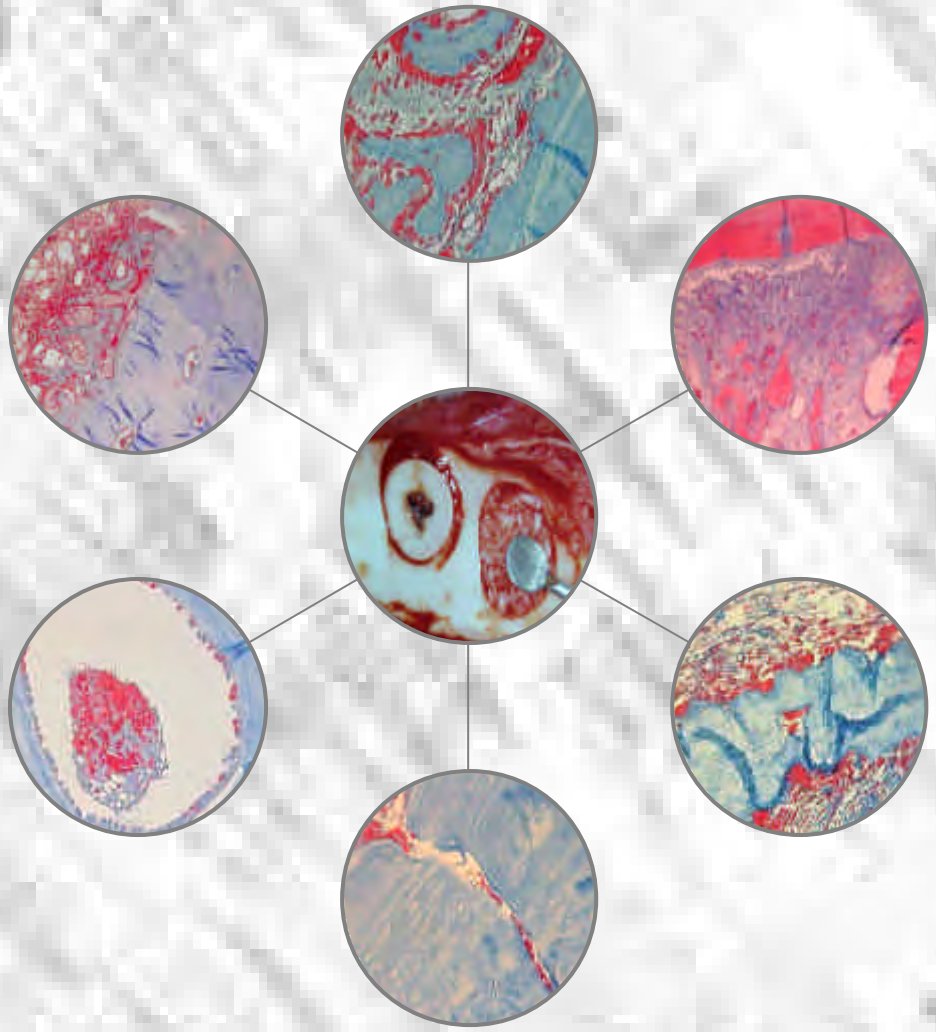
Laura Guimarães Pagliuso Paleckis

Reparação Inicial de Enxertos Ósseos Autógenos em Bloco ou em Partículas

Estudo Microscópico em Mandíbula de Cães



Laura Guimarães Pagliuso Paleckis

Reparação Inicial de Enxertos Ósseos Autógenos em Bloco ou em Partículas. Estudo Microscópico em Mandíbula de Cães

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do grau de Doutor em Odontologia (Área de Concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial)

Orientador: **Prof. Dr. Paulo Sérgio Perri de Carvalho**

Araçatuba - SP

2004

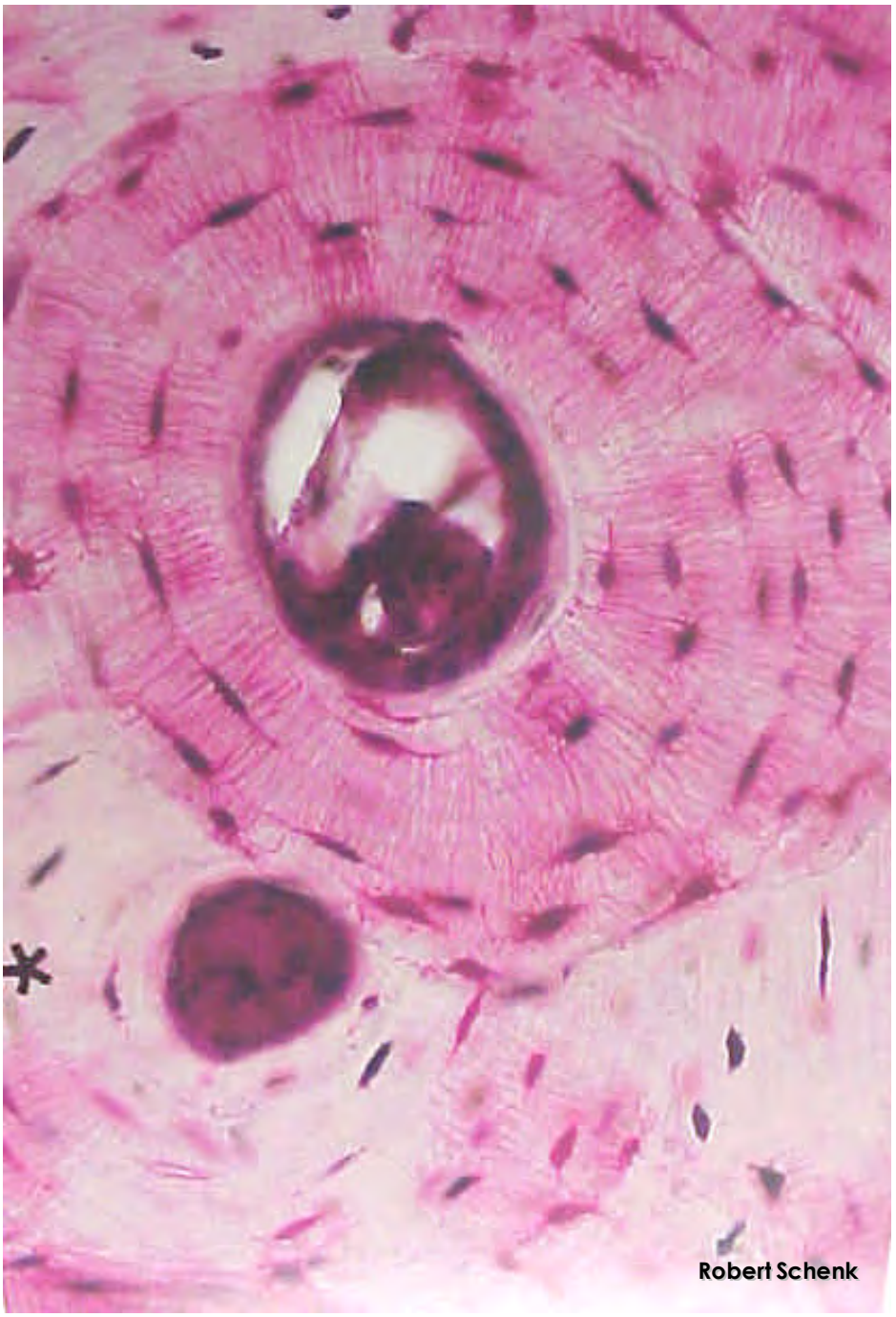
Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da FOA / UNESP

Paleckis, Laura Guimarães Pagliuso
P156r Reparação inicial de enxertos ósseos autógenos em bloco ou em partículas : estudo microscópico em mandíbula de cães / Laura Guimarães Pagliuso Paleckis. - Araçatuba : [s.n.], 2004
121 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2004
Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Perri de Carvalho

1. Enxerto ósseo autógeno 2. Cirurgia bucal 3. Cães

Black D7
CDD 617.6



“O tecido ósseo é um tecido mole, do qual uma parte se torna rígida pela deposição de sais de cálcio e sua organização depende dos vasos sangüíneos”

Trueta, 1963

Dados Curriculares

NASCIMENTO	03/11/1960
FILIAÇÃO	Rozário Pagliuso Therezinha Guimarães Pagliuso
1979/1984	Curso de Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
1992/1993	Curso de Especialização em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial, pela Escola de Aperfeiçoamento Profissional da APCD São Paulo
1996/2004	Professora Adjunta da disciplina de Oclusão e ATM da Faculdade de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo
1997/2004	Professora Assistente Mestre da Disciplina de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial da Faculdade de Odontologia da Universidade do Vale do Paraíba
2000	Mestre em Medicina – Área de concentração Cirurgia de Cabeça e Pescoço pelo Complexo Hospitalar Heliópolis
2003	Especialista em Disfunção Temporomandibular e Dor Orofacial pelo Conselho Regional de Odontologia – São Paulo
2001/2004	Curso de pós-graduação, nível Doutorado, pela Faculdade de Odontologia, campus Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Área de concentração Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial

Dedicatória

Dedicatória

Quando nos tornamos pais, somos surpreendidos por um enorme sentimento de responsabilidade, com a missão sublime de transformar pequenos bebês em homens e mulheres de verdade. Os anos passam e os filhos crescem. Acompanhamos cada momento de suas vidas com orgulho e entusiasmo. No entanto, sem que se perceba, a grande transformação ocorre dentro de nós mesmos, os pais. Os filhos nos ensinam a ser mais bondosos, mais tolerantes, mais honestos, e mais preocupados com um mundo melhor e mais justo. Ao final, fazem por nós muito mais do que fizemos por eles. Educam-nos verdadeiramente.

Carolina, Tatiana e Bianca, minhas amadas filhas, me mostraram que ser mãe é a maior de todas as minhas realizações. Por isso, é a elas que dedico não apenas este trabalho, mas toda uma vida de esforço e devoção ao estudo.

Eduardo, meu marido, o grande companheiro de tantos anos, "cresceu comigo". Juntos, de jovens acadêmicos, nos tornamos profissionais e construímos uma maravilhosa família. Com entusiasmo e incentivo, ele acompanhou toda esta jornada, sem permitir desânimo e dando guarida em todas as situações. Dedico, também a ele, com amor, esta importante realização.

Agradecimentos

Agradecimentos

Ao professor Dr. Paulo Sérgio Perri de Carvalho, meu orientador, pela acolhida e pelo carinho com que me guiou neste curso de pós-graduação. Admiro-o pela competência profissional, pela pujança, pela liderança, pelo entusiasmo com que ensina e pela irrestrita credibilidade científica e ética. Terá sempre o meu respeito e a minha gratidão.

Ao professor Dr. Luís Ronaldo Picosse, o grande amigo de incontáveis anos. O nosso convívio é marcado por cumplicidade e companheirismo. Eu o escolheria, entre todos os maravilhosos mestres que já tive, como o maior e o mais especial. Ensina-me, até hoje, não apenas Anatomia e Cirurgia mas, principalmente, humanidade e respeito. Espero que receba este trabalho como uma grande homenagem.

Aos professores e amigos Ivo Contin, João Gualberto de Cerqueira Luz, Alan Cruvinel Goulart, Lucimar Rodrigues, Elaine Duarte Artuso de Mello e Jander Maia Carvalho, colegas de disciplina, pelo apoio, incentivo e carinho com que acompanharam esta etapa.

À minha amiga Céres Maria Medina Martins, que tem por mim o carinho e a solidariedade de uma verdadeira irmã. Espero poder honrar sempre esta amizade.

Às companheiras de pós-graduação, Vanessa Cristina Mendes, Ana Paula Farnesi Bassi e Daniela Ponzoni, que se

tornaram a minha “família araçatubense” e de quem sinto orgulho pela competência e seriedade. Foram muitas as nossas experiências juntas e sei que serão das melhores lembranças que todas teremos deste período.

Aos colegas de pós-graduação Luis Francisco Coradazzi, Paulo Norberto Hasse, Natasha Magro Ernica, Fernando Esgaib Kayatt, Roberta Martinelli de Carvalho e Jordan Lima da Silva, com quem dividi as difíceis semanas de plantão e que me ofereceram amizade e apoio incondicionais.

Aos professores Idelmo Rangel Garcia Jr. e Oswaldo Magro Filho. Foi um privilégio e um grande aprendizado trabalhar ao lado de dois jovens e grandes profissionais que dignificam o exercício da Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial.

Ao Centro de Bioterismo da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, representado pelos médicos veterinários Dr. Eduardo Pompeu, Dra. Cláudia Pestana Ribeiro e pelos técnicos Vicente de Paula Silveira, Ismael de Paula Barros e Clóvis Cícero Vidotti pela atenção e pelo profissionalismo com que me receberam e pelas excelentes condições oferecidas para a realização da etapa experimental deste trabalho.

À bióloga Ana Lourdes Machado da Silva, pelo processamento histológico das peças.

À professora Dra. Emília Ângela Loschiavo Arisawa (Mirela) pela amizade, delicadeza e auxílio na interpretação do material histológico.

Ao prof. Dr. Tetuo Okamoto pelo auxílio na interpretação das lâminas e na confecção do material fotográfico. Foi uma grande honra conhecer e conviver com um dos maiores ícones da pesquisa odontológica brasileira.

Aos colegas e amigos Oscar Mosele, Fernando Pastor, Djalma Pereira Nunes Filho, Fernando Cosso, Fernando Luppino, Ariel Lenharo, Antonio Vicente de Souza Pinto e Laércio Wonrath Vasconcelos, pelo convívio produtivo, alegre e inesquecível nos módulos da disciplina de Implantodontia.

Aos funcionários do Departamento de Cirurgia e Clínica Integrada da Faculdade de Odontologia de Araçatuba da UNESP – Glauco José de Carvalho, Maria Dirce C. Boatto, Gilmar Martins de Oliveira, Bernadete Maria Nunes Kimura e Ana Cláudia Macedo pela gentileza e disponibilidade.

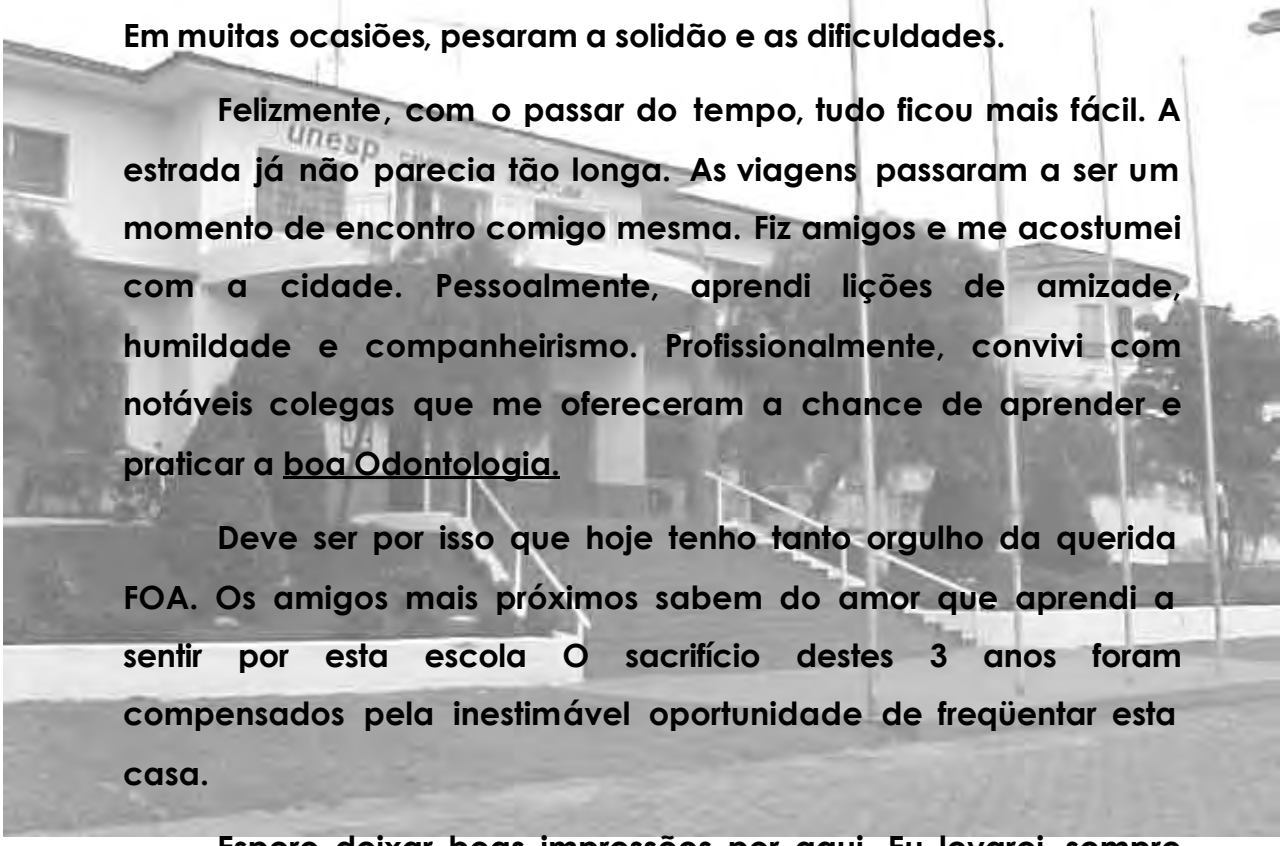
Às funcionárias da Seção de pós-graduação Marina M. S. Kawagoi e Adélia Barreto C. da Silva e ao funcionário da biblioteca Cláudio Hideo Matsumoto pela presteza e atenção com me sempre me atenderam.

À professora Dra. Martha Rosemberg por sua gentileza e cuidadosa revisão do texto.

Epígrafe

Epígrafe

Quando me dei conta da grande distância que separa São Paulo de Araçatuba, imaginei como o caminho seria difícil. Foi mais... As inúmeras viagens, as semanas de plantão, a distância da família e das outras atividades, foram penosas por diversas vezes. Em muitas ocasiões, pesaram a solidão e as dificuldades.



Felizmente, com o passar do tempo, tudo ficou mais fácil. A estrada já não parecia tão longa. As viagens passaram a ser um momento de encontro comigo mesma. Fiz amigos e me acostumei com a cidade. Pessoalmente, aprendi lições de amizade, humildade e companheirismo. Profissionalmente, convivi com notáveis colegas que me ofereceram a chance de aprender e praticar a boa Odontologia.

Deve ser por isso que hoje tenho tanto orgulho da querida FOA. Os amigos mais próximos sabem do amor que aprendi a sentir por esta escola O sacrifício destes 3 anos foram compensados pela inestimável oportunidade de freqüentar esta casa.

Espero deixar boas impressões por aqui. Eu levarei sempre comigo, com saudade, a imagem inesquecível desta grande Instituição.

"Fui Barão, Conde, Duque... Recebi todos os títulos que a carreira acadêmica pode proporcionar. Hoje, posso dizer que isto não tem muita importância. O que interessa verdadeiramente é a competência".

Prof. Dr. Saul Goldenberg

Professor Titular (aposentado) do Departamento de Cirurgia da UNIFESP – Escola Paulista de Medicina

Sumário

LISTA DE FIGURAS 14
INTRODUÇÃO 19
REVISÃO DA LITERATURA 26
Enxertos Ósseos 26
Revascularização e Reparo do Enxerto Ósseo Autógeno 27
Preparo do Leito Receptor 46
Influência da Fixação na Incorporação do Enxerto Ósseo Autógeno 48
PROPOSIÇÃO 58
MATERIAL E MÉTODOS 60
Modelo Experimental 60
Intervenção Cirúrgica 61
Obtenção do Enxerto Ósseo em Partículas 63
Obtenção do Enxerto Ósseo em Bloco 63
Preparo dos Leitos Receptores 65
Fixação do Enxerto Ósseo em Bloco 68
Adaptação do Enxerto Ósseo em Partículas 69
Recobrimento dos Enxertos Ósseos 70
Síntese dos Tecidos Moles 70
Sacrifício dos Animais 72
Processamento Laboratorial 72
RESULTADOS 74
Grupo Bloco – 7 dias 74
Grupo Particulado – 7 dias 78
Grupo Bloco – 14 dias 81
Grupo Particulado – 14 dias 86
DISCUSSÃO 91
Modelo Experimental 91
Biologia da Incorporação do Enxerto Ósseo Autógeno 92
Novas Perspectivas 103
CONCLUSÕES 105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS* 107
RESUMO 115
ABSTRACT 118
ANEXO 121

Lista de Figuras

Figura 1 - Tricotomia e anti-sepsia das regiões submentoniana e submandibular 62

Figura 2 – Exposição da base e superfície óssea vestibular da mandíbula, após incisão e divulsão dos tecidos moles 62

Figura 3 – Obtenção do osso particulado por meio de raspagem da base da mandíbula 63

Figura 4 – Obtenção de enxerto ósseo em bloco utilizando-se trefina de 8mm de diâmetro sob irrigação de solução fisiológica 64

Figura 5 – Conservação dos enxertos em bloco e particulado em solução fisiológica 64

Figura 6 – Delimitação do leito receptor com trefina de 10 mm de diâmetro 65

Figura 7 – Leitos receptores delimitados 66

Figura 8 – Descorticalização da superfície óssea com broca circular 66

Figura 9 – Regularização do leito com broca tronco-cônica 67

Figura 10 – Perfurações do leito receptor com broca esférica de pequeno diâmetro 67

Figura 11 – Perfuração do enxerto e do leito receptor para instalação do parafuso de fixação 68

Figura 12 - Bloco ósseo fixado ao leito com parafuso 69

Figura 13 – Colocação e condensação do enxerto particulado sobre o leito receptor 69

Figura 14 – Recobrimento dos enxertos com membrana reabsorvível de colágeno 70

Figura 15 – Sutura dos planos profundos 71

Figura 16 – Sutura do plano cutâneo 71

Figura 17 – Esquema mostrando a direção dos cortes histológicos através do enxerto em bloco (B) e em partículas (P..... 72

) 73

Figura 18 – Bloco 7 dias. Tecido conjuntivo da interface (TC) firmemente aderido ao bloco ósseo (B); L = leito receptor (HE 63X)..... 74

Figura 19 – Bloco 7 dias - Tecido conjuntivo (TC) que envolveu o parafuso de fixação do bloco (HE 63X)..... 75

Figura 20 – Bloco 7 dias - Tecido conjuntivo que preencheu a cavidade criada pela broca para revascularização, com áreas de neoformação óssea (seta) (HE 100X)..... 75

Figura 21 – Bloco 7 dias - Enxerto desvitalizado, exibindo lacunas e canais de Havers vazios (setas). Junto ao leito, destaca-se penetração de tecido (círculo) no interior do bloco (Masson 63X)..... 76

Figura 22 – Bloco 7 dias - Enxerto sendo penetrado por canal de reabsorção que parte da interface (Masson 400X)..... 77

Figura 23 - Bloco 7 dias - Áreas de reabsorção na base do bloco; há fragmentos de osso cortical (seta negra) sendo envolvidos pelo tecido conjuntivo Há imagens sugestivas de degeneração (setas vermelhas) (Masson 63X) 77

Figura 24 – Partículas 7 dias - Tecido conjuntivo envolvendo as partículas (P) a partir do leito (Masson 63X)..... 78

Figura 25 –Partículas 7 dias - Tecido conjuntivo que envolve as partículas, mais abundante em fibras colágenas e fibroblastos junto ao leito (seta negra) e mais rico em células sangüíneas e capilares junto à superfície (seta verde) (Masson 63X) 79

Figura 26 – Partículas 7 dias - Partícula (P) envolvida por tecido conjuntivo rico em fibras colágenas e fibroblastos. A partícula encontra-se desvitalizada e exibe áreas de inicio de atividade osteoclástica (Masson 160X) 79

Figura 27 – Partículas 7 dias - Partícula (P) reabsorvida em toda sua periferia por osteoclastos (OC) - (Masson, 400X) 80

Figura 28 – Partículas 7 dias - Partículas concentram-se na superfície (S) do defeito (Masson 63X)..... 80

Figura 29 – Partículas 7 dias - Tecido conjuntivo (TC) ocupa a cavidade criada pela broca, onde é possível observar áreas de neoformação óssea (setas) (HE 50X) 81

Figura 30 – Bloco 14 dias - Base do bloco (B) firmemente aderido ao tecido conjuntivo (TC) (Masson 100X) 82

Figura 31 – Bloco 14 dias – Tecido conjuntivo da interface com áreas de neoformação óssea (setas) junto à base do bloco, em meio a um tecido rico em vasos sangüíneos (VS) (Masson 160X) 83

Figura 32 – Bloco 14 dias – Tecido conjuntivo que envolveu o parafuso de fixação, com inúmeras áreas de neoformação óssea (NO) (Masson 100X) 83

Figura 33– Bloco 14 dias - Detalhe do tecido conjuntivo junto ao parafuso de fixação, exibindo inúmeras áreas de deposição de matriz óssea (M) (Masson 400X)..... 84

Figura 34 – Bloco 14 dias – Tecido conjuntivo que preenche a cavidade criada pela broca é rico em fibras colágenas e áreas de deposição de matriz óssea (setas) (Masson 63X)..... 84

Figura 35 – Bloco 14 dias – Áreas de neoformação óssea (NO) e alinhamento dos osteoblastos (seta) junto à base do enxerto (Masson 400X) 85

Figura 36 – Bloco 14 dias – Canal Haversiano , em corte transversal, com osteoblastos alinhados nas paredes (Masson 400X)..... 85

Figura 37 – Bloco 14 dias – Canais de Havers (H) e de Volkmann (V) alargados e com conteúdo junto à base (B) até aproximadamente a metade do bloco; junto à superfície (S) observa-se osso essencialmente desvitalizado sem invasão dos canais vasculares (Masson 100X)..... 86

Figura 38 – Partículas 14 dias – O tecido conjuntivo (TC) que preenche o defeito substituiu quase todas as partículas e apresenta-se rico em fibras colágenas (Masson 50X) 87

Figura 39 – Partículas 14 dias – Detalhe da figura anterior; osteoblastos depositam matriz óssea (MO) na intimidade do tecido conjuntivo que preenche o defeito (Masson 400X)..... 88

Figura 40 – partículas 14 dias – a cavidade criada pela broca apresenta inúmeras ilhotas de neoformação óssea (setas) que adentram a área do defeito (HE 50X)..... 89

Figura 41 – Partículas 14 dias – Ilhotas de osso neoformado (setas) na intimidade do tecido conjuntivo que preenche o defeito (HE 63X)..... 89

Introdução

Introdução

A Odontologia evoluiu notavelmente nas últimas décadas, desde a prevenção de doenças até o tratamento e reabilitação dos indivíduos.

