve vários aspectos, entre eles a vitalidade do tecido receptor e a ausência de necrose do enxerto (8). Quando se transplanta um enxerto esponjoso autógeno fresco, estima-se que no máximo 10% das células sobrevivam (6), entretanto, tal percentual já é o suficiente para auxiliar no processo cicatricial (11).

A cicatrização ou pega do enxerto ao osso hospedeiro envolve o processo de consolidação, que é a fusão do enxerto ao osso receptor; e incorporação que são as interações biológicas entre o enxerto e o osso hospedeiro, resultando na progressiva substituição do primeiro pelo segundo (11).

Inicialmente, em qualquer tipo de enxerto, ocorre a formação de hematoma e reação inflamatória, liberando citocinas e fatores de crescimento ósseo, tal qual na cicatrização de fraturas. Posteriormente, forma-se tecido fibrovascular, que infiltra o hematoma e o enxerto promovendo estabilidade gradual. Os estágios a seguir diferenciam-se conforme o tipo de enxerto aplicado (4).

A revascularização dos autoenxertos esponjosos tem início em apenas dois dias após a enxertia e se completa dentro de duas semanas. As células osteogênicas transplantadas ou as células mesenquimais indiferenciadas tornam-se osteoblastos ativos, secretando osteoide no implante. Este osteoide é mineralizado e forma um novo osso hospedeiro nos locais de fratura, incorporando o enxerto ao osso do receptor. Por fim, os centros necróticos do osso esponjoso são reabsorvidos por osteoclastos e o enxerto é totalmente repostado pelo receptor. O novo osso trabecular é remodelado em osso cortical como resposta ao ambiente mecânico (18).

Na incorporação de aloenxertos esponjosos conservados, o tempo de incorporação é mais demorado e o resultado é ligeiramente menos completo devido ao processo reacional mais intenso, além do fato das células do enxerto estarem mortas (4).

Nos enxertos corticais, sejam eles autógenos ou alógenos, a incorporação é mais longa e mais incompleta do que a do enxerto esponjoso. São necessários vários meses ou anos para a incorporação deste tipo de enxerto, sendo que quanto maior forem suas dimensões, mais incompleta será a incorporação (4).

A medida que o osso cortical é penetrado por novos vasos, o osso do doador é reabsorvido e substituído pelo novo osso do hospedeiro. Quando o tecido ósseo do doador é reabsorvido, a proteína

morfogenética óssea pode ser liberada, o que estimula a diferenciação das células mesenquimais em osteoblastos. Durante a fase de reabsorção, o enxerto encontra-se mais fraco que o osso hospedeiro ou o enxerto não remodelado. Esse processo ocorre vagarosamente e o osso doador nunca é completamente substituído em alguns pacientes (1).

Ao fim de algum tempo, os aloenxertos podem apresentar sinais de fadiga mecânica. Para minimizar esta complicação, é necessário aplicar material de osteossíntese para reforçar a estabilidade mecânica. Recomenda-se também o uso associado de autoenxerto esponjoso na junção entre o aloenxerto cortical e o osso cortical do paciente, acelerando o processo de consolidação óssea (4).

## Conclusão

Devido as características inerentes aos enxertos ósseos, como osteogênese, osteoindução, osteocondução e suporte estrutural, fraturas com perda de segmento ósseo total, falhas corticais, não-uniões e uniões retardadas são altamente beneficiadas com o seu uso. Este recurso, quando bem conduzido, garante preservação de um membro gravemente ferido e precocidade cicatricial.