Um de seus maiores e mais constantes desafios tem sido a recuperação de pacientes após a perda de um ou mais dentes. A despeito de todo visível progresso na prevenção de cáries e da doença periodontal, a remoção dos dentes ainda é um tratamento prevalente e mutilador.

No alvéolo dentário, a disposição dos cristais de hidroxiapatita e das fibras colágenas do osso dependem da tração ou estiramento das fibras periodontais que levam a uma orientação de forças, adaptando-se ao requerimento funcional do periodonto. Quando um dente é extraído, acaba-se a força aplicada e o sistema haversiano pré-existente torna-se inútil. Os osteoclastos reabsorvem esse sistema e segue-se a deposição de um novo ósteon mais simples, de acordo apenas com o sistema local de pressões e forças (Douglas, 2000). A atrofia alveolar é contínua e irreversível, e sua etiologia é multifatorial, envolvendo tanto fatores locais como sistêmicos, entre eles dieta, morfologia facial, distúrbios hormonais, osteoporose e uso de próteses (Van Sickels & Montgomery, 1984).

Nas últimas décadas, foram idealizadas novas técnicas reconstrutivas, como a fixação rígida de fraturas, enxerto de tecidos e cirurgias microscópicas. Em geral, estes procedimentos

foram direcionados à traumatologia e à reabilitação oncológica e, mais recentemente, aplicados a outras áreas da cirurgia bucal. (Joos & Kleinheinz, 2000).

A cirurgia pré-protética, com o objetivo de melhorar o uso de próteses, especialmente as totais, causava melhora temporária e não evitava a progressão da perda óssea, geralmente retrocedendo à condição original. Finalmente, foi a introdução do conceito de osteointegração, no Congresso de Toronto, em 1982, que revolucionou a terapia de indivíduos desdentados, abrindo novas opções no campo da cirurgia reconstrutiva pré-protética.

A remoção dos dentes resulta em atrofia óssea alveolar progressiva. Próteses muco-suportadas pressionam a mucosa e o rebordo alveolar remanescente de forma não fisiológica, agravando o problema. Esta atrofia pode ainda sofrer as conseqüências da redução da força mastigatória, com rápido decréscimo da densidade óssea. A cascata de fatores negativos resulta em intensa reabsorção e, muitas vezes, impossibilita o uso de dentaduras, particularmente nos casos de perda precoce dos dentes. Esta reabsorção é tridimensional, podendo nos casos extremos, levar a sérias descompensações na relação maxilo-mandibular, conduzindo a uma aparente classe III de Angle. Além disso, outros achados clínicos desfavoráveis são comuns: mucosa alveolar hiperplásica e inflamada, ausência de gengiva queratinizada, posicionamento superficial do forame mentoniano, entre outros. Esta associação resulta em ulcerações persistentes, neuralgias e mobilidade das próteses, tornando seu uso desconfortável, penoso e, por vezes, impossível (Van Sickels & Montgomery, 1984).

A inserção de implantes pode modificar esta seqüência de eventos deletérios, e, inclusive, prevenir a reabsorção óssea, já que o seu carregamento mecânico é benéfico ao osso que o suporta.

Boa estabilidade inicial, volume suficiente e qualidade óssea adequada são os 3 fatores importantes que influenciam o resultado clínico dos implantes dentários (Widmark et al., 1997).

Se nos primórdios da moderna implantodontia, os implantes eram instalados em locais de maior disponibilidade óssea, a reabilitação protética com exigências estéticas e funcionais modificaram esta conduta. Mesmo quando a altura é suficiente, a reabsorção óssea vestibular pode gerar um mau posicionamento do implante, com indesejável forma da coroa protética, comprometimento estético e dificuldade de higienização (van den Bergh et al., 1998). A reconstrução das bases ósseas e dos tecidos moles adjacentes assumiu a devida relevância e passou a ser considerada com freqüência no planejamento cirúrgico, principalmente da maxila desdentada (Meraw et al., 1999). Desta forma, evita-se a instalação de implantes aquém da situação ideal em razão de condições anatômicas desfavoráveis (Triplett & Schow, 1996).

A reconstrução óssea é um procedimento cirúrgico que envolve a transferência de tecido ósseo ou material aloplástico a um leito receptor deficiente e é regida por princípios biológicos como a osteogênese, a osteocondução e a osteoindução (Cypher & Grossman, 1996).

O osso autógeno é, ainda, o melhor material para esta finalidade. É considerado por muitos o “padrão ouro” entre as opções terapêuticas (van den Bergh et al., 1998; Greneveld et al., 1999). Perde muito de sua vitalidade celular no processo de

enxertia, mas fornece uma estrutura que se revasculariza e permite a osteointegração de implantes.

Entretanto, sua obtenção aumenta a morbidade do procedimento, já que requer cirurgia da área doadora e, em alguns casos, realização em âmbito hospitalar sob anestesia geral. Isto pode gerar medo e insegurança no paciente, que pode protelar ou recusar o tratamento necessário.

Soluções simplificadas e simplistas, como o emprego de osso alógeno e biomateriais, amplamente disponíveis, não suprem, ainda, as vantagens do osso autógeno e, embora tenham indicações específicas, não carregam todas as premissas biológicas para a osteointegração de implantes.

O sucesso dos enxertos ósseos autógenos pode ser considerado como a manutenção de volume de um tecido vital e responsivo. Depende de variáveis relativas ao hospedeiro, à área doadora e à técnica cirúrgica.

Boa condição de saúde, ausência de hábitos nocivos como o tabagismo e cuidados bucais intensivos tornam o paciente um bom candidato ao enxerto.

A seleção da área doadora, de responsabilidade do cirurgião, deve levar em consideração a indicação, o volume necessário e a anuência do paciente.

Por fim, a técnica cirúrgica deve respeitar rigorosamente os já consagrados fundamentos deste procedimento, como o preparo do leito, a adaptação e fixação do enxerto e seu adequado recobrimento, com a obediência rigorosa ao controle da infecção.

É a oferta de suprimento sangüíneo que garante a revascularização do tecido enxertado e sua incorporação e consolidação clínica (Phillips et al., 1992).

A forma macroscópica do enxerto é um outro fator a ser considerado. Nas situações em que é possível a escolha, a decisão pelo uso de enxerto em bloco ou particulado pode interferir no resultado e no tempo total do tratamento.

Os enxertos ósseos autógenos em forma de partículas, diferentemente dos enxertos em bloco, visam o preenchimento de cavidades e têm como desvantagem a falta de estabilidade de suas partículas, pelo que devem ser aprisionadas por paredes ósseas remanescentes ou por membranas que são aplicadas na técnica de regeneração óssea guiada.

A reconstituição óssea objetiva a restauração da aparência, do contorno e da função. Em implantodontia, o enxerto, após sua integração com o leito receptor, precisa além disso, suportar e manter a osteointegração dos implantes, além de resistir mecanicamente aos esforços impostos pelas próteses implanto-suportadas.

A revascularização do enxerto é considerada um fator crítico e indispensável ao seu sucesso. A incorporação e o remodelamento ósseo estão intrinsecamente relacionados ao processo de revascularização e a manutenção de seu volume depende da rapidez deste processo (Gordh, 1997). A revascularização depende da angiogênese proveniente do leito receptor, desencadeada pela ação de fatores de crescimento que resulta em crescimento de capilares e remodelação óssea.

Finalmente, este trabalho se justifica com o objetivo de investigar os mecanismos iniciais de reparação de enxertos ósseos autógenos em bloco e em partículas, buscando contribuir com os

cirurgiões nas decisões essenciais que definem o delicado tratamento de pacientes parcial ou totalmente desdentados.

Revisão da Literatura

Revisão da Literatura

Enxertos Ósseos

Cypher & Grossman, em 1996, definiram enxertos e seus princípios biológicos. Enxerto ósseo é o transplante de osso vivo de um sítio para outro. Transplante significa a transferência de células vivas, enquanto implante refere-se à transferência de tecido não vital ou de material aloplástico. Um enxerto pode ser autógeno ou isógeno quando a transferência ocorre no mesmo indivíduo ou entre gêmeos homozigotos. O enxerto ósseo alógeno é a transferência de tecido entre indivíduos de mesma espécie, enquanto o xenógeno é o transplante de tecido entre indivíduos de espécies diferentes.

De acordo com os mesmos autores, alguns princípios biológicos regem esta transferência de tecidos: osteogênese, osteocondução e osteoindução. A osteogênese é a formação de novo osso por osteoblastos e seus precursores transferidos com o enxerto. A osteocondução é a habilidade do enxerto em oferecer uma estrutura sobre a qual as células do leito podem proliferar e produzir novo osso. Possibilita o crescimento de vasos sangüíneos, a proliferação osteoblástica e a deposição óssea. A osteoindução é a ação que os fatores de crescimento exercem sobre as células mesenquimais indiferenciadas do leito receptor, as quais diferenciam-se em osteoblastos. O osso é uma fonte das mais ricas desses fatores. Alguns são produzidos pelas células ósseas (IGF – fator de crescimento tipo insulina; TGF – fator transformador de

crescimento; FGF – fator de crescimento de fibrolastos; PDGF – fator de crescimento derivado de plaquetas), enquanto há citocinas sintetizadas por outros tecidos (IL-1 – interleucina 1; TNFa – fator de necrose tumoral). Além disso, há fatores indutores de osteogênese, como a proteína óssea morfogenética (BMP).

Os autores citaram Axhausen que, em 1907, criou a expressão *creeping substitution* para definir o movimento de novo tecido através dos canais feitos pelos vasos sangüíneos que invadem o osso transplantado. Este processo descreve a reparação dinâmica e o processo reconstrutivo do osso transplantado. Este osso sofre degeneração e é substituído por novo osso.

Revascularização e Reparo do Enxerto Ósseo Autógeno

Mowlem, em 1963, analisando o comportamento de enxertos ósseos autógenos, diferenciou o cortical do esponjoso. O osso cortical torna-se uma massa inerte de osteócitos mortos em meio aos sistemas de Havers, sendo paulatinamente substituído por osso vital. O osso esponjoso leva consigo a capacidade osteogênica, que se manifesta em área receptora bem vascularizada, especialmente por suas células mais superficiais. A substituição também é estimulada, neste caso, pela atividade das células transplantadas e não por degeneração das mesmas células como no osso cortical. Além da sobrevivência inicial do enxerto, garantida por adequada vascularização, a manutenção do enxerto acontece quando submetido à solicitação funcional da área que o esteja recebendo. A falha do enxerto está intrinsecamente associada à sua inatividade. Para o autor, o osso é

um tecido de atividade celular intensa, capaz de resposta imediata à agressão e ao meio.

Trueta, em 1963, discutiu extensivamente a vascularização do tecido ósseo. Para o autor, a circulação sangüínea óssea não é impulsionada pelo coração apenas. O sistema sinusóide, existente entre arteríolas e vênulas na rígida matriz óssea causa estase sangüínea no sistema venoso que deixa o osso. A circulação óssea é impulsionada pelo tônus e contração muscular que ajudam a conduzir o sangue até o átrio direito. Desta forma, a ação muscular é o melhor método para manter um adequado suprimento sangüíneo aos ossos. Além disso, o mecanismo de aposição e reabsorção óssea está intimamente vinculado à circulação local, uma vez que a inatividade muscular causa engurgitamento venoso e reabsorção óssea. O autor cita uma possível substância, o fator de estimulação venosa (VSF) como um agente ativo sobre o sistema vascular e que causaria estimulação angioblástica. O processo de fratura óssea desencadeia migração de vasos dos tecidos moles vizinhos e do periósteo danificado em direção ao osso desvitalizado dos cotos da fratura, sugerindo a presença de um fator de estimulação vascular próximo e sobre o sítio da fratura. A aposição de novo osso, na forma de trabéculas provisórias, segue a mesma forma radiada da proliferação vascular. Quanto aos enxertos, o decaimento e a morte de osteoblastos e osteócitos induz os vasos do tecido receptor a produzir um fator de estimulação vascular. As células endoteliais têm a capacidade de transformação em osteoblastos, osteócitos e osteoclastos e, portanto, são responsáveis pelos mecanismos de aposição e reabsorção óssea.

Thompson & Casson (1970) realizaram estudo comparativo entre enxertos autógenos e homógenos preservados quanto a

vascularização, integração e reabsorção. Quatorze cães receberam enxertos sobre a maxila e a mandíbula. No lado esquerdo, os blocos de osso autógeno foram obtidos da crista do ilíaco, fixados por sutura em tecido mole na maxila e por fio de aço na mandíbula. Os animais foram divididos em duas séries. Na série 1, os enxertos não continham periósteo e a superfície esponjosa do enxerto foi colocada sobre o leito ósseo. Na série 2, os enxertos aplicados à maxila continham periósteo e os aplicados à mandíbula tinham a cortical voltada para o leito ósseo. Os enxertos homógenos preservados foram instalados no lado direito de maxila e mandíbula. Os autores observaram que a presença do periósteo do enxerto aumentou a velocidade de revascularização, além de aposição óssea nas primeiras semanas, com reabsorção tardia do enxerto. O posicionamento do osso esponjoso em contato com os tecidos moles da área receptora aumentou a velocidade de revascularização e a repopulação do enxerto por osteócitos. A sobrevivência do enxerto, entretanto, foi consideravelmente menor quando comparada à dos enxertos cuja superfície esponjosa ficou em contato com o leito ósseo. Os enxertos autógenos foram considerados superiores em relação aos homógenos, uma vez que estes desencadearam resposta imune e foram rápida e completamente absorvidos. Ao final do período de 1 ano, observou-se reabsorção generalizada dos enxertos. Para os autores, a osteogênese relacionada aos enxertos deve-se predominantemente à atividade das células enxertadas e à metaplasia de células do tecido conjuntivo receptor que invadem o enxerto.

A vascularização inicial de enxertos ósseos do tipo *onlay* foi investigada por Lozano et al., em 1976. Para tanto, utilizaram 56 ratos, divididos em 4 grupos. Os animais receberam enxerto da crista ilíaca, removidos com e sem periósteo, sobre a superfície

craniana, colocados tanto acima quanto abaixo do periósteo receptor e fixados por meio de sutura aos tecidos moles que recobriram estes enxertos. Dois animais de cada grupo foram sacrificados aos 1, 2, 3, 6, 10, 14 e 28 dias do período pós-operatório. Foram infundidos, via aorta, com uma suspensão de micropaque e gelatina em água, fixados em formalina tamponada e preparados para procedimentos laboratoriais. Os autores observaram que os referidos enxertos foram vascularizados a partir do terceiro dia. A presença ou ausência de periósteo trazido com o enxerto não interferiu no processo. Também não houve diferenças entre enxertos colocados sobre ou sob o periósteo receptor. A revascularização ocorreu por crescimento vascular. Possíveis fatores não controlados como alterações hormonais (calcitonina, hormônio do crescimento), além de hematomas, espaços mortos e falta de fixação interferiram na qualidade e quantidade de revascularização dos enxertos.

Em 1978, Nathanson comparou a revascularização de enxertos ósseos obtidos do úmero e da crista do ilíaco em defeitos artificiais criados na mandíbula de coelhos. Dezenove animais receberam enxertos de úmero e outros 14, da crista do ilíaco, fixados ao leito por amarrias de aço. O padrão e o crescimento vascular foram acompanhados em intervalos semanais até o final do primeiro mês. Os métodos de investigação foram microangiografia e microscopia de luz e fluorescência. Foi observada revascularização progressiva. A invasão dos vasos no enxerto ocorreu principalmente da região interfragmentária. O periósteo do enxerto umeral foi mais rápida e completamente revascularizado que o do ilíaco. Da segunda semana em diante, os vasos periosteais supriram os vasos intracorticais mais superficiais, do enxerto umeral de forma mais expressiva do que no ilíaco. Entretanto, após 4 semanas, a penetração de capilares era mais

abundante na medula do enxerto ilíaco. O autor observou estreita correlação entre osteogênese e revascularização no interior e ao redor dos enxertos.

Os inúmeros aspectos que regem o processo de reparo dos enxertos ósseos foram discutidos em 1978 por Burchardt & Enneking e por Cypher & Grossman, em 1996. Enxertos de osso cortical e esponjoso sofrem, nas primeiras duas semanas, eventos semelhantes. Inicialmente, forma-se um coágulo sangüíneo no leito receptor. No decorrer da primeira semana, expressa-se uma resposta inflamatória, com formação de botões vasculares. Surgem linfócitos, células plasmáticas, osteoclastos e pequenas quantidades de tecido conjuntivo fibroso, com células mono e multinucleadas envolvendo o enxerto. Na segunda semana, predomina um tecido de granulação, declina o número de células inflamatórias e aumenta a atividade osteoclástica. No interior do enxerto, ocorre a morte dos osteócitos, deixando vazias as lacunas. Células periféricas podem sobreviver, nutridas por difusão. Neste ponto, o reparo de enxertos esponjosos difere daqueles corticais, quer pela revascularização, quer pela substituição.

A revascularização do enxerto esponjoso ocorre nas primeiras horas, por anastomoses entre vasos do leito receptor e do enxerto e, especialmente, por angiogênese de vasos do leito receptor. Dependendo da espécie animal, um enxerto pode estar coberto por vasos em 2 dias e a revascularização pode estar completa em 2 semanas. Com a invasão vascular no enxerto de osso esponjoso, células mesenquimais indiferenciadas transformam-se em células osteogênicas e tanto enxerto quanto leito contribuem como fonte destas células. Essas células diferenciam-se em osteoblastos que passam a secretar osteóide junto às trabéculas ósseas, circundando núcleos de osso não vital. Estes

núcleos são removidos por osteoclastos. Simultaneamente, acumulam-se elementos de medula hematopoiética no interior do osso. Com o tempo, o enxerto de osso esponjoso é completamente reparado sendo o osso não vital totalmente substituído por novo osso. A maior diferença entre enxertos de osso esponjoso e osso cortical é a velocidade de revascularização. Em geral, o osso cortical não é penetrado por vasos sangüíneos antes do 6º dia e a completa revascularização ocorre após 1 ou 2 meses. Este atraso se deve ao fato de que a penetração vascular é precedida por atividade osteoclástica dos canais de Havers e Volkmann e posterior invasão de vasos sangüíneos. Quando a revascularização periférica do enxerto se completa, a do interior do enxerto se processa após a atividade osteoclástica-osteoblástica. Outra importante diferença entre enxerto esponjoso e cortical é que, neste último, a atividade osteoclástica suplanta a osteoblástica. Esta atividade alarga os canais de Havers e, só então, tem início a atividade osteoblástica. No osso cortical, convivem áreas de novo osso e osso não viável por longos períodos que podem se estender por anos. O reparo do enxerto cortical sofre ainda a influência da fisiologia esquelética e do metabolismo ósseo do hospedeiro. O reparo tem início na periferia e na junção com o leito e progride para o centro do enxerto e localiza-se preferencialmente no ósteon e não nas lamelas intersticiais.

Em 1980, Albrektsson estudou a revascularização e recirculação de enxertos ósseos autógenos. Definiu revascularização como sendo o crescimento de novos vasos a partir do leito receptor e recirculação como sendo as anastomoses entre vasos do leito e vasos pré-existentes do enxerto. Para tanto, instalou uma câmera de titânio para observações microscópicas *in vivo* do osso na tíbia de 10 coelhos. Depois, por meio de trefina, o conjunto câmera e osso circundante foi cortado em bloco, girado

e reinserido na mesma posição. O autor detectou que a circulação obtida originou-se principalmente às custas do crescimento de novos vasos a partir do leito receptor, que se iniciou entre 5 a 8 dias pós-enxertia. A completa revascularização foi observada no período de 18 a 21 dias. Aposição óssea também ocorreu neste período. Em 2 câmeras, observou-se anastomose vascular entre leito e enxerto, favorecendo rápida remodelação óssea. Para o autor, a revascularização é o principal meio de restabelecimento de fluxo sangüíneo no enxerto ósseo. A recirculação pode ocorrer sob condições bastante favoráveis. Neste caso, a remodelação tem início mais precoce – por volta de 1 semana – enquanto demora 3 semanas para ocorrer quando há somente revascularização.

Albrektsson (1980), usando um método microscópico de observação vital, com câmera de titânio, acompanhou as etapas do processo de reparação de enxertos ósseos autógenos esponjosos e corticais. O estudo foi realizado em 70 coelhos, nos quais uma câmera oca de titânio contendo 2 hastes de vidro separadas por 100 microns foi instalada na metáfise tibial. Osso e tecido vascular cresceram neste espaço após inserção da câmera. Em períodos de 6 a 12 semanas, a câmera e um colar de osso adjacente foram removidos por meio de trefina e recolocados no sítio original ou na tíbia contralateral do mesmo animal. O estudo microscópico vital pôde então ser realizado comparativamente à fase pré-cirúrgica, em intervalos regulares de 10 dias.

A maioria dos enxertos foi acompanhada entre 7 e 75 dias e alguns foram acompanhados por períodos de 8 a 12 meses. O osso analisado era tanto do tipo esponjoso quanto cortical. Os vasos sangüíneos que proliferaram após o procedimento de enxerto

foram classificados apenas de acordo com seu tamanho em pequenos (menor que 12 microns), intermediários (12-30 microns) ou grandes (maior que 30 microns). O autor considerou a revascularização completa quando a densidade da árvore vascular era a mesma antes e depois do procedimento cirúrgico.

No osso esponjoso, o crescimento vascular processou-se numa velocidade de 0,2 a 0,4 mm por dia. Após o 5º dia, a circulação sangüínea iniciou-se na forma de alças capilares que invadiram o tecido conjuntivo. Nos 10 dias seguintes, houve aumento gradual do número e do tamanho dos vasos, entre pequenos e médios. No 20º dia, o enxerto estava completamente vascularizado e a osteogênese tornou-se evidente. Na superfície das trabéculas, desenvolveu-se novo osso, aumentando a massa óssea. Anastomoses terminais entre vasos pré-existentes do enxerto e do leito receptor foram eventos isolados sob condições bastante favoráveis. Tecido gorduroso, presente em alguns enxertos, desaparecia com a ocorrência de revascularização.

No osso cortical, no qual canais pré-existentes foram revascularizados, a velocidade da proliferação vascular foi de 0,15 a 0,30 mm por dia, com remodelação óssea mais lenta. Vascularização completa aconteceu por volta do 30º dia. Aposição e reabsorção ocorreram simultaneamente. Pequenas cavidades no osso denso foram preenchidas por osso trabecular, enquanto novas cavidades eram criadas. Entre 35-40 dias, a fase osteogênica diminuiu e a reabsorção óssea dominou. Após 60 dias, nova fase osteogênica, mais intensa, manifestou-se. Os canais de Havers pré-existentes alargaram-se, enquanto outros foram gerados por reabsorção óssea. Um ou 2 vasos eram vistos no interior dos canais.

O autor afirmou que a plena vascularização é indispensável para que ocorra a remodelação óssea. Além disso, osso esponjoso é reparado primariamente por osteogênese, seguida tardiamente por reabsorção óssea. Osso cortical, ao contrário, passa primeiramente por eventos de reabsorção que criam cavidades no osso denso para que então ocorra osteogênese. O estímulo inicial para a reparação óssea, quer em estrutura esponjosa quer em cortical é o mesmo. Entretanto, não há espaço disponível para proliferação celular no osso denso e, neste caso, a reabsorção prevalece no período pós-enxertia. Nos enxertos pobremente vascularizados, o osso pode permanecer estruturalmente inalterado por vários meses.

Fonseca et al., em 1980, compararam a revascularização e a reparação de osso particulado de diferentes dimensões. O experimento foi realizado em 7 macacos. Um enxerto córtico-esponjoso foi obtido da crista do ilíaco e particulado em 2 tamanhos: 2x2x2mm e 5x5x2mm. O sítio receptor foi a cortical do corpo da mandíbula, exposta por tunelização muco-periosteal da região do canino até a área retro-molar. As partículas de tamanho pequeno foram condensadas de um lado e, as de maior tamanho, do outro lado da mandíbula. Os animais foram sacrificados nos períodos de 1, 2, 4, 8, 12 e 26 semanas. Um animal foi mantido como controle. Os espécimes foram analisados por microangiografia e análise histológica.

Observou-se formação precoce de osso subperiosteal e intensa resposta osteogênica em torno das partículas ósseas. Edema e inflamação também foram observados, com atividade osteoblástica e osteoclástica. Junto às partículas de grande tamanho, observou-se menor inflamação e crescimento capilar. A atividade osteoclástica e osteoblástica mostrou-se tardia. Após a

primeira semana, pouco osso avascular permanecia entre as partículas pequenas. Partículas maiores permaneceram parcialmente avasculares até a 4ª semana. De maneira geral, partículas pequenas foram mais rapidamente revascularizadas e exibiram maior atividade osteoclástica e, portanto, foram mais rápida e extensivamente reabsorvidas que as partículas de maior tamanho. Os autores afirmaram que enxertos ósseos particulados oferecem menos barreiras à difusão de fluidos e à proliferação vascular vinda do leito receptor.

Zins & Whitaker, em 1983, realizaram estudo experimental em 15 coelhos e 7 macacos para observar diferenças entre enxertos autógenos de origem endocondral (ilíaco) e membranosa (arco zigomático). O enxerto de crista do ilíaco, de natureza córtico-esponjosa e os de osso zigomático (cortical-esponjoso-cortical) foram colocados sobre o dorso nasal dos coelhos e sobre o crânio dos macacos. Usando corantes vitais, cefalogramas seriados e mensurações diretas dos enxertos, os autores observaram que a perda de volume do enxerto de origem endocondral foi 3 vezes superior ao de origem membranosa. Uma das hipóteses sugeridas pelos autores para explicar este resultado seria a diferença arquitetural de ambos, o que influenciaria diretamente a velocidade de revascularização. Quanto mais revascularizado o osso, maior sua resistência à reabsorção.

Zins & Kusiak, em 1984, investigaram a influência do leito receptor na manutenção do volume do enxerto. Lembraram que o esqueleto crânio-facial em desenvolvimento apresenta áreas de reabsorção e áreas de deposição. Compararam, então, os resultados de enxertos ósseos autógenos sobre ambas as áreas. O experimento foi realizado em 30 coelhos. Enxertos ósseos córtico-esponjosos, com periósteo, foram obtidos da crista do ilíaco e

aplicados sobre a superfície vestibular do ramo da mandíbula (área de reabsorção) e do corpo da mandíbula (área de deposição), bem como sobre a superfície do dorso nasal (área de deposição). Os enxertos foram colocados ora com a superfície esponjosa sobre o leito ósseo, ora na posição reversa e fixados por amarrias metálicas. Os animais foram sacrificados após 1, 2 e 3 meses. A perda volumétrica do enxerto foi menor nos casos em que o osso esponjoso foi colocado em contato direto com o osso receptor e quando a área receptora era de deposição. Os autores acreditavam que um enxerto, cuja superfície esponjosa estivesse em contato com os tecidos moles e a cortical voltada para o leito ósseo, seria mais rapidamente revascularizado. Por este motivo, questionaram a relação entre revascularização e manutenção do volume do enxerto.

A sobrevivência de enxertos ósseos autógenos de origem membranosa e endocondral e de enxerto homógeno descalcificado em animais jovens e adultos foi pesquisada em 1985, por Wilkes et al. Foram empregados coelhos, dos quais se obtiveram os enxertos da crista ilíaca (origem endocondral), com e sem periósteo, e do crânio (origem membranosa) e um enxerto homógeno de origem endocondral. O dorso nasal foi exposto e os 4 enxertos foram colocados sem fixação. Os animais foram sacrificados após 8 e 21 semanas. Todos os enxertos foram mensurados na instalação e no momento do sacrifício, além de serem submetidos a análise histológica.

Tanto em animais jovens quanto em adultos, o enxerto de origem membranosa apresentou maior taxa de sobrevivência, seguido pelo enxerto homógeno e, finalmente, pelo de origem endocondral. A manutenção do volume do primeiro também foi superior nos 2 grupos. A presença ou não de periósteo nos enxertos

de origem endocondral não apresentou diferenças significativas. Os autores observaram também uma sólida união entre enxertos de origem membranosa e leito receptor. Nos outros tipos, houve 26% de incidência de não união. A diferença de idade apenas foi significativa na sobrevivência de enxertos de origem endocondral, que declinou em animais maduros.

Os autores sugeriram que uma revascularização mais acelerada favoreceu maior sobrevivência do enxerto e atrasou sua reabsorção. A revascularização, entretanto, não seria o único fator determinante no processo de sobrevivência-reabsorção dos enxertos, pois aqueles cuja superfície esponjosa estivesse voltada para o periósteo revascularizariam mais rapidamente, porém sofreriam maior reabsorção.

Prolo & Rodrigo (1985) realizaram um trabalho de revisão acerca dos aspectos que envolvem os procedimentos e resultados da aplicação clínica dos enxertos ósseos. Entre outros, definiram enxertos autógenos, alógenos, xenógenos e isógenos. O sítio de enxertia também foi diferenciado em ortotópico (mesmo tecido) ou heterotópico (diferentes tecidos). Em sua opinião, um enxerto não infectado pode seguir um dos 3 caminhos:

1. tornar-se viável e adquirir, com o tempo, as características mecânicas, estéticas e biológicas do osso adjacente
2. pode ser parcial ou completamente reabsorvido, deixando desfiguramento, instabilidade e vulnerabilidade às estruturas adjacentes
3. pode ser seqüestrado, encapsulado e considerado um corpo estranho

Um enxerto ósseo com maior capacidade de desempenhar a primeira função é o enxerto ósseo autógeno fresco, sendo por isso considerado o “padrão ouro”. A incorporação do enxerto refere-se

ao processo de envelopamento e interdigitação do osso enxertado com novo osso depositado pelo hospedeiro. Os autores deram grande ênfase à responsabilidade dos cirurgiões e aos cuidados que devem ter na prática cirúrgica, observando:

1. não contaminação do enxerto
2. evitar prolongada exposição ao ar, solução salina e calor, para impedir a destruição de células vivas e BMP no interior do enxerto.
3. preparar cuidadosamente o leito receptor, de preferência com exposição da medula óssea, evitando o superaquecimento, o que causaria destruição de células
4. modelar o enxerto com o intuito de encaixá-lo o melhor possível no leito

Suas investigações resultaram no estabelecimento de 3 propriedades do tecido ósseo:

1. o osso remodela-se continuamente, a despeito da idade ou demanda fisiológica
2. em resposta à agressão, o osso regenera-se completa e perfeitamente, sem formação de cicatriz

O osso desenvolve-se em sítios extra-esqueléticos, mediante recrutamento e diferenciação de células mesenquimais indiferenciadas perivasculares, sob influência de BMP. A remodelação óssea é iniciada sob indução desta proteína e o processo recapitula a seqüência de eventos da embriogênese óssea.

Hardesty & Marsh (1990) compararam enxertos ósseos autógenos de origem membranosa e endocondral e estudaram a influência de fatores como morfologia e orientação em relação ao leito receptor. O estudo realizado em 46 coelhos, envolveu a obtenção de enxertos mono e bicorticais, de origem endocondral (crista do ilíaco) e membranosa (crânio), aplicados

subseqüentemente sobre o dorso nasal dos animais. Os blocos monocorticais foram aplicados ora com a superfície cortical contra o leito ósseo receptor, ora na posição contrária. Depois de 45 a 90 dias, os animais foram sacrificados e os espécimes foram submetidos a mensurações e análises de microscopia de fluorescência e histopatológica. Houve diferenças significativas relativamente à reabsorção óssea entre os enxertos de origem endocondral e membranosa, com superioridade deste. Os autores, no entanto, buscaram razões para explicar o fenômeno além da simples identidade embrionária. A maior densidade e espessura dos componentes cortical e esponjoso do osso membranoso afeta o processo de reabsorção, retendo maior volume e funcionado como substrato para osteogênese (osteocondução). A arquitetura óssea influenciaria a rapidez e a extensão da revascularização e, por conseguinte, a consolidação do enxerto.

A teoria de reparação do enxerto ósseo autógeno divide-se em 2 fases, de acordo com Bach et al. (1991). Originalmente descrita por Axhausen, em 1907, e modificada por Phemeister em 1914, a primeira resulta da transferência de osteoblastos da área doadora para a receptora – fase de osteogênese. A medula óssea esponjosa é uma fonte especialmente rica de pré-osteoblastos e osteoblastos. Numa segunda fase, a de osteocondução, ocorre a substituição do osso cortical enxertado por novo osso. Adicionalmente, estabelece-se uma rede vascular das margens da área receptora, trazendo células mesenquimais indiferenciadas, que se transformam em osteoblastos. Estes respondem a mediadores locais como fatores de crescimento, liberados quer do enxerto, quer do leito receptor. Esta é a fase de osteoindução.

Sullivan & Szwajkun, em 1991, compararam a revascularização de enxertos ósseos autógenos de origem

endocondral (crista do ilíaco) e de origem membranosa (calota craniana). Foram utilizados 30 ratos, divididos em 3 grupos. Os enxertos foram colocados subperiostealmente sobre o dorso nasal (leito receptor de origem membranosa) e sobre a tíbia (leito receptor de origem endocondral). No 1º grupo, os enxertos foram previamente descalcificados, no 2º, autoclavados e, no 3º , os enxertos eram frescos. Os espécimes foram obtidos aos 7 e 14 dias do dorso nasal e, aos 14 dias, da tíbia. A revascularização foi investigada, utilizando-se injeção intravasal de silicone. Enxertos endocondrais exibiram maior revascularização nos 3 grupos e nos 2 sítios. Não houve diferença significativa na revascularização de enxertos frescos e desmineralizados, mas os enxertos autoclavados praticamente não foram revascularizados. Os autores atribuíram a diferença de revascularização entre enxertos de origem endocondral e de origem membranosa à arquitetura óssea. Além disso, sugeriram que fatores quimiotáticos e angiogênicos preservados no osso descalcificado, mas destruídos no osso autoclavado, são ingredientes adicionais que facilitam a invasão vascular.

Pinholt et al. (1994) compararam a revascularização de enxertos ósseos de diferentes origens: membranosa (osso da calota craniana e mandíbula) e endocondral (tíbia e crista do ilíaco) obtidos de ratos isogênicos. Amostras dos 4 tipos de enxertos foram avaliadas quanto à proporção de osso esponjoso em relação à área total do enxerto. Os espécimes foram conservados em solução salina. Os animais receptores, também isogênicos, receberam os enxertos em bolsas criadas em músculo dorsal. Em 3 semanas, os animais foram sacrificados. A revascularização dos enxertos foi investigada por injeção de micro-esferas radioativas, tendo sido mais intensa nos enxertos de mandíbula e de ilíaco quando comparados com enxertos de calota craniana e tíbia.

Não foram observadas diferenças entre mandíbula e ilíaco, nem entre tíbia e calota. Segundo os autores, estes resultados contrariam a hipótese de que a origem embrionária produz diferenças na vascularização. Como o osso esponjoso revasculariza-se mais rapidamente que o cortical, mandíbula e ilíaco, com grandes espaços medulares, são mais precocemente vascularizados que ossos densos, como calota e tíbia, provando que a arquitetura óssea seria determinante para o processo.

A revascularização e a reabsorção de enxertos ósseos tipo *onlay* foram estudados por Chen et al. em 1994. Foram utilizados 32 coelhos. Cada animal recebeu 2 enxertos ósseos autógenos sobre o dorso nasal. Os blocos, de idênticas dimensões, foram obtidos da crista do osso ilíaco e da calota craniana e foram fixados por meio de parafusos, com a superfície esponjosa em contato com leito receptor. Os animais foram sacrificados nos tempos de 3, 10 e 70 dias. O enxerto de calota mostrou maior manutenção do volume que o do ilíaco. Houve maior atividade osteoclástica e revascularização do osso esponjoso de ambos os enxertos por volta do 10º dia, ao passo que mínima atividade foi observada no osso cortical. Os autores sugeriram que as diferenças arquiteturais, como uma cortical proporcionalmente mais espessa da calota, seriam responsáveis por variações na revascularização e reabsorção. Além disso, observaram menor perda de volume ósseo associada à fixação rígida por parafuso. Os autores inferiram que este tipo de fixação eliminaria o espaço entre enxerto e leito receptor, reduzindo a neovascularização do enxerto pela interface.

O efeito das perfurações corticais do leito e do enxerto na incorporação de enxertos ósseos foi objeto de estudo realizado por Alberius *et al*., em 1996. Foram empregados 12 ratos, que

receberam enxertos ósseos isógenos bicorticais oriundos do fêmur e da tíbia sobre as tíbias direita e esquerda. Em um lado, tanto o leito quanto o enxerto, em sua cortical interna, receberam perfurações. No outro lado, apenas o leito foi perfurado. Seis animais foram sacrificados após 4 semanas e o restante, após 20 semanas. Os espécimes foram submetidos a análise histológica e imuno-histoquímica. Nos espécimes perfurados, houve aumento local da incorporação óssea do enxerto, além de corticalização da medula óssea, favorecendo a estabilidade mecânica. Não houve diferenças na manutenção do volume dos 2 grupos. Os autores alertaram para a importância do diâmetro da broca com que realizaram perfurações dessa natureza. Um diâmetro grande favoreceria mais comunicações celulares antes da obliteração óssea, porém poderia provocar fraturas entre as perfurações ou o colapso do enxerto.

Ozaki & Buchman (1998) investigaram a manutenção de volume de enxertos ósseos, comparando-os quanto à origem embriológica e micro-arquitetura. Vinte e cinco coelhos foram empregados no estudo. O enxerto de osso membranoso foi obtido do corpo da mandíbula e o de origem endocondral foi obtido da crista ilíaca. O enxerto de ilíaco foi separado em porções cortical e esponjosa. A área receptora foi a calota craniana e os 3 enxertos foram posicionados e imobilizados apenas pelo retalho periosteal. Os animais foram sacrificados em períodos de 3, 8 e 16 semanas. Os espécimes foram submetidos a análises tomográficas e histológicas. Houve maior reabsorção do osso esponjoso em relação aos corticais de ambas as origens. Não se observaram diferenças entre os enxertos corticais. A revascularização ocorreu em todos os enxertos. Os autores concluíram que o osso autógeno cortical é um material de enxerto de qualidade superior, independentemente de sua origem embriológica.

Block et al., em 1998, em trabalho sobre enxertos no assoalho do seio maxilar, afirmaram que o osso autógeno esponjoso contém osteoblastos endosteais que podem sobreviver ao processo de transplante e produzir osso, desde que a manipulação cirúrgica seja adequada. O bloco córtico-esponjoso oferece osteoblastos e fatores de crescimento, além da estrutura rígida, usualmente necessária para a inserção imediata de implantes. Entretanto, a porção cortical revasculariza-se lentamente. A reparação dos enxertos ósseos, de acordo com os autores, segue o curso dos eventos que culminam na remodelação óssea. Depois de 6 meses, os enxertos ficam aptos a receber carga mecânica.

Carvalho, em 2001, investigou a neoformação óssea, a manutenção volumétrica e a revascularização em enxertos ósseos autógenos perfurados ou não perfurados, de origem endocondral e membranosa e de micro-arquitetura semelhantes. Para tanto, foram empregados 14 coelhos que receberam 4 enxertos cada, sendo 2 oriundos da tíbia e 2 do osso frontal sobre a calota craniana. Um enxerto da tíbia e o outro do frontal foram perfurados. Os animais foram sacrificados aos 30 e 60 dias. No período de 30 dias, observou-se que as perfurações favoreceram a neoformação óssea. Não houve diferenças entre os enxertos quanto à neoformação óssea ou à manutenção de volume devido a diferenças de origem embriológica. Entretanto, a revascularização foi superior nos espécimes perfurados e não perfurados de origem endocondral.

Pallesen et al., em 2002, estudaram a influência do tamanho da partícula de enxerto ósseo autógeno nos estágios iniciais da regeneração óssea, por meio de análise histológica e estereológica em crânio de coelhos. Para tanto, removeram 4 blocos bicorticais do crânio de 15 coelhos. Três desses blocos foram

particulados em moedor de osso e as partículas resultantes apresentaram volume de 0,5 a 2 mm^3. O quarto bloco foi dividido em 4 partes, com volume aproximado de 10 mm^3. Uma membrana de politetrafluoretileno expandido foi aplicada sobre a dura-máter.

Três dos 4 defeitos foram preenchidos aleatoriamente com partículas de tamanho pequeno ou com partículas de tamanho grande. O quarto defeito, não preenchido, serviu como controle. Todos os defeitos foram cobertos pela mesma membrana. Os 15 animais foram divididos em 3 grupos, sacrificados em 1, 2 e 4 semanas após o procedimento cirúrgico. Os espécimes foram submetidos a análise histológica e estereológica. O volume total de novo osso formado nos defeitos preenchidos com partículas pequenas foi maior e mais maduro quando comparado àquele formado nos defeitos preenchidos com partículas grandes, nos períodos de 2 e 4 semanas. A reabsorção de pequenas partículas foi mais pronunciada após 4 semanas, comprovando um maior nível de substituição óssea em relação às partículas maiores. Não houve diferenças significativas na superfície vascular total entre os 3 grupos. O novo osso formou-se a partir do leito receptor. Os autores sugeriram que estas diferenças devem-se à maior superfície de contato no caso de partículas pequenas, que liberariam uma maior quantidade de fatores de crescimento ou de diferenciação.

Em 2003, Luppino investigou a reparação de cavidades ósseas pelo uso de raspas de osso autógeno cortical. Utilizando 4 cães, criou cavidades no corpo da mandíbula, que foram preenchidas por coágulo sangüíneo (controle) ou por partículas de osso obtidas por raspagem de osso do corpo da mandíbula. Os animais foram sacrificados após 120 dias.

As cavidades preenchidas com partículas ósseas apresentaram neoformação óssea completa, com reabsorção

preponderante das partículas, enquanto as poucas remanescentes permaneceram incrustadas no interior do osso neoformado. O grupo controle exibiu reparação parcial no mesmo período. O autor concluiu que as partículas contribuíram para a reparação óssea, especialmente por suas propriedades osteoindutivas.

Coradazzi (2003) avaliou a reparação de cavidades em tíbia de coelhos, preenchidas com coágulo, osso triturado ou macerado ósseo, coletado durante brocagem óssea. Os animais foram sacrificados em períodos de 7, 15 e 30 dias e os espécimes foram submetidos a análise histológica e histométrica.

As cavidades preenchidas com osso triturado ou com osso coletado exibiram neoformação óssea qualitativa e quantitativamente superior às do grupo controle, embora sem significância estatística. Ao final do período, as partículas de osso triturado, maiores que as do osso coletado, não haviam sido extensamente reabsorvidas, ao contrário do macerado ósseo.

Preparo do Leito Receptor

A incorporação de enxerto ósseo sobre leito receptor perfurado foi estudada por Gordh *et al*., em 1997. Enxertos isógenos de tíbia e fêmur foram aplicados sobre as tíbias de 22 ratos. Os animais foram separados em 4 grupos, variando a superfície cortical ou medular contra sítios receptores perfurados ou não. Os animais foram sacrificados em 4 e 20 semanas e as áreas enxertadas foram submetidas a análise histológica e imuno-histoquímica.

A perfuração do leito propiciou migração da medula óssea receptora para o interior do enxerto, diminuindo a perda volumétrica do mesmo. Quando a porção cortical do enxerto foi aplicada sobre o leito, observou-se maior remodelação do osso cortical do enxerto e deposição de osso lamelar marginal, selando a porção medular dos enxertos.

Os autores constataram ainda que, em todos os animais cuja porção cortical do enxerto foi colocada contra leito não perfurado, houve rápida incorporação dos mesmos. A redução em altura foi atribuída a um colapso estrutural dos enxertos e não a uma possível reabsorção.