## Referências

1. Millis DL, Martinez SA. Enxertos ósseos. In: Slatter D. Manual de Cirurgia de Pequenos Animais. 3 ed. Barueri: Manole, 2007. p. 1875-1891.
2. Denny HR, Butterworth SJ. Enxertos ósseos. In: \_\_\_\_\_. Cirurgia Ortopédica em Cães e Gatos. 4 ed. São Paulo: Roca, 2006. p.14-18.
3. Santos FC, Rahal SC. Enxerto ósseo esponjoso autólogo em pequenos animais. *Cienc. Rural*, 2004; 34(6):1969-1975.
4. 4 - Dias RMF, Carvalhais P, Matos P, Judas F. Aloenxertos ósseos na osteossíntese de fraturas traumáticas. *Rev. Port. Ortop.Traum.* 2008; 16:31-42.
5. Drago MA. Placa de osso bovino na osteossíntese de tibia de coelhos: avaliação biomecânica ex vivo [Dissertação online]. Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo; 2011[citado 2015 jul 08]. Disponível em: URL: [http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_5256\\_.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_5256_.pdf).
6. Piermattei DL, Flo GL, Decamp CE. Enxertos ósseos. In: \_\_\_\_\_. Ortopedia e Tratamento de Fraturas de Pequenos Animais. 4 ed. São Paulo: Manole, 2009. p.180-188.
7. Dias MIR, Sousa CMP, Carvalho PMP, Lempek MR, Viegas CAA, Azevedo JMT. Enxertos e substitutos ósseos em cirurgia ortopédica reconstrutiva nos animais de companhia - uma breve revisão. *RBMV*, 2013; 35(4):339-350.
8. Castania VA. Enxerto córtico-esponjoso homogêneo processado quimicamente e esterilizado em óxido de etileno em cães [Dissertação online]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2002[citado 2015 jul 08]. Disponível em: URL: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-07012003-092038/pt-br.php>
9. Ferreira MP. Comparação de enxerto ósseo cortical autógeno e implante ósseo cortical alógeno liofilizado, congelado a -70°C ou conservado no mel na substituição de segmento diafisário do fêmur de gatos domésticos [Dissertação de mestrado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008.
10. Portinho CP. Reconstrução óssea de calota craniana com enxerto com células-tronco mesenquimais: estudo experimental (Dissertação online). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006[citado 2015 jul 08]. Disponível em: URL: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8962/000592230.pdf?sequence=1>
11. Bauer TW, Muschler GF. Bone graft materials. *Clin Orthop and Relat Res.* 2000; 371:10-27.
12. Melo Filho EV, Lúcia RMD, Salgado AEP, Miranda FB, Drago MA, Taffarel MO
13. et al. Mecânica e microbiologia de placas produzidas a partir de osso cortical bovino, conservadas em diferentes meios. *Cienc. Rural*, 2011; 41(4):660-666.
14. Duarte LS, Schaeffer L. Compressão de ossos bovinos congelados e liofilizados. *Rev. Bras. Eng. Biom.* 2000; 16(2):89-93.
15. Amendola GF, Raiser AG, Soares JMD, Beckmann DV. Aspectos biomecânicos compressivos de diáfises femorais caninas conservadas em glicerina a 98% ou em mel. *Cienc. Rural*, 2008; 38(5):1341-1345.
16. LUCAS, S.S. Avaliação biomecânica de três métodos de conservação de ossos para enxerto. In: SEMINÁRIO INTERESTADUAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO; MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICRUZ, 4., 2001, Cruz Alta, RS. Anais... Cruz Alta: UNICRUZ, 2001.
17. Macedo CAS, Galia CA, Silva ALB, César PC, Sanches PRS, Duarte LS et al. Comparação da resistência à compressão do osso bovino congelado e liofilizado. *Rev. Bras. Ortop.* 1999; 34(9/10):529-534.
18. SALBEGO, F.Z. RAISER, A.G. Teste de resistência biomecânica de implantes ósseos corticais conservados em glicerina a 98% e submetidos a diferentes tempos de reidratação. In: CONGRESSO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE CIRURGIA E ANESTESIOLOGIA VETERINÁRIA, 7., 2006, Santos, SP. Anais... Belo Horizonte: Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2006. V.58, supl, p.77-78, 2006.
19. Johnson AL. Fundamentos da cirurgia ortopédica e manejo de fraturas. In: Fossum TW. Cirurgia de Pequenos Animais. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 930-1014.

Recebido para publicação em: 28/07/2015.

Enviado para análise em: 19/08/2015.

Aceito para publicação em: 06/10/2015.