Carvalho et al., em 2000, investigaram a influência do preparo do leito receptor na incorporação de enxertos ósseos autógenos. Foram empregados 6 cães, nos quais enxertos ósseos em bloco foram obtidos da mandíbula, região de molares, e transplantados para a superfície vestibular da região de premolares. O leito receptor apresentou 3 variações: sem preparo, com perfurações e descorticalizado. Três animais foram sacrificados aos 45 dias e outros 3, aos 90 dias. Os espécimes foram submetidos a avaliação histológica. Houve integração dos enxertos aos leitos perfurados e, em especial, aos descorticalizados. Entre o enxerto e o leito não preparado, houve formação preponderante de tecido conjuntivo, sem incorporação do enxerto. Os autores sugeriram que a integração dos enxertos nos leitos preparados ocorreu devido à rápida revascularização, que manteve a vitalidade dos mesmos. Além disso, a formação de tecido conjuntivo na interface seria também resultado da falta de perfeita adaptação entre enxerto e área receptora.

Influência da Fixação na Incorporação do Enxerto Ósseo Autógeno

Phillips & Rahn (1988) estudaram os efeitos da fixação rígida na reabsorção de enxertos ósseos autógenos de origem membranosa e endocondral. O experimento foi realizado em 10 ovelhas. Enxertos de tamanhos idênticos foram colhidos da calota craniana (membranoso) e da costela (endocondral). Ambos os enxertos foram adaptados ao corpo da mandíbula, bilateralmente. De um lado, foram fixados por parafusos e, do outro, apenas pelo reposicionamento de retalho muco-periosteal. Os animais foram sacrificados após 20 semanas. Os espécimes foram submetidos a mensurações e análise de micro-radiografias. O volume dos enxertos fixados foi significativamente maior, especialmente nos de origem membranosa. Segundo os autores, o enxerto não fixado está sujeito a movimento entre os tecidos moles, de um lado e o leito receptor, de outro. Se o movimento ocorre, existe a possibilidade de que o esforço sobre os tecidos recém-formados em áreas de reabsorção seja muito intenso para permitir a formação de novo tecido ósseo. As porções reabsorvidas do enxerto, em processo de revascularização, não são substituídas por novo osso.

Os efeitos da fixação esquelética rígida sobre os enxertos ósseos autógenos foram objeto de investigação de LaTrenta et al., em 1989. Vinte cães foram utilizados neste estudo. Os enxertos foram obtidos da crista do ilíaco (endocondral) e do arco zigomático (membranoso) e aplicados em posição *onlay* em superfícies de aposição óssea (corpo da mandíbula) e superfícies de reabsorção (região anterior de maxila). Em posição *inlay*, foram instalados enxertos na região posterior do arco zigomático, após

adequada osteotomia do leito. Os blocos ósseos foram fixados por meio de amarrias metálicas de aço, parafusos ou mini-placas com parafusos, sendo as duas últimas formas consideradas fixações rígidas. Transcorridas 16 semanas, as áreas enxertadas foram removidas e submetidas a mensurações, micro-radiografias e análises por microscopia de fluorescência e histológica. A fixação interna rígida favoreceu maior manutenção do volume do enxerto ósseo, independentemente da sua origem embrionária ou do leito receptor. Os enxertos do tipo *inlay* mantiveram maior volume do que os do tipo *onlay*. A união enxerto-leito receptor era constituída por tecido ósseo na fixação rígida, enquanto na fixação por fio houve predomínio da união fibrosa. Para os autores, a completa imobilização favoreceu a revascularização mais rápida, o que seria uma importante razão para o melhor resultado. A maior superfície de contato com um leito vascularizado nos enxertos tipo *inlay* justificaria a maior manutenção de seu volume se comparado aos do tipo *onlay*.

Lin et al., em 1990, investigaram os efeitos da fixação rígida sobre os enxertos ósseos do tipo *onlay*. Utilizaram 44 coelhos neste estudo. Foram obtidos 2 enxertos de crista do ilíaco, um da superfície cortical e outro da superfície esponjosa (endocondral) e outros 2 enxertos de espessura total da calota craniana (membranoso). Os animais foram divididos em 2 grupos de acordo com o leito receptor: dorso nasal (não sujeito a movimento) ou fêmur (sujeito a movimento). Em cada sítio, 2 enxertos foram fixados rigidamente (1 endocondral e 1 membranoso) e outros 2 foram fixados de forma não rígida (1 endocondral e 1 membranoso). Os animais foram sacrificados depois de 5 e 14 semanas. A fixação rígida interferiu positivamente na manutenção do volume do enxerto na área do fêmur, sujeita a movimento. No dorso nasal, o osso membranoso foi superior ao endocondral, com ou sem

fixação. A revascularização, avaliada aos 3, 7 e 14 dias, não sofreu interferência do tipo de fixação. Neovascularização foi observada já aos 3 dias e de forma consistente aos 7 dias. O crescimento vascular ocorreu dos tecidos moles circunvizinhos para a porção esponjosa do enxerto, sem crescimento vascular no denso osso cortical. A diferença observada entre enxertos fixados e não fixados foi a presença de vasos penetrando o enxerto através da perfuração criada pela broca e em torno do parafuso nos espécimes fixados.

Em 1990, Phillips & Rahn pesquisaram a relação entre reabsorção óssea, revascularização e fixação do enxerto. Foram obtidos blocos ósseos de origem membranosa (osso parietal) e de origem endocondral (costela) de 20 ovelhas, todos contendo uma superfície cortical e uma esponjosa. Os enxertos foram transplantados para ambos os lados do corpo da mandíbula dos animais. Parte dos blocos foi fixada ao leito receptor por meio de 2 parafusos, enquanto os demais foram apenas posicionados. Todos foram colocados com a superfície esponjosa contra o leito receptor. Dez animais foram observados por períodos de 2 semanas e outros 10 por 20 semanas. Depois de 2 semanas, o osso fixado de origem membranosa demonstrou maior área de revascularização quando comparado ao não fixado. O oposto foi observado em relação ao osso de origem endocondral, uma vez que os blocos não fixados é que exibiram revascularização mais extensa. Para os autores, uma possível explicação estaria na maior exposição da superfície esponjosa do osso de origem endocondral, que seria mais importante do que os efeitos negativos das forças de cisalhamento originadas pela micromovimentação. O osso membranoso, mais cortical, dependeria da revascularização através dos canais de Havers pré-existentes. Este fenômeno seria mais sensível ao movimento.

Para facilidade de visualização e rapidez de consulta, todos os trabalhos citados neste capítulo foram resumidos no quadro a seguir, em ordem cronológica.

AUTOR	ANO	METODOLOGIA	PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSÕES
Mowlem	1963	Trabalho de revisão	· O enxerto ósseo esponjoso mantém capacidade osteogênica se bem vascularizado. O cortical transforma-se em massa inerte de osteócitos mortos, sendo paulatinamente substituído por osso vital
Trueta	1963	Trabalho de revisão	· A morte de células enxertadas induz a produção de um fator de estimulação vascular
Thompson & Casson	1970	Enxertos autógenos e homógenos em maxila e mandíbula de cães; seguimento até 1 ano	· A presença de periósteo no enxerto aumenta a velocidade de revascularização, a posição óssea e retarda a reabsorção · O contato do osso esponjoso com os tecidos moles aumenta a velocidade, a revascularização e a repopulação do enxerto, mas também sua reabsorção · A superfície esponjosa em contato com o leito ósseo torna a reabsorção mais lenta
Lozano *et al*	1976	Enxertos de crista do ilíaco com e sem periósteo em crânios de ratos; seguimento até 28 dias	· A revascularização ocorreu no 3º. dia · Presença ou ausência de periósteo não interferiu no processo · Múltiplos fatores interferem na qualidade e quantidade de revascularização do enxerto
Nathanson	1978	Enxertos de úmero e de crista ilíaca em mandíbula de coelhos, seguimento até 30 dias	· Invasão de vasos no enxerto ocorreu a partir da região interfragmentária · Periósteo umeral foi revascularizado mais rapidamente · Após 4 semanas, a penetração vascular era mais abundante na medula do enxerto ilíaco · Estreita correlação entre revascularização e osteogênese
Burchardt & Enneking	1978	Trabalho de revisão	· Enxerto esponjoso: rápida revascularização; diferenciação de células precursoras em osteoblastos e início de osteogênese; remoção de osso não vital por osteoclastos · Enxerto cortical: lenta revascularização, precedida por reabsorção osteoclástica através dos canais de Havers e Volkmann; o reparo tem início junto ao leito receptor e progride para o centro do enxerto
Albrektsson	1980a	Observações “in vivo” em tíbia de coelhos	· Revascularização completa-se em 21 dias, a partir de vasos do leito receptor, com aposição óssea simultânea

Albrektsson	1980b	Observações "in vivo" em tíbia de coelhos; seguimento até 1 ano	· Enxerto esponjoso: repara primariamente por osteogênese, seguida tardiamente por reabsorção óssea · Enxerto cortical: sofre, primeiramente, eventos de reabsorção que criam cavidades no osso denso, para que ocorra a osteogênese posterior · Enxertos pobremente vascularizados podem permanecer inalterados indefinidamente em forma e volume
Fonseca et al.	1980	Enxerto em partículas (pequenas e grandes) em mandíbulas de macacos; seguimento até 26 semanas	· Partículas pequenas: rápida revascularização ao seu redor, com extensa e rápida reabsorção osteoclástica · Partículas grandes: menor inflamação e crescimento capilar; atividade osteoblástica e osteoclástica tardias · Enxertos em partículas oferecem menos barreiras à difusão de fluidos e à proliferação vascular vinda do leito
Zins & Whitaker	1983	Enxertos de origem endocondral e membranosa em coelhos e macacos	· Enxerto de osso endocondral exibe perda de volume 3 vezes superior ao membranoso, devido às diferenças arquiteturais · Quanto mais revascularizado um enxerto, mais resistente será à reabsorção
Zins & Kusiak	1984	Enxertos de osso ilíaco em áreas de reabsorção e de deposição de mandíbula e em dorso nasal coelhos; seguimento até 3 meses	· Maior manutenção do volume ósseo quando o osso esponjoso foi colocado em contato com leito ósseo e quando a área receptora era de deposição. · Questionada a relação entre revascularização e manutenção do volume
Wilkes et al.	1985	Enxertos de crista do ilíaco com e sem periósteo, da calota e homógeno endocondral em dorso nasal de coelhos jovens e adultos; seguimento até 21 semanas	· Enxerto de origem membranosa apresentou maior vitalidade, volume e união com o leito que o endocondral · Menor vitalidade de enxertos endocondrais em animais adultos · Quanto maior a revascularização, maior a vitalidade do enxerto e menor a sua reabsorção. A reabsorção foi maior em enxertos com a esponjosa voltada para os tecidos moles, que revascularizaram mais rapidamente
Prolo & Rodrigo	1985	Trabalho de revisão	· Um enxerto não infectado pode seguir 3 caminhos: · Ser incorporado e adquirir as características da área receptora · Ser parcial ou totalmente reabsorvido · Ser seqüestrado
Phillips & Rahn	1988	Enxertos membranosos e endocondrais em mandíbula de ovelhas, com e sem fixação; seguimento até 20 semanas	· Maior manutenção de volume nos espécimes fixados, especialmente nos membranosos · Micromovimentações impedem neoformação óssea

La Trenta et al.	1989	Enxertos endocondrais e membranosos *inlay* e *onlay* sobre maxila e mandíbula de cães, fixados de forma não rígida e rígida; seguimento de até 16 semanas	· Maior manutenção de volume na fixação rígida e nos enxertos *inlay*, com interface enxerto-leito constituída de tecido ósseo · Na fixação por fio, houve predomínio da união fibrosa · Completa imobilização favorece a revascularização · Maior contato com leito ósseo vascularizado favorece maior volume do *inlay*
Lin et al.	1990	Enxertos endocondrais (cortical e esponjoso) e membranosos sobre dorso nasal e fêmur de coelhos; seguimento até 14 semanas	· Maior volume ósseo com fixação rígida em áreas de movimento (fêmur) e no dorso nasal · Maior volume do enxerto de osso membranoso, independentemente do tipo de fixação · A revascularização não sofreu interferência do tipo de fixação · Presença de vasos penetrando o enxerto através da perfuração da broca para instalação de parafuso de fixação
Phillips & Rahn	1990	Enxertos de origem endocondral e membranosa em mandíbula de ovelhas com e sem fixação rígida; seguimento até 20 semanas	· Enxerto membranoso fixado e endocondral não exibiram maiores áreas de revascularização · Osso esponjoso não seria vulnerável à micromovimentação como o denso osso cortical, cuja revascularização depende da invasão dos canais vasculares pré-existentes
Hardesty & Marsch	1990	Enxertos mono e bicorticais de origem endocondral e membranosa sobre dorso nasal de coelhos; monocorticais com esponjosa voltada para o leito ou tecidos moles; seguimento até 90 dias	· Osso membranoso apresentou menor reabsorção por diferença arquitetural com o endocondral · Osso membranoso oferece maior substrato para osteogênese
Bach et al.	1991	Trabalho de revisão	· Osteogênese; ocorre por produção de osso realizada por células transplantadas · Osteocondução: acontece pelo estabelecimento de uma rede vascular e substituição do osso enxertado por novo osso · Osteoindução: células precursoras diferenciam-se em osteoblastos em resposta a fatores de crescimento oriundos do enxerto e área receptora
Sullivan & Szwajkun	1991	Enxertos endocondrais e membranosos descalcificados, autoclavados e frescos em dorso nasal e tíbia de ratos; seguimento até 14 dias	· Enxertos endocondrais revascularizaram mais nos 3 grupos devido a diferenças arquiteturais
Pinholt et al.	1994	Enxertos endocondrais (tíbia e crista ilíaca) e membranosos (calota craniana e mandíbula) em bolsas no interior de músculos dorsais de ratos: seguimento até 3 semanas	· Revascularização mais intensa em enxertos de mandíbula e ilíaco, contrariando a relação entre revascularização e origem embrionária · Osso esponjoso revasculariza-se mais rapidamente e mandíbula e ilíaco são mais ricos em espaço medulares

Chen et al.	1994	Enxertos de osso endocondral e membranoso em dorso nasal de coelhos; fixação rígida e esponjoso voltado para o leito; seguimento até 6 semanas	· Enxerto membranoso apresentou maior volume · Esponjoso de ambos os tipos demonstrou maior revascularização e atividade osteoclástica · Menor perda óssea na área do parafuso de fixação · Diferenças arquiteturais
Alberius *et al*.	1996	Enxertos isógenos bicorticais de fêmur e tíbia sobre tíbia de ratos, com perfuração ou não do leito receptor; seguimento até 20 semanas	· Aumento da incorporação óssea nos espécimes com perfurações de enxerto e leito · Corticalização da medula óssea
Cypher & Grossman	1996	Trabalho de revisão	· Fases da incorporação do enxerto · Esponjoso: essencialmente osteoblástica: inicialmente, ocorrem osteogênese por células sobreviventes do enxerto, degeneração da medula óssea e tecido de granulação, revascularização e osteoindução; posteriormente, osteocondução e incorporação do enxerto; osteoblastos circundam trabéculas necróticas e depositam novo osso; remodelação prossegue até substituição total · Cortical: essencialmente osteoclástica; incorporação mais lenta devido à arquitetura densa; inicialmente ocorre reabsorção, com invasão dos canais de Havers e Volkmann; a deposição óssea ocorre tardiamente
Gordh *et al*.	1997	Enxertos ósseos isógenos de tíbia e fêmur sobre tíbia de ratos com e sem perfuração do leito, variando a posição cortical ou medular do enxerto; seguimento até 20 semanas	· Migração da medula nos espécimes perfurados, com menor perda de volume · Porção cortical do enxerto contra leito resultou mais favorável em leitos com e sem perfuração · Redução em altura foi devido a colapso estrutural do enxerto
Ozaki & Buchman	1998	Trabalho de revisão	· Maior reabsorção de osso esponjoso de ambas as origens do que osso cortical · Não há diferenças entre corticais de ambas as origens
Block et al.	1998	Trabalho de revisão	· Blocos córtico-esponjosos oferecem células osteogênicas, fatores de crescimento e estrutura rígida, com lenta revascularização da porção cortical
Carvalho et al.	2000	Enxertos em bloco sobre mandíbula de cães; seguimento até 90 dias	· Integração dos enxertos aos leitos perfurados e, em especial, aos descorticalizados · Formação de tecido conjuntivo entre leito não preparado e enxerto · Revascularização possível nos leitos preparados viabilizou a incorporação dos enxertos · Falta de adaptação enxerto-leito causa falha na incorporação

Carvalho	2001	Enxertos em bloco perfurados e não perfurados, oriundos de tíbia e frontal, sobre calota craniana de coelhos; seguimento até 60 dias	· Maior revascularização dos espécimes perfurados e não perfurados de origem endocondral · As perfurações favoreceram a neoformação óssea na observação de 30 dias · A origem embriológica *per se* não interferiu na neoformação óssea ou na manutenção de volume dos enxertos
Pallensen et al.	2002	Enxerto em partículas (pequenas e grandes) e coágulo em defeitos na calota craniana de coelhos; seguimento até 4 semanas	· Volume total de novo osso formado nos defeitos preenchidos com partículas pequenas foi maior e constituído de osso mais maduro · Reabsorção de pequenas partículas foi mais pronunciada, com maior nível de substituição · Não houve diferenças na superfície vascular dos 3 grupos · Maior superfície de contato nas partículas pequenas
Luppino	2003	Preenchimento de cavidades ósseas em mandíbula de cães com coágulo ou raspas de osso; seguimento 120 dias	· Cavidades preenchidas com raspas de osso apresentaram neoformação óssea completa, com reabsorção quase completa das partículas · Grupo controle exibiu reparação parcial
Coradazzi	2003	Preenchimento de cavidades com coágulo, osso triturado ou macerado ósseo em cavidades em tíbia de coelho; seguimento até 30 dias	· As cavidades preenchidas com osso triturado ou macerado ósseo apresentaram neoformação óssea superior quantitativa e qualitativamente em comparação às preenchidas com coágulo · O osso triturado não exibiu intensa reabsorção das partículas como o macerado

Proposição

Proposição

O objetivo deste trabalho foi investigar, em mandíbula de cães, os fenômenos iniciais de reparação dos enxertos ósseos autógenos corticais em bloco e em partículas, por meio de avaliação microscópica.

Material e Métodos

Material e Métodos

Modelo Experimental

Foram utilizados 6 cães machos, adultos, sem raça definida, com peso variando entre 13 e 17 quilogramas, em bom estado de saúde. Os animais eram provenientes do canil do Centro de Bioterismo da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Previamente à cirurgia, os cães foram mantidos em jejum por 12 horas, recebendo água à vontade. No preparo pré-cirúrgico, foram pesados e sedados com uma associação de cloridrato de xilazina a 2% (Rompum® - Bayer do Brasil, Ind. Quim. S/A Prod. Veterinários), na dose de 1mg/kg de peso e tartarato de butorfanol a 10 mg/ml (Torbugesic® - Fort Dodge Saúde Animal LTDA) na dose de 0,2 mg/kg de peso, por via intramuscular. Depois de sedados, os cães receberam indução e manutenção anestésica, utilizando-se punção da veia cefálica direita e administração de tiopental sódico a 2% (Tiopental® Pó estéril de 0,5g– Cristália Prod. Quim. Farmacêuticos LTDA) na dose de 10 mg/kg de peso.

Após o procedimento cirúrgico, os animais foram mantidos em baias individuais para recuperação pós-anestésica, nas quais permaneceram até o final do experimento. Receberam medicação analgésica, utilizando-se cetoprofeno (Ketofen® - Merial Saúde Animal LTDA), na dose de 2 mg/kg de peso, 2 vezes por dia, durante 4 dias, além do antibiótico enrofloxacina 10%

(Baytril 10%® - Bayer do Brasil, Ind. Quim. S/A Prod. Veterinários), na dose de 5 mg/kg de peso, uma vez por dia, durante 4 dias, ambos por via intramuscular. Foram rigorosamente observados por todo período pós-operatório, podendo se alimentar com a ração padronizada do canil. Os animais foram divididos em 2 grupos de acordo com o período de sacrifício, de 7 e 14 dias após o procedimento cirúrgico. Três cães foram sacrificados 7 dias após o experimento e 3, após 14 dias.

Intervenção Cirúrgica

Uma vez anestesiado, o animal foi submetido à tricotomia das regiões submentoniana e submandibular para, em seguida, proceder-se à anti-sepsia com gaze embebida em polivinilpirrolidona (fig. 1). A área a ser operada foi delimitada por campo fenestrado estéril. Optou-se pela abordagem cirúrgica extrabucal. Desta forma, a incisão por planos foi realizada sobre a borda inferior da mandíbula, estendendo-se da região do ângulo da mandíbula até a região de caninos. Após incisão dos planos cutâneo e muscular, o periósteo foi firmemente seccionado para, em seguida, ser amplamente divulsionado da base e da superfície óssea vestibular (fig. 2).

Figura 1 - Tricotomia e anti-sepsia das regiões submentoniana e submandibular

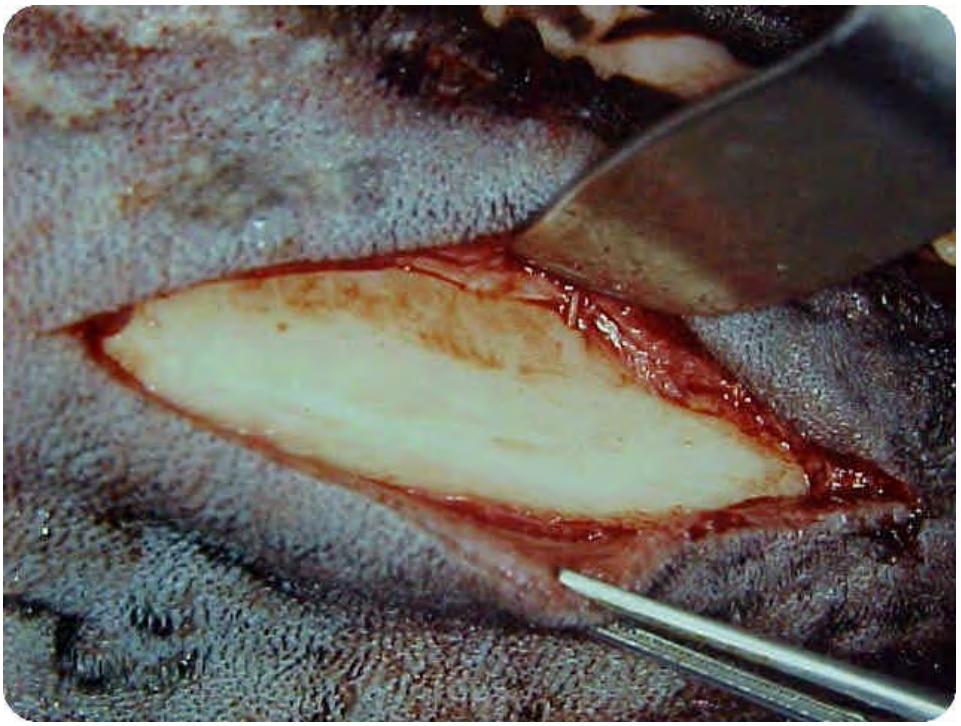


Figura 2 – Exposição da base e superfície óssea vestibular da mandíbula, após incisão e divulsão dos tecidos moles

Obtenção do Enxerto Ósseo em Partículas

As partículas ósseas foram obtidas na base da mandíbula utilizando-se um raspador ósseo descartável (Neodent®), por meio de movimentos manuais de raspagem no sentido póstero-anterior, (fig. 3). Uma vez colhido, o osso foi mantido úmido em solução fisiológica estéril, em cubeta de vidro tampado, até o momento de sua utilização.

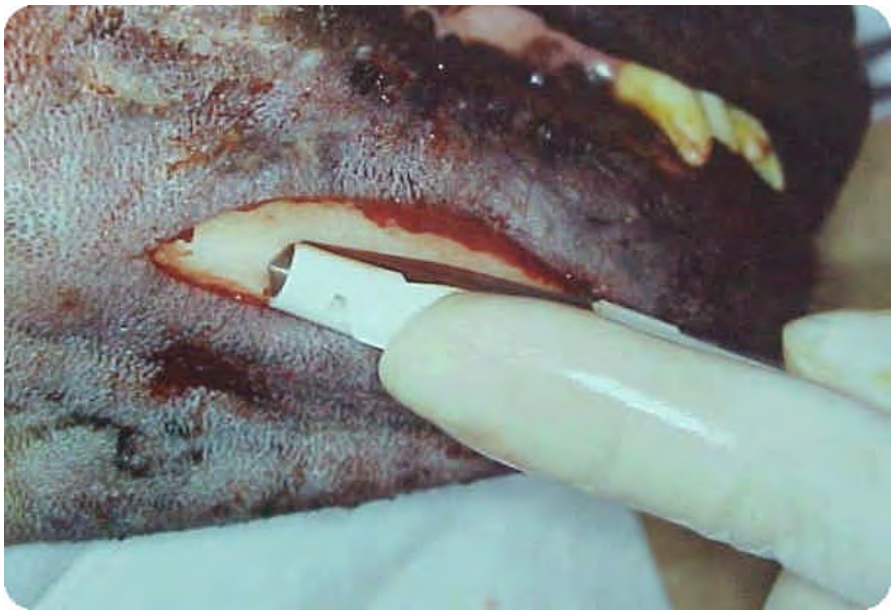


Figura 3 – Obtenção do osso particulado por meio de raspagem da base da mandíbula

Obtenção do Enxerto Ósseo em Bloco

O enxerto em bloco foi obtido da região imediatamente posterior aos forames mentonianos, utilizando-se trefina de 8 mm de diâmetro, montadas em caneta reta de baixa rotação (fig. 4). A osteotomia, sob intensa irrigação de solução fisiológica estéril, foi realizada até a percepção de região de menor resistência que corresponderia ao osso esponjoso. A remoção do fragmento foi realizada sob ação de clivagem de cinzel e martelo. Depois de

obtido, o bloco foi mantido úmido em solução fisiológica, juntamente com o osso particulado, até o momento de sua fixação (fig. 5).

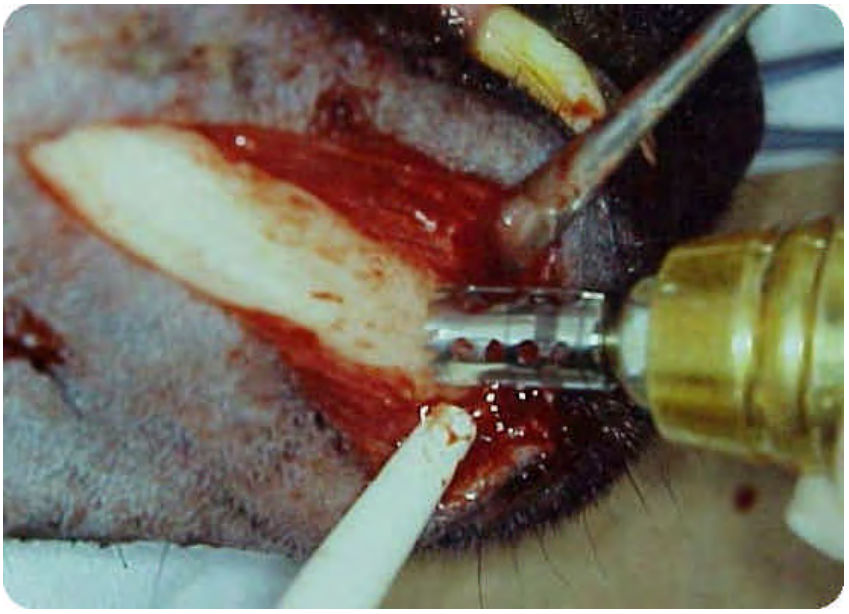


Figura 4 – Obtenção de enxerto ósseo em bloco utilizando-se trefina de 8mm de diâmetro sob irrigação de solução fisiológica

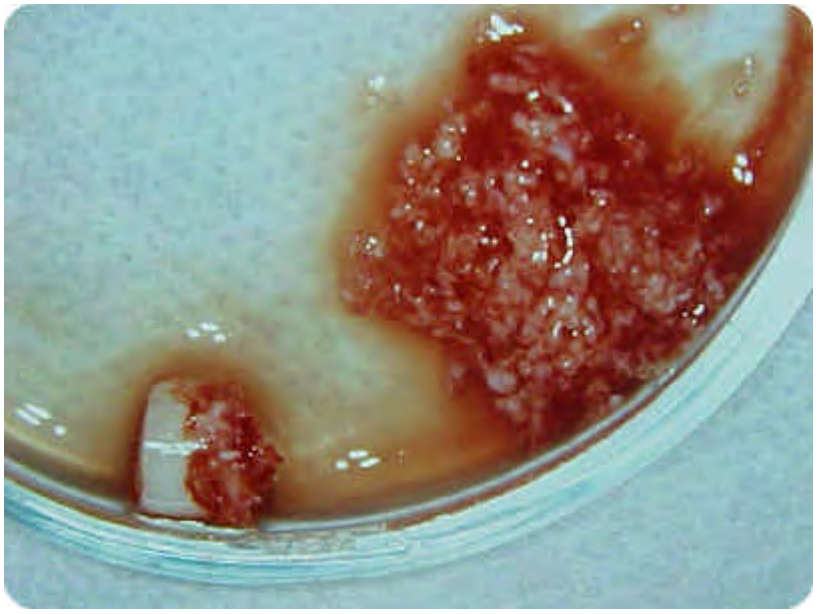


Figura 5 – Conservação dos enxertos em bloco e particulado em solução fisiológica

Preparo dos Leitos Receptores

Os leitos receptores foram preparados na superfície vestibular da mandíbula, na região de molares, pouco acima da base, mantendo uma distância mínima entre si. A delimitação das margens dos leitos foi executada com trefina de 10 mm de diâmetro, marcando apenas o componente cortical, sugerindo defeitos ósseos não críticos (fig. 6 e 7). Em seguida, removeu-se grande parte da cortical óssea delimitada utilizando-se broca cirúrgica circular (fig. 8). Os leitos foram regularizados com broca tronco-cônica (fig. 9) e pequenas perfurações foram realizadas para facilitar a penetração de vasos sangüíneos (fig. 10).

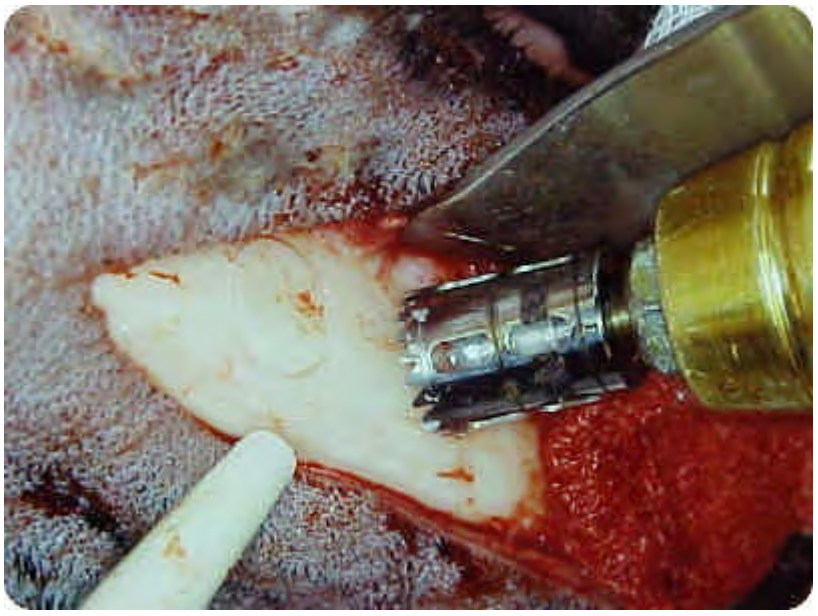


Figura 6 – Delimitação do leito receptor com trefina de 10 mm de diâmetro

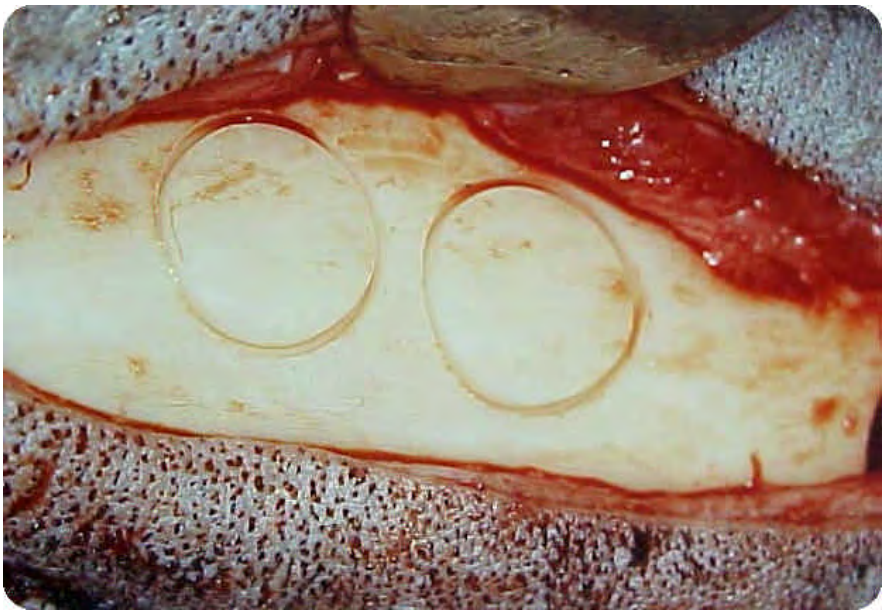


Figura 7 – Leitos receptores delimitados

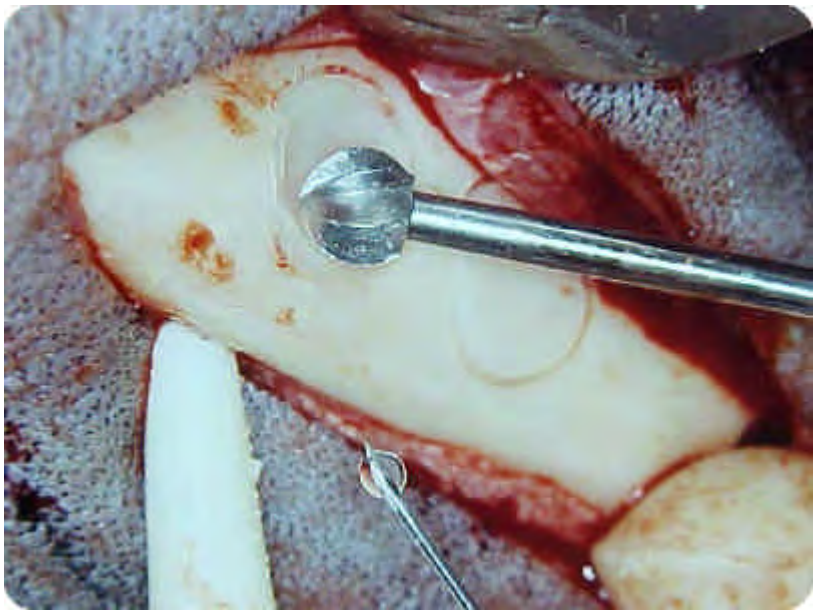


Figura 8 – Descorticalização da superfície óssea com broca circular

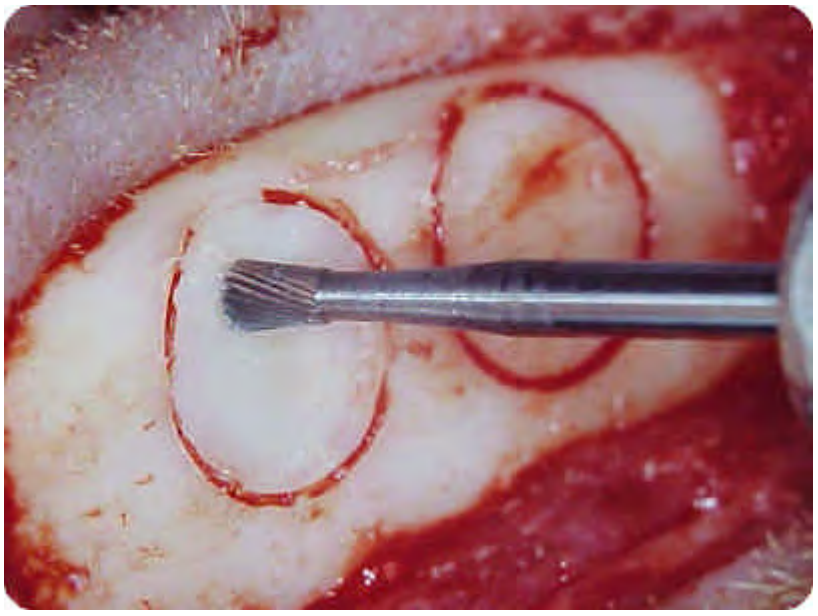


Figura 9 – Regularização do leito com broca tronco-cônica

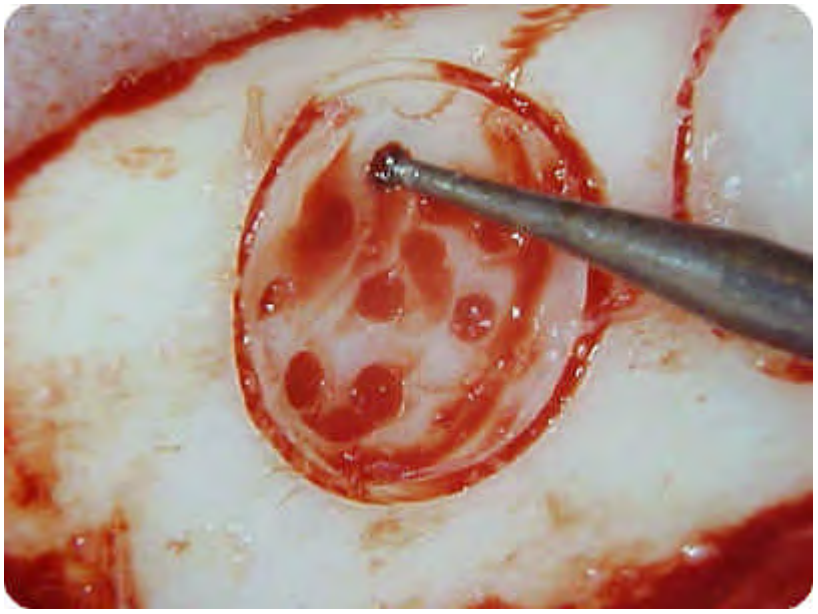


Figura 10 – Perfurações do leito receptor com broca esférica de pequeno diâmetro

Fixação do Enxerto Ósseo em Bloco

Uma vez preparados os leitos, o enxerto em bloco foi adaptado ao leito distal, verificando-se a passividade de seu assentamento. Quando necessário, a superfície lingual era regularizada com osteótomo. Em seguida, o bloco foi fixado em posição no leito por meio de pinça Backaus, garantindo sua imobilidade. As perfurações do enxerto e leito foram realizadas com 3 brocas de diâmetro progressivamente maior (Neodent®), sendo que a última broca penetrava apenas o enxerto, para garantir a justeza de adaptação do parafuso ao leito (fig. 11). A fixação foi efetivada pela colocação de parafuso de titânio (1,6mm de diâmetro X 10mm de comprimento – Neodent®), rosqueado com chave apropriada (fig. 12).

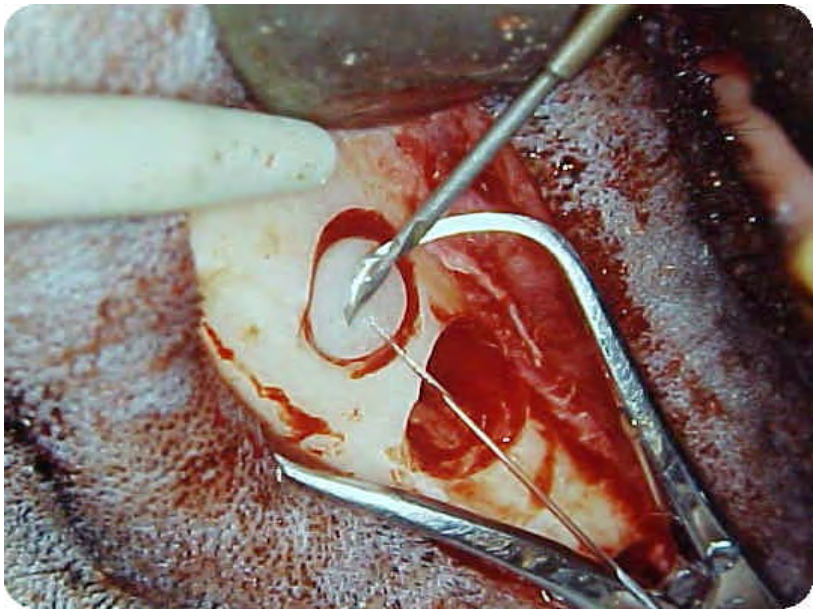


Figura 11 – Perfuração do enxerto e do leito receptor para instalação do parafuso de fixação

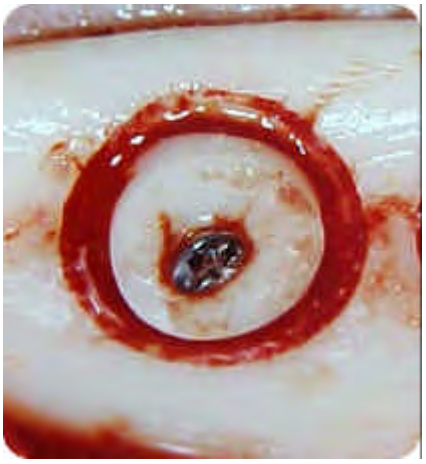


Figura 12 - Bloco ósseo fixado ao leito com parafuso

Adaptação do Enxerto Ósseo em Partículas

Sobre o leito mesial, o enxerto particulado foi colocado com o auxílio de curetas, sendo compactado com o instrumento junto ao leito receptor (fig. 13).

Figura 13 – Colocação e condensação do enxerto particulado sobre o leito receptor

Recobrimento dos Enxertos Ósseos

Com a finalidade de isolar o periósteo dos enxertos e eliminar sua possível interferência, especialmente sobre o enxerto particulado, ambos os enxertos foram recobertos com membrana de colágeno (Proline®), conforme fig.14.

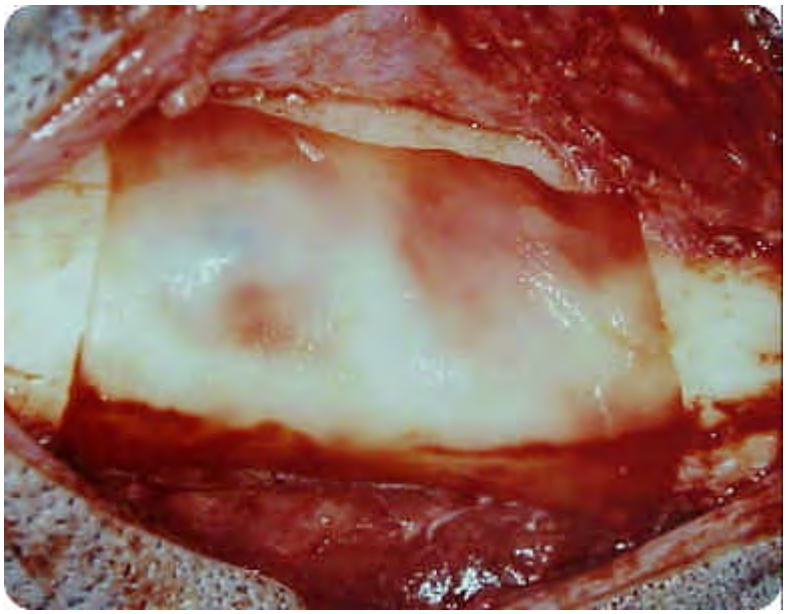


Figura 14 – Recobrimento dos enxertos com membrana reabsorvível de colágeno

Síntese dos Tecidos Moles

Após limpeza da área, procedeu-se à sutura por planos com fio de nylon monofilamento, diâmetro 5.0, (fig. 15 e 16). Todo procedimento cirúrgico foi conduzido dentro de técnica estritamente asséptica. Para se evitar variações na técnica, o

mesmo cirurgião realizou todas as operações nas quais usou protocolo idêntico.

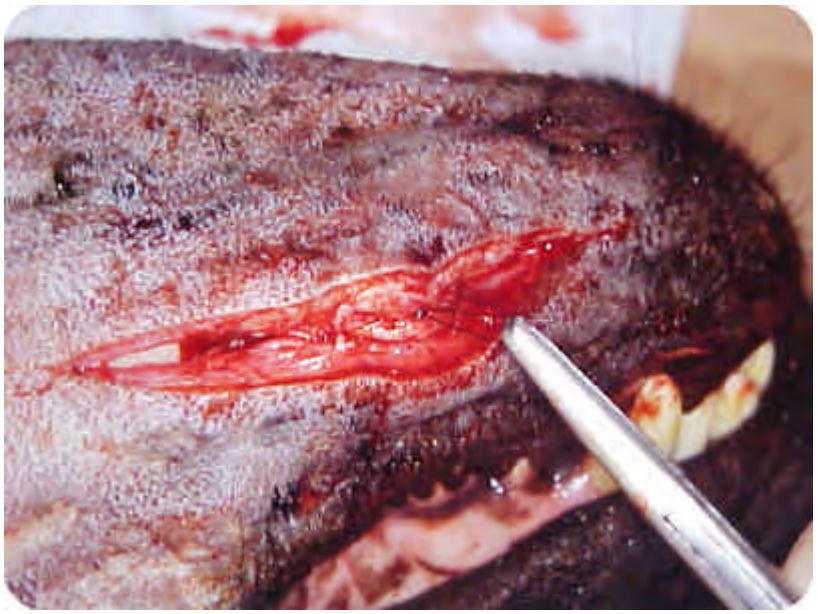


Figura 15 – Sutura dos planos profundos

Figura 16 – Sutura do plano cutâneo

Sacrifício dos Animais

Transcorrido o período pós-operatório de 7 dias, três cães foram sacrificados injetando-se dose letal do mesmo anestésico. Os outros 3 animais foram sacrificados da mesma forma após 14 dias. Depois de incisão e descolamento dos tecidos moles, um bloco ósseo contendo as áreas enxertadas foi delimitado por serra e separado da mandíbula. Imediatamente após, a peça foi fixada em formol a 10% para os procedimentos laboratoriais de rotina.

Processamento Laboratorial

Os espécimes foram desmineralizados sob ação de ácido nítrico a 10%, em solução de álcool a 80%, por período aproximado de 6 semanas. Em seguida, o tecido foi tratado com xilol e incluído em blocos de parafina. Realizaram-se cortes longitudinais com espessura de 6 µm, a partir do centro da área enxertada para a periferia (fig. 17). Os cortes foram dispostos em lâminas e corados com hematoxilina-eosina (HE) e Tricrômico de Masson (Masson) de forma alternada.

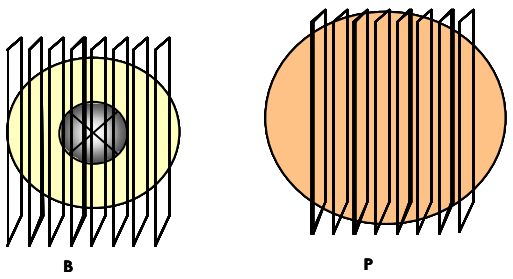


Figura 17 – Esquema mostrando a direção dos cortes histológicos através do enxerto em bloco (B) e em partículas (P

Resultados

Resultados

Grupo Bloco – 7 dias

Interface: o tecido de granulação apresenta-se aderido à base do bloco de osso autógeno. É um tecido bastante vascularizado, rico em fibroblastos e fibras colágenas (fig. 18). A área que contorna o parafuso, apresenta a forma correspondente ao espaço entre as espiras (fig. 19). O mesmo tecido preenche as perfurações criadas para facilitar a revascularização (fig. 20).

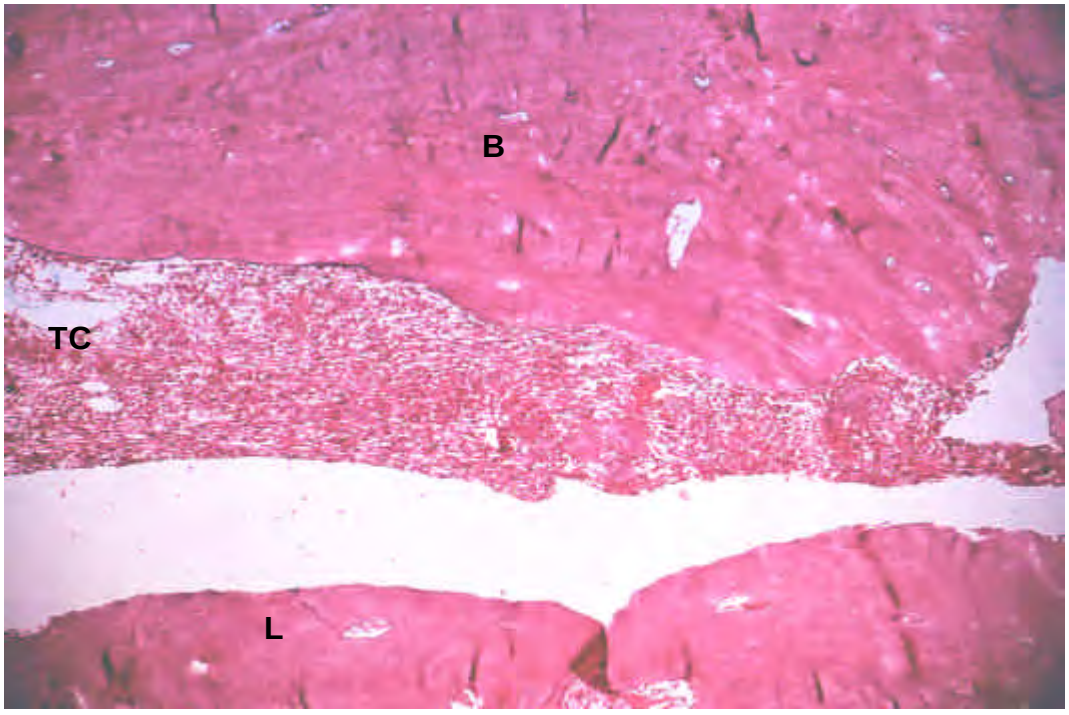


Figura 18 – Bloco 7 dias. Tecido conjuntivo da interface (TC) firmemente aderido ao bloco ósseo (B); L = leito receptor (HE 63X)

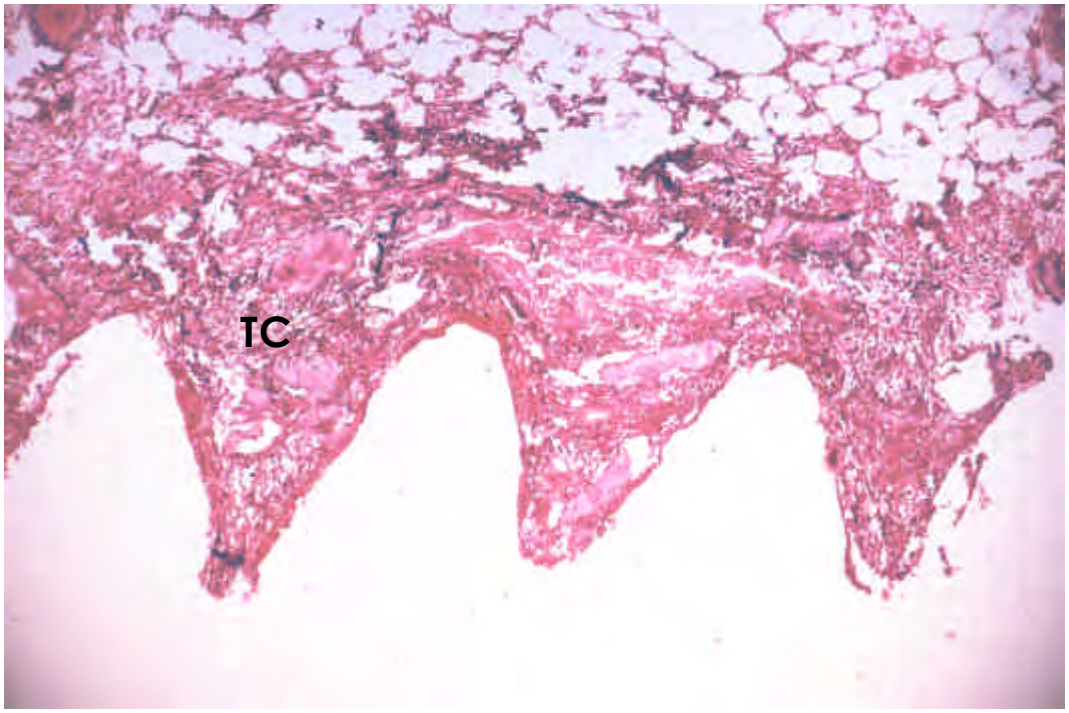


Figura 19 – Bloco 7 dias - Tecido conjuntivo (TC) que envolveu o parafuso de fixação do bloco (HE 63X)

Figura 20 – Bloco 7 dias - Tecido conjuntivo que preencheu a cavidade criada pela broca para revascularização, com áreas de neoformação óssea (seta) (HE 100X)

Bloco: o bloco de osso autógeno apresenta grande quantidade de lacunas vazias de osteócitos. Os canais de Havers também não exibem conteúdo, especialmente próximo à superfície do bloco (fig. 21) Na sua base, é possível visualizar áreas por onde penetram canais, contendo células sangüíneas e osteoblastos em seu interior (fig. 22). Ainda na base do bloco, existem áreas de ativa reabsorção e degeneração óssea e alguns espécimes mostram fragmentos de osso cortical sendo envolvidos pelo tecido de granulação (fig. 23).

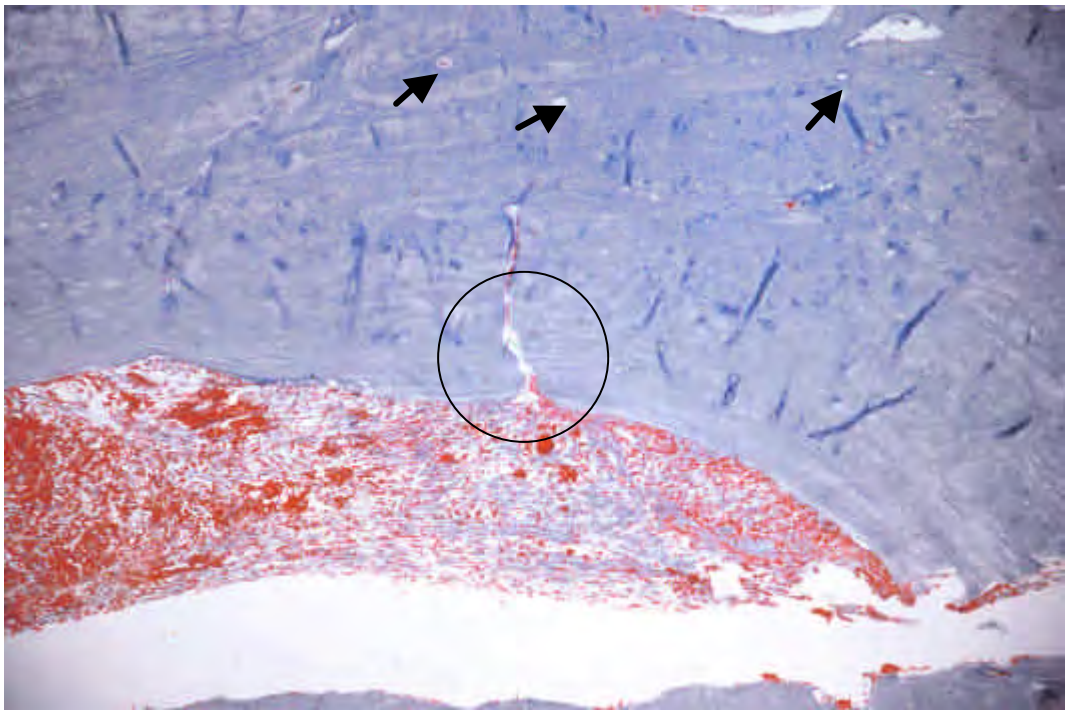


Figura 21 – Bloco 7 dias - Enxerto desvitalizado, exibindo lacunas e canais de Havers vazios (setas). Junto ao leito, destaca-se penetração de tecido (círculo) no interior do bloco (Masson 63X)

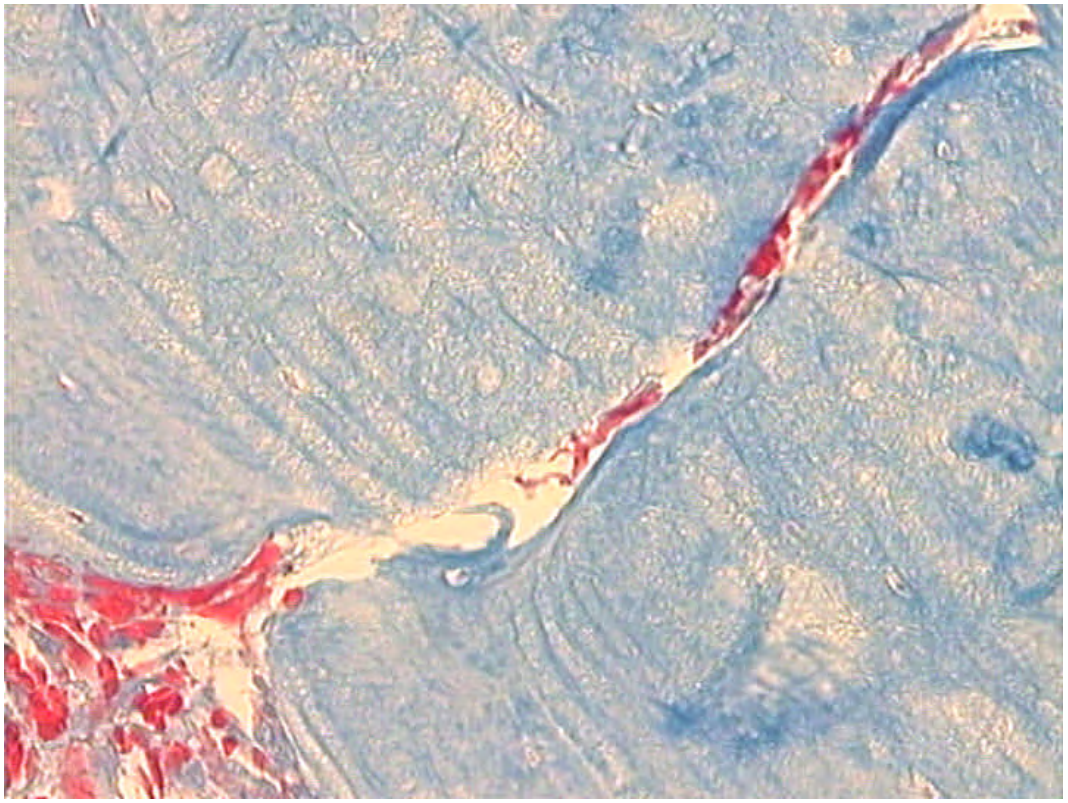


Figura 22 – Bloco 7 dias - Enxerto sendo penetrado por canal de reabsorção que parte da interface (Masson 400X)

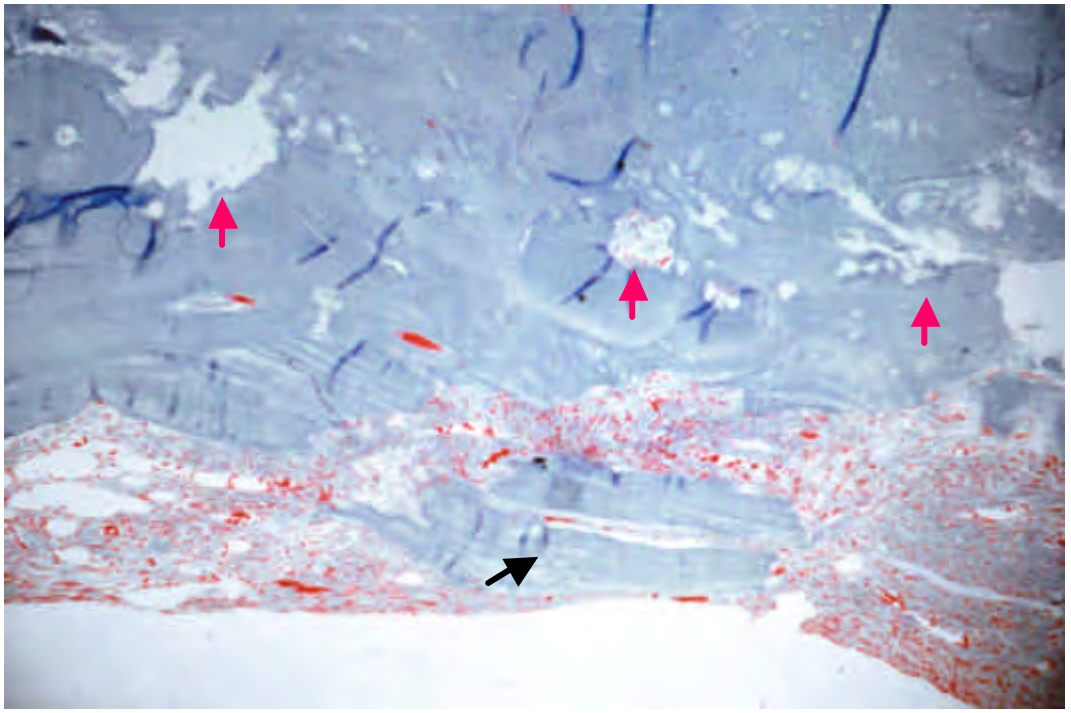


Figura 23 - Bloco 7 dias - Áreas de reabsorção na base do bloco; há fragmentos de osso cortical (seta negra) sendo envolvidos pelo tecido conjuntivo Há imagens sugestivas de degeneração (setas vermelhas) (Masson 63X)

Grupo Particulado – 7 dias

O tecido de granulação revela intensa proliferação fibroblástica e capilar envolvendo as partículas de tecido ósseo (fig. 24). No leito receptor, as fibras colágenas são mais abundantes, enquanto na superfície há predomínio de capilares (fig. 25). As partículas mostram-se desvitalizadas, com lacunas vazias e muitas encontram-se em processo inicial de reabsorção (fig. 26 e 27). A maior quantidade de partículas concentra-se na superfície (fig. 28). O tecido de granulação preenche as perfurações criadas pela broca e exibe áreas de início de neoformação óssea (fig. 29).

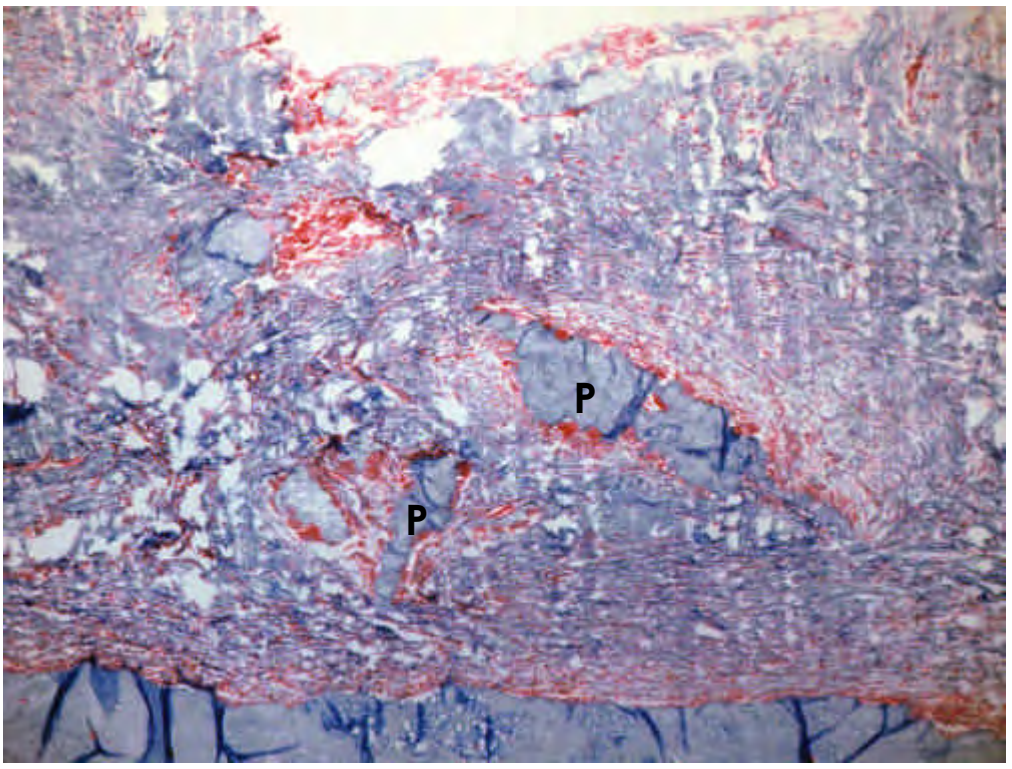


Figura 24 – Partículas 7 dias - Tecido conjuntivo envolvendo as partículas (P) a partir do leito (Masson 63X)

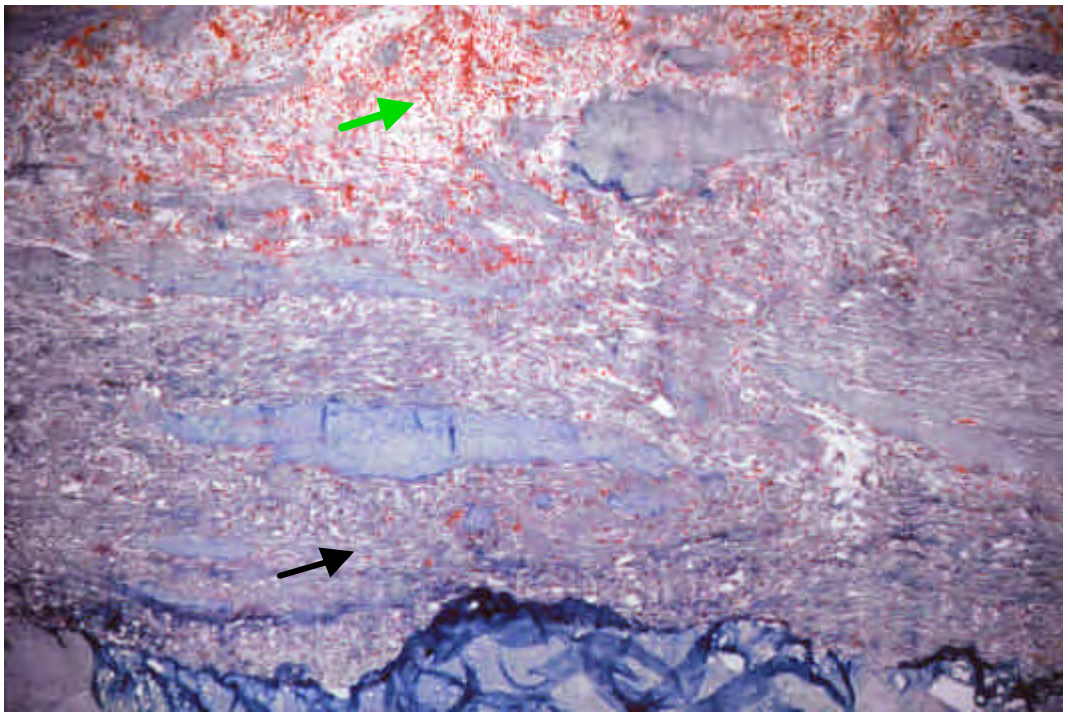


Figura 25 –Partículas 7 dias - Tecido conjuntivo que envolve as partículas, mais abundante em fibras colágenas e fibroblastos junto ao leito (seta negra) e mais rico em células sangüíneas e capilares junto à superfície (seta verde) (Masson 63X)

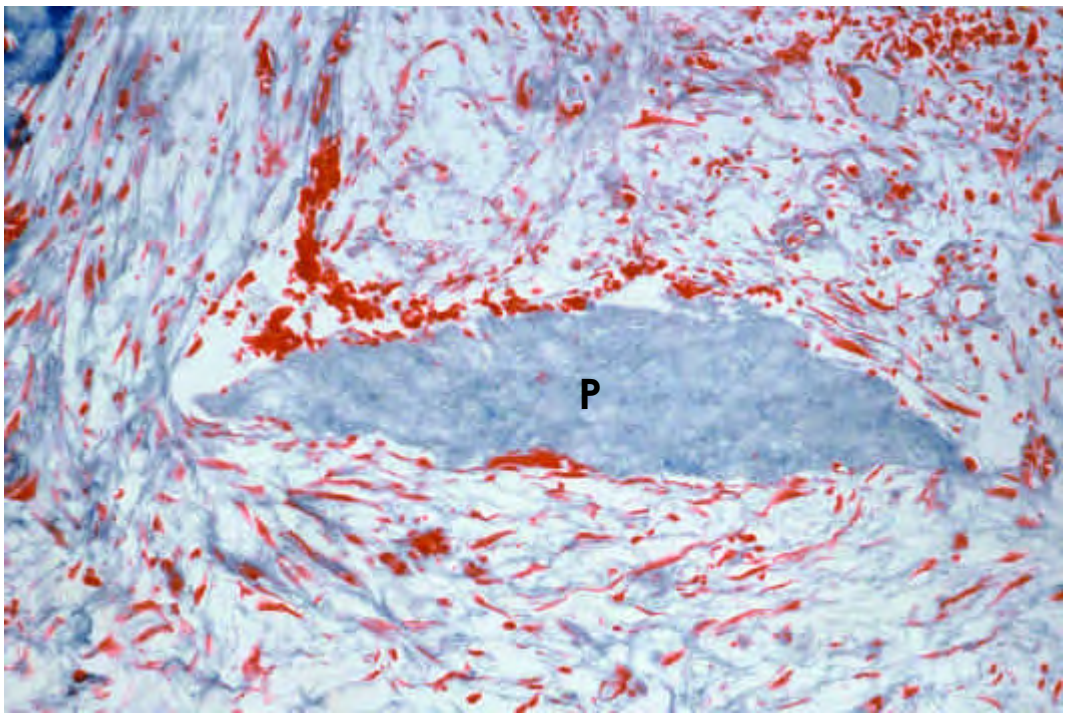


Figura 26 – Partículas 7 dias - Partícula (P) envolvida por tecido conjuntivo rico em fibras colágenas e fibroblastos. A partícula encontra-se desvitalizada e exibe áreas de inicio de atividade osteoclástica (Masson 160X)

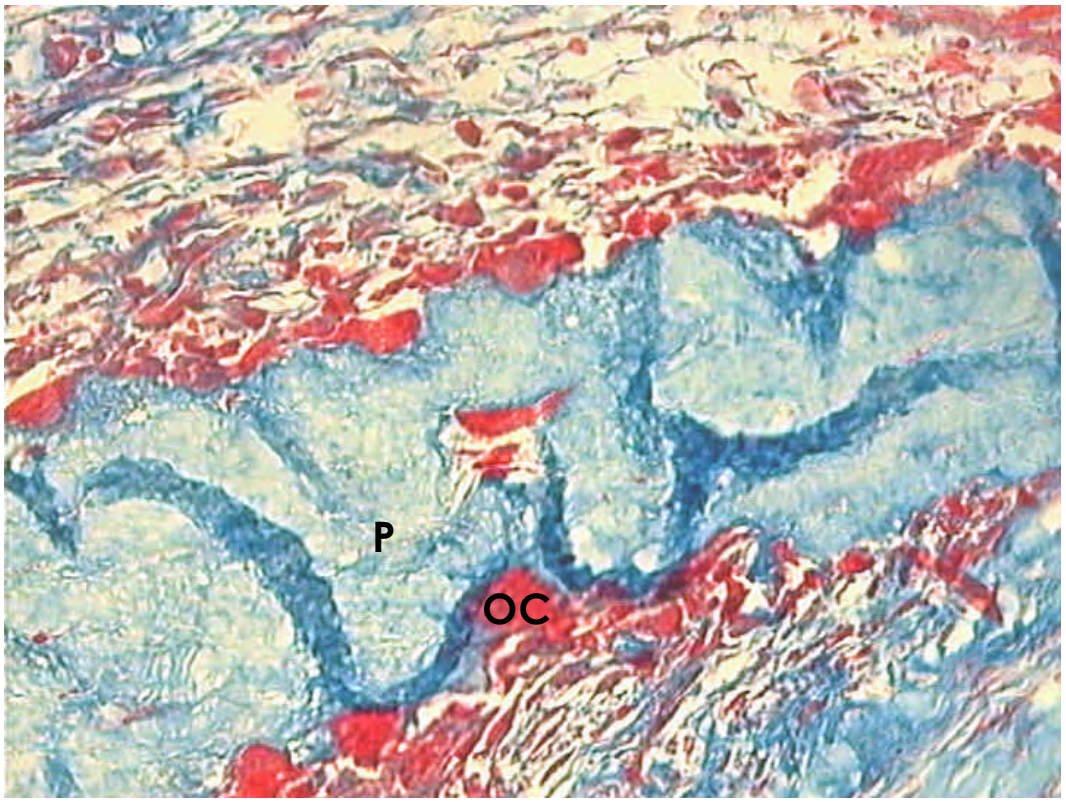


Figura 27 – Partículas 7 dias - Partícula (P) reabsorvida em toda sua periferia por osteoclastos (OC) - (Masson, 400X)

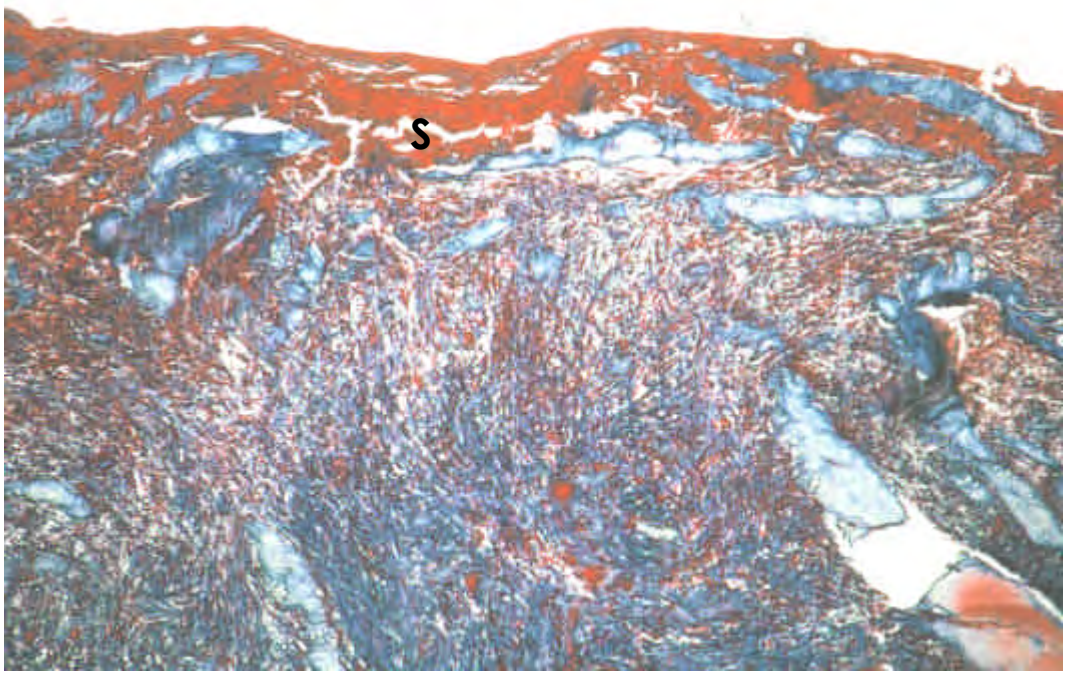


Figura 28 – Partículas 7 dias - Partículas concentram-se na superfície (S) do defeito (Masson 63X)

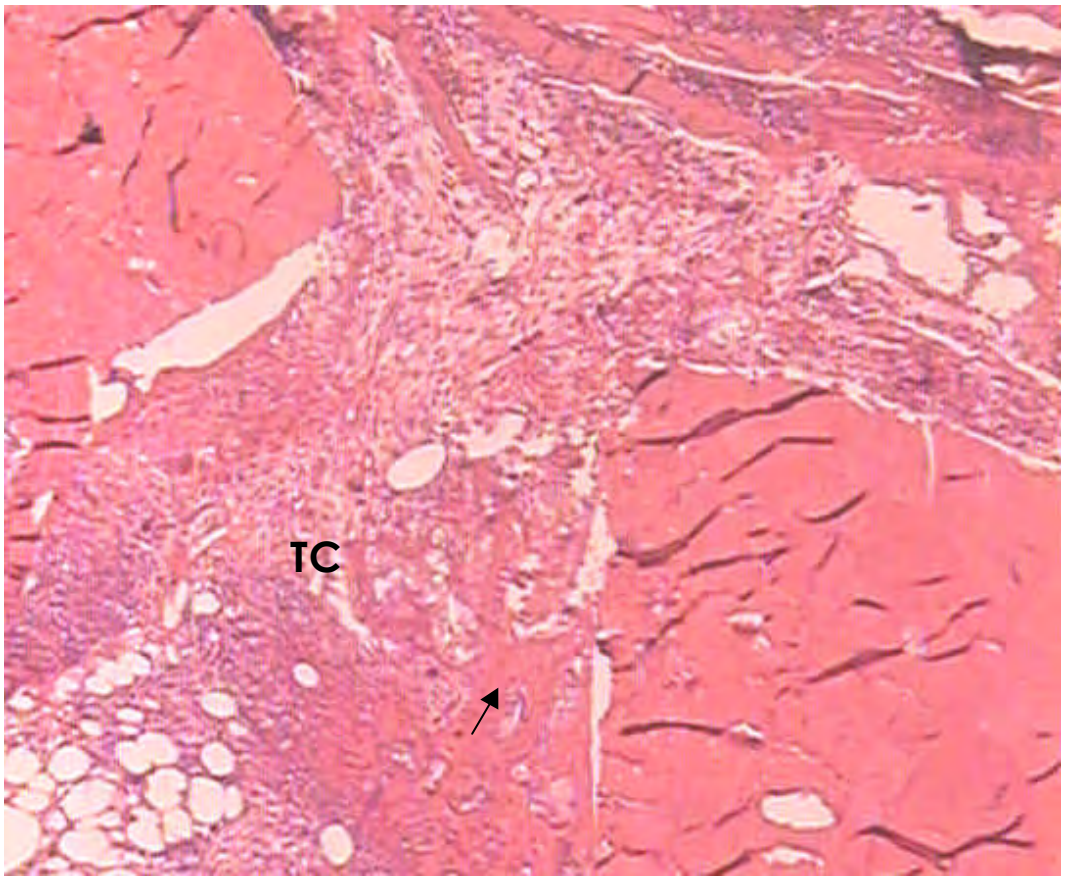


Figura 29 – Partículas 7 dias - Tecido conjuntivo (TC) ocupa a cavidade criada pela broca, onde é possível observar áreas de neoformação óssea (setas) (HE 50X)

Grupo Bloco – 14 dias

Interface: o tecido de granulação encontra-se firmemente aderido à base do bloco (fig. 30). Há neoformação óssea, neste tecido junto ao leito (fig. 31) e nas áreas que envolvem o parafuso de fixação e as perfurações do leito (fig. 32 a 34). É possível observar osteoblastos alinhados na superfície junto à base do enxerto (fig. 35).

Bloco: Há inúmeros canais de reabsorção, visualizados no sentido longitudinal e transversal, que contêm tecido de granulação em seu interior e, algumas vezes, os osteoblastos alinham-se na luz destes canais (fig. 36). Os canais de Havers e de

Volkmann mostram-se alargados e com conteúdo celular, especialmente da metade à base do bloco. Junto à superfície, estas áreas são raras, e as lacunas persistem vazias (fig. 37).

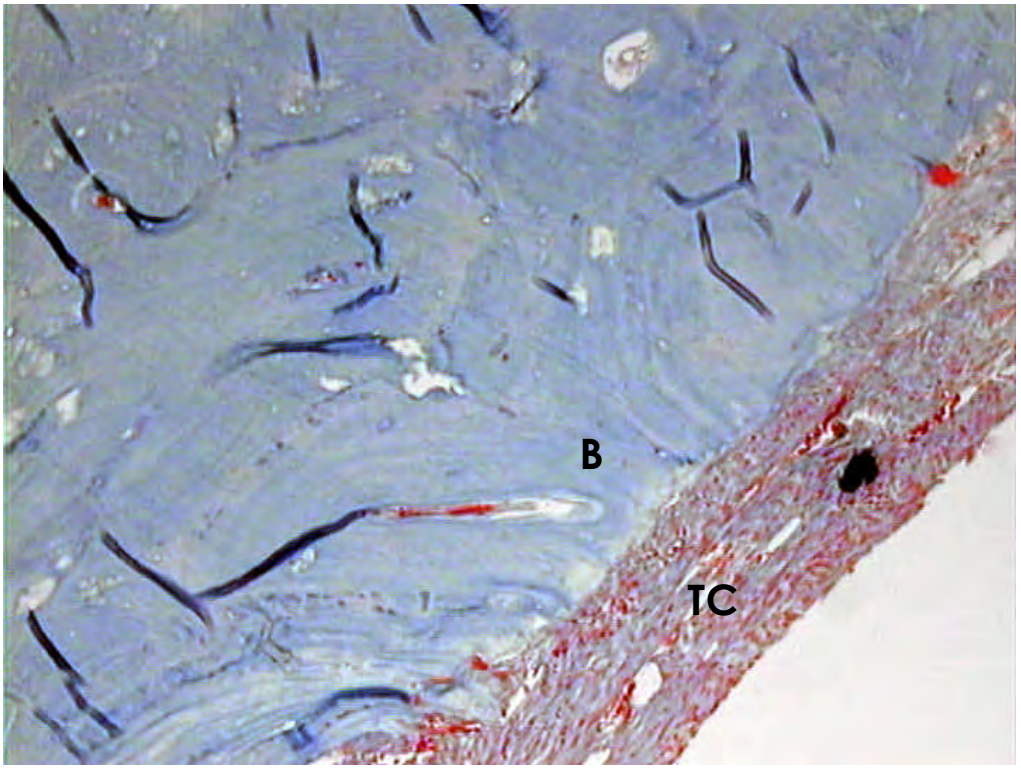


Figura 30 – Bloco 14 dias - Base do bloco (B) firmemente aderido ao tecido conjuntivo (TC) (Masson 100X)

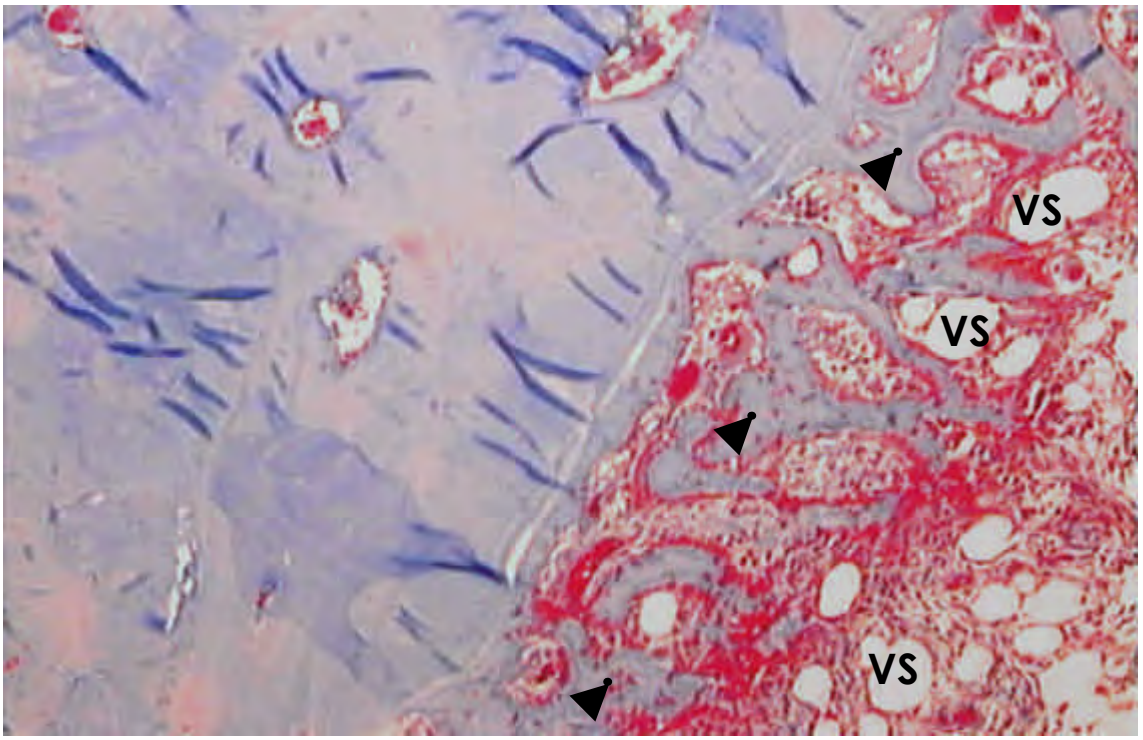


Figura 31 – Bloco 14 dias – Tecido conjuntivo da interface com áreas de neoformação óssea (setas) junto à base do bloco, em meio a um tecido rico em vasos sangüíneos (VS) (Masson 160X)

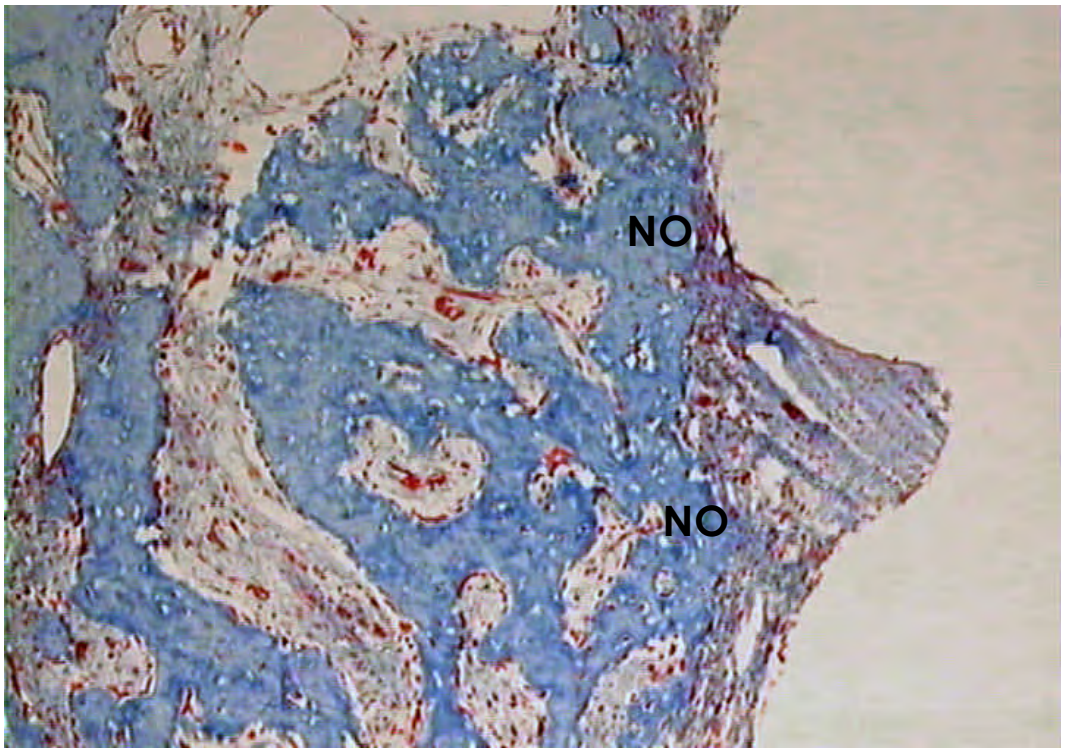


Figura 32 – Bloco 14 dias – Tecido conjuntivo que envolveu o parafuso de fixação, com inúmeras áreas de neoformação óssea (NO) (Masson 100X)

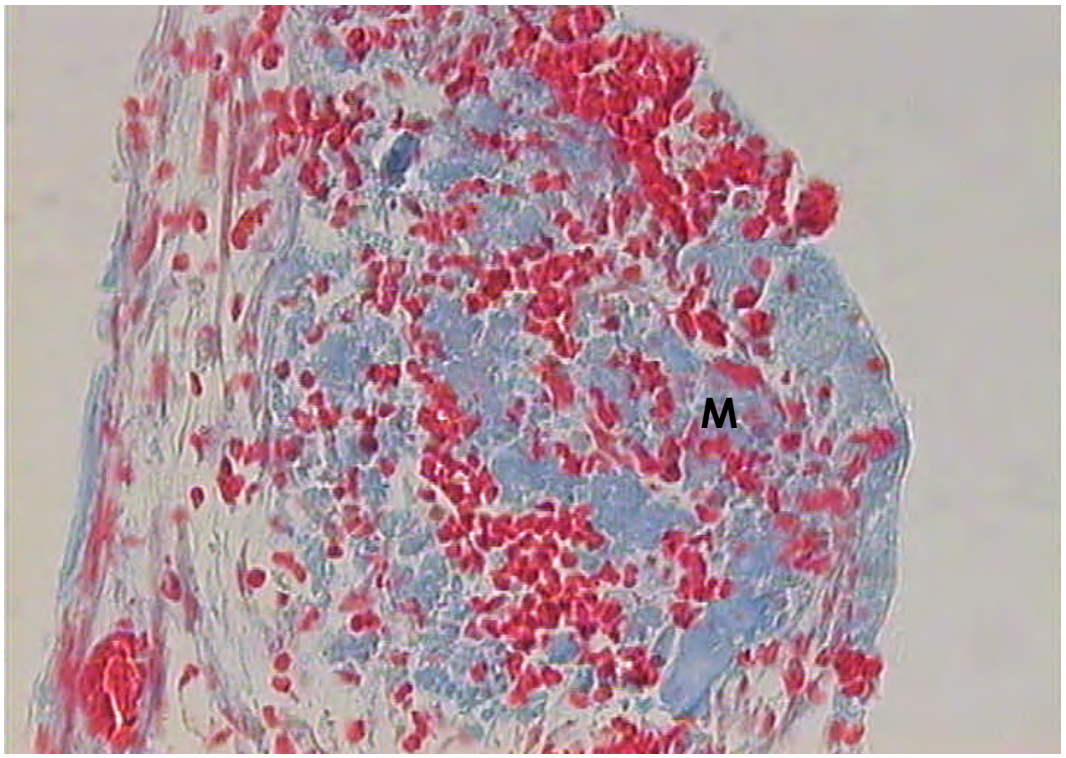


Figura 33– Bloco 14 dias - Detalhe do tecido conjuntivo junto ao parafuso de fixação, exibindo inúmeras áreas de deposição de matriz óssea (M) (Masson 400X)

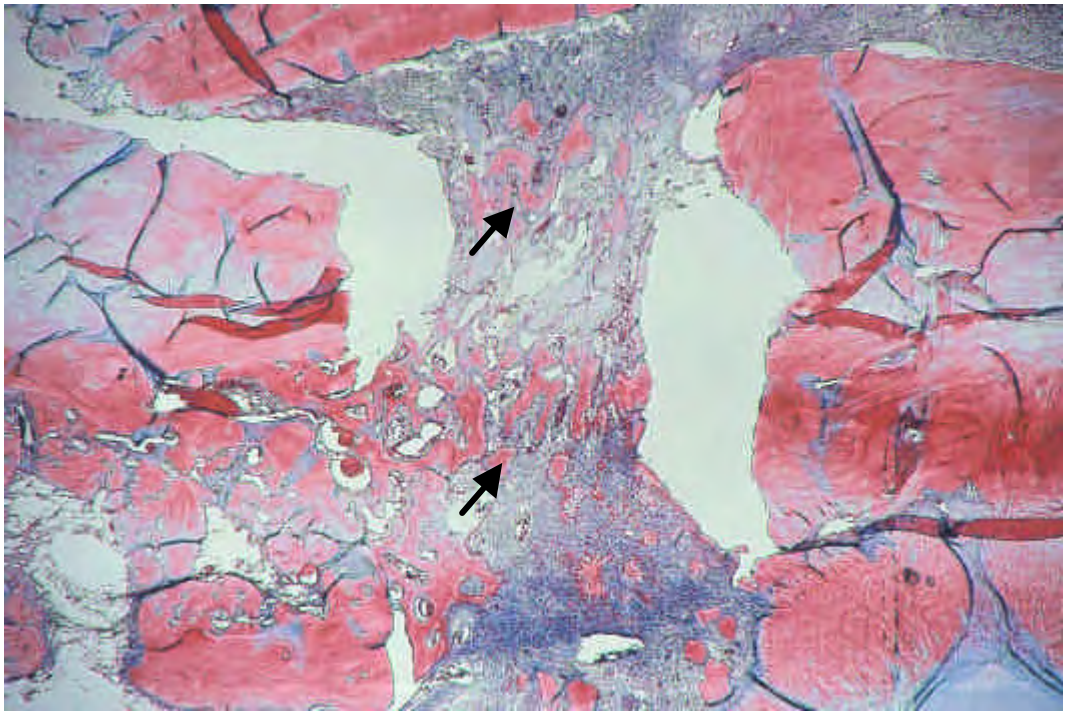


Figura 34 – Bloco 14 dias – Tecido conjuntivo que preenche a cavidade criada pela broca é rico em fibras colágenas e áreas de deposição de matriz óssea (setas) (Masson 63X)

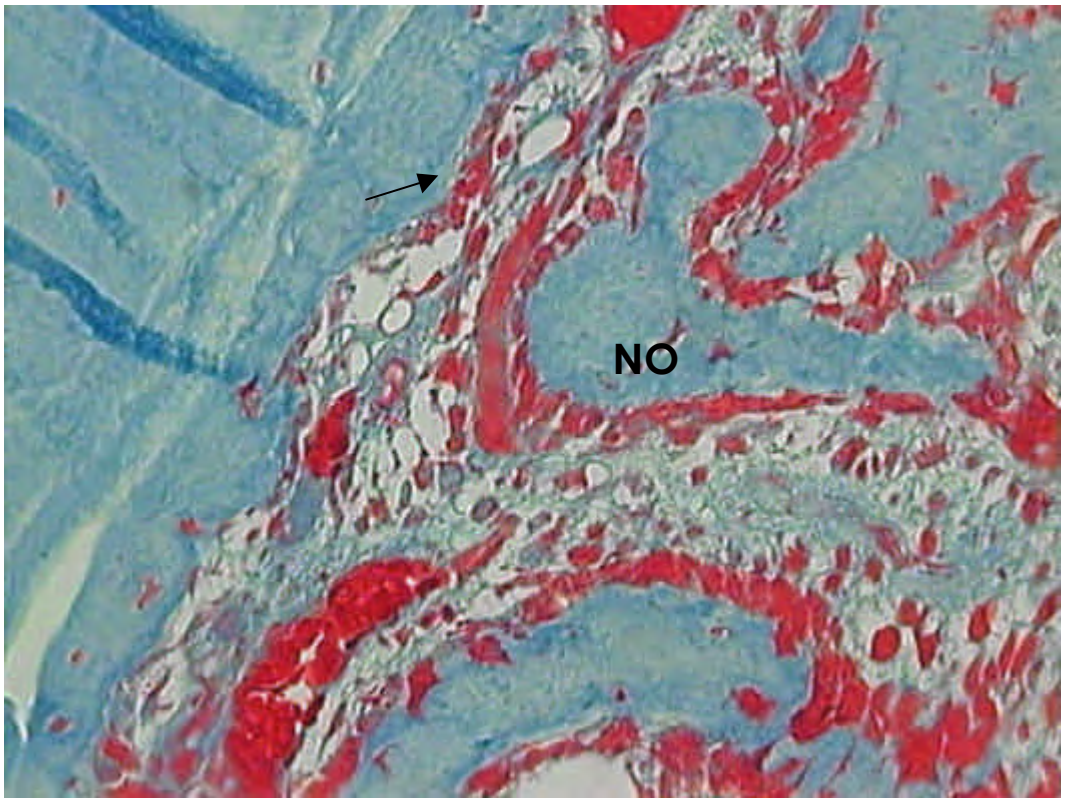


Figura 35 – Bloco 14 dias – Áreas de neoformação óssea (NO) e alinhamento dos osteoblastos (seta) junto à base do enxerto (Masson 400X)

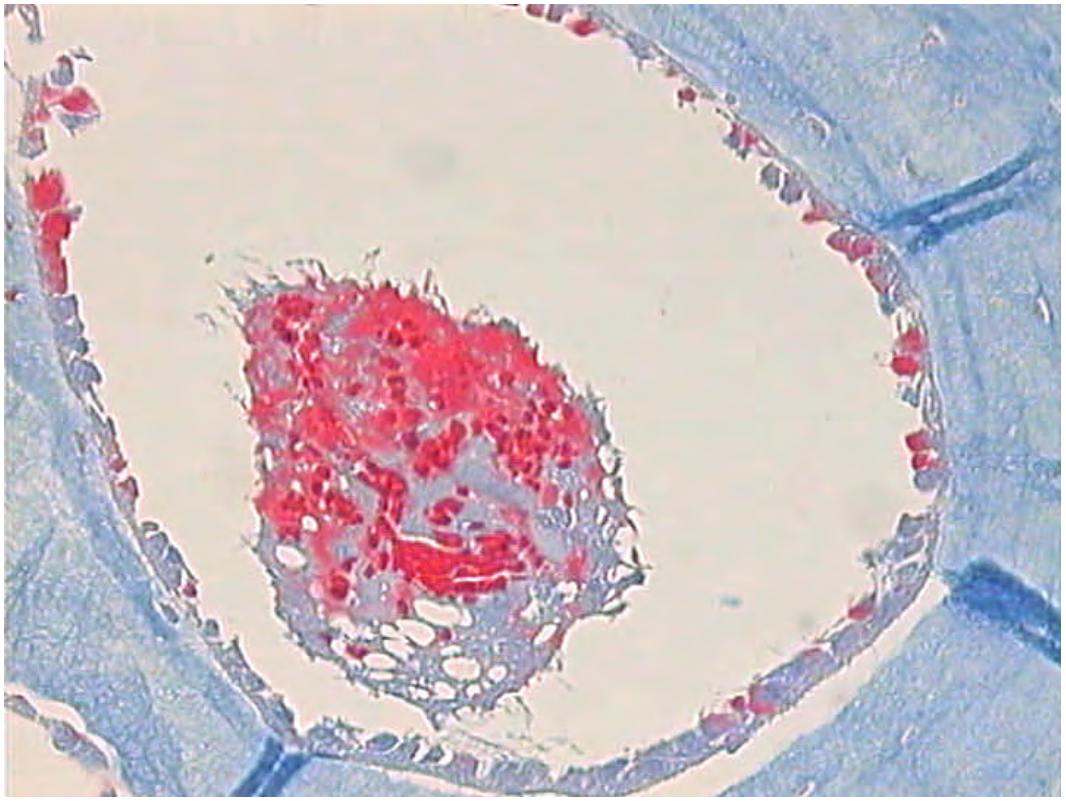


Figura 36 – Bloco 14 dias – Canal Haversiano , em corte transversal, com osteoblastos alinhados nas paredes (Masson 400X)

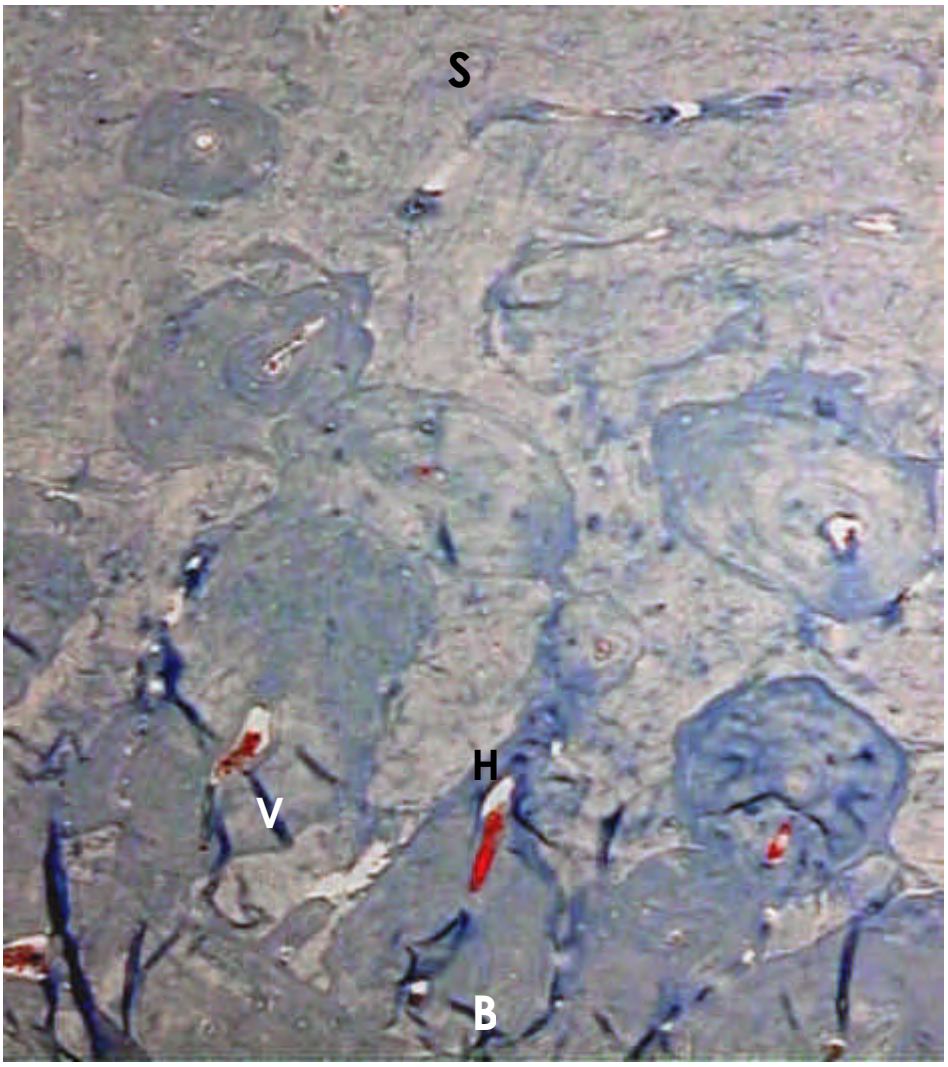


Figura 37 – Bloco 14 dias – Canais de Havers (H) e de Volkmann (V) alargados e com conteúdo junto à base (B) até aproximadamente a metade do bloco; junto à superfície (S) observa-se osso essencialmente desvitalizado sem invasão dos canais vasculares (Masson 100X)

Grupo Particulado – 14 dias

O tecido de granulação que preenche a cavidade é rico em fibroblastos e fibras colágenas (fig. 38). Há ilhotas de osso neoformado (fig. 39), especialmente próximo ao leito receptor. As partículas são escassas e as remanescentes apresentam alto grau de reabsorção (fig. 40). O tecido de granulação que ocupa a área da perfuração da broca no leito receptor demonstra extensas áreas de neoformação óssea, que adentram o tecido que ocupa a cavidade (fig. 41).

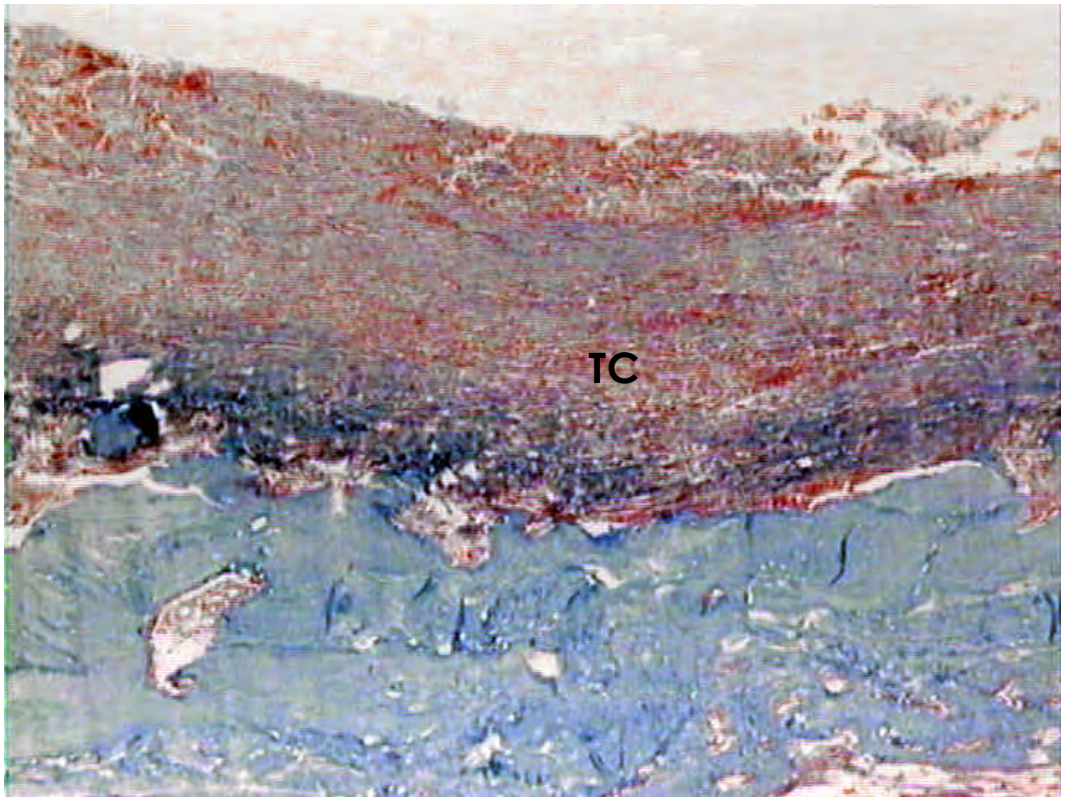


Figura 38 – Partículas 14 dias – O tecido conjuntivo (TC) que preenche o defeito substituiu quase todas as partículas e apresenta-se rico em fibras colágenas (Masson 50X)

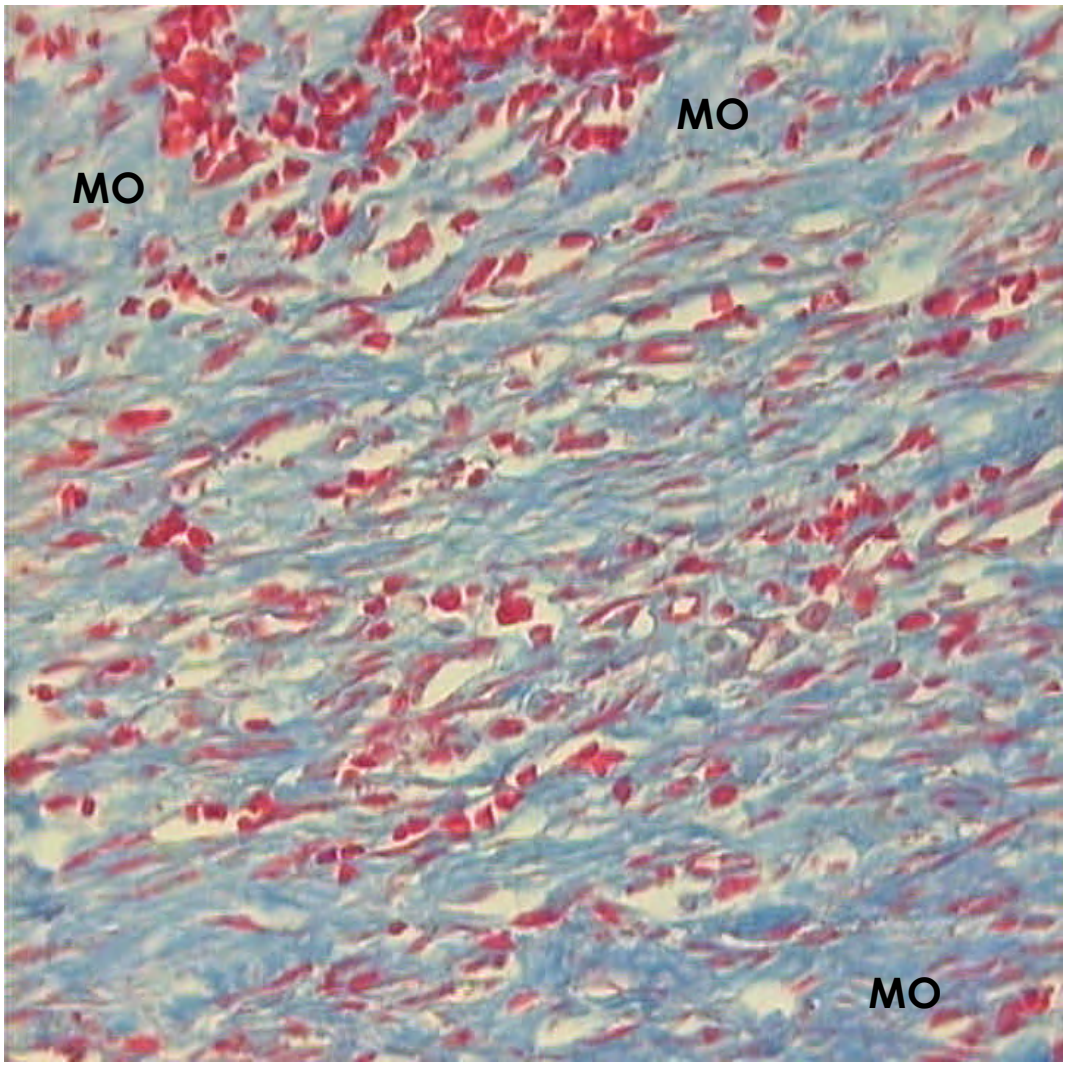


Figura 39 – Partículas 14 dias – Detalhe da figura anterior; osteoblastos depositam matriz óssea (MO) na intimidade do tecido conjuntivo que preenche o defeito (Masson 400X)

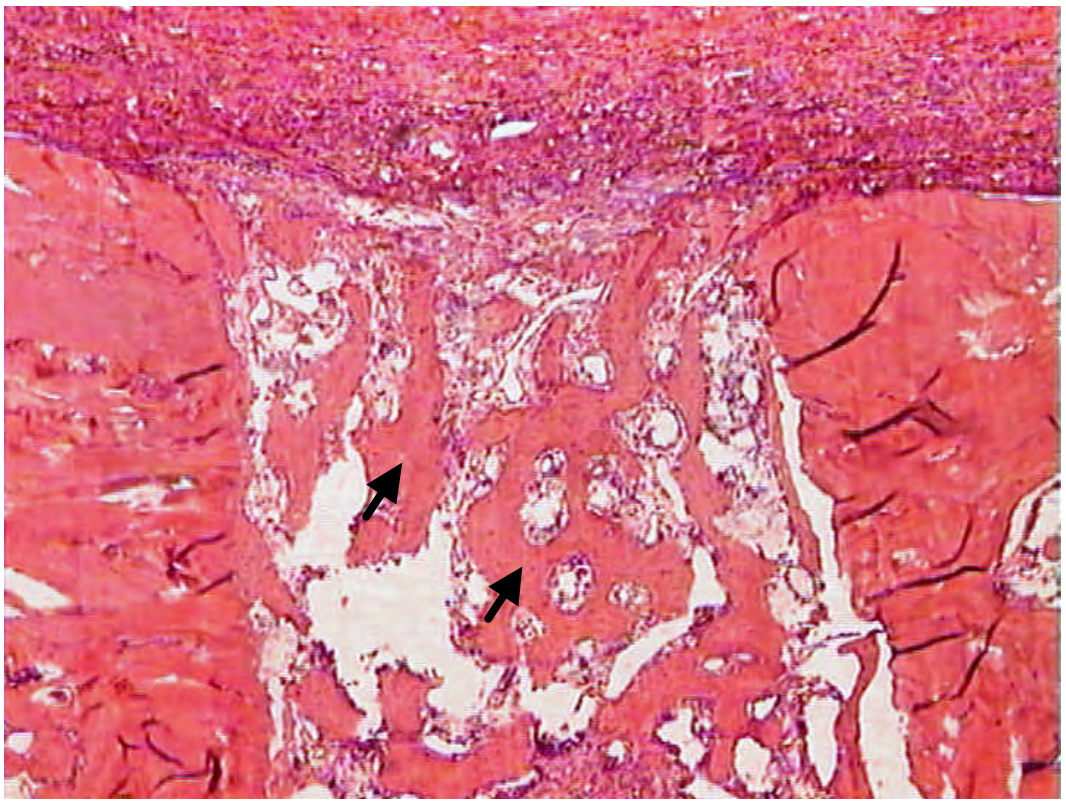


Figura 40 – partículas 14 dias – a cavidade criada pela broca apresenta inúmeras ilhotas de neoformação óssea (setas) que adentram a área do defeito (HE 50X)

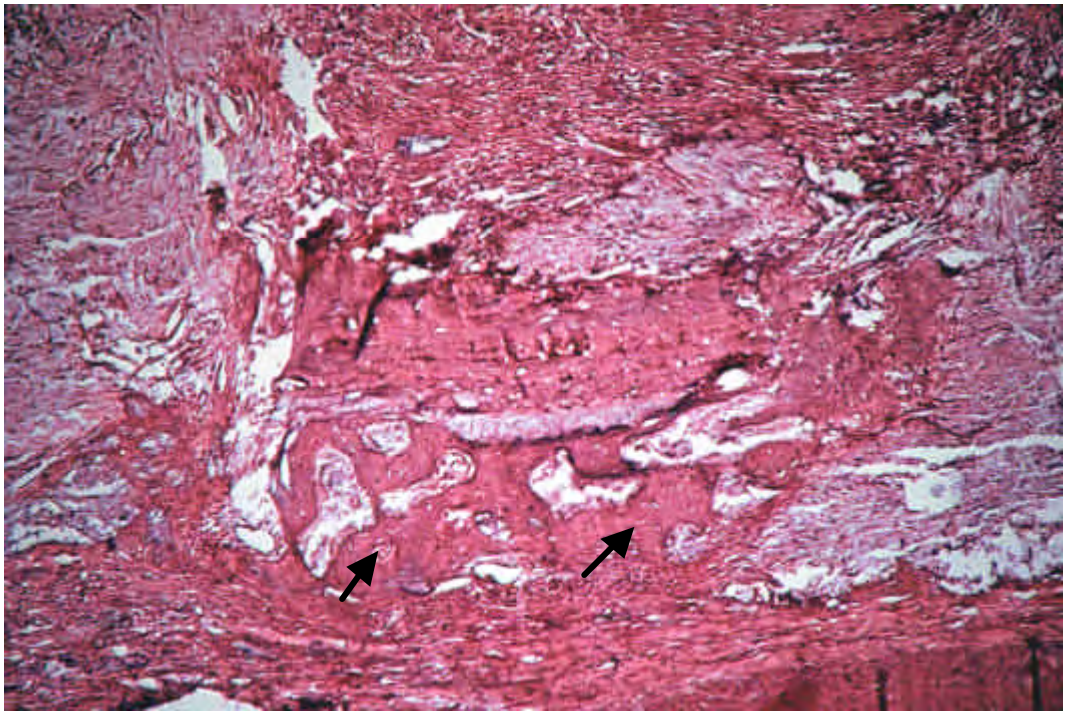


Figura 41 – Partículas 14 dias – Ilhotas de osso neoformado (setas) na intimidade do tecido conjuntivo que preenche o defeito (HE 63X)

Discussão

Discussão

Modelo Experimental

A cirurgia experimental tem um valor incontestável. Seria impossível compreender as respostas biológicas no ser humano sem as avaliações microscópicas, realizadas em animais.

A praticidade e o menor custo nos experimentos com pequenos animais, como roedores, tem como inconveniente o fato de que, nestes, a reparação óssea é facilitada e mais rápida do que em seres humanos e, portanto, pode não ser preditiva ou similar temporalmente em primatas (Schmitz & Hollinger, 1986).

A relação custo-benefício de um estudo em mamíferos maiores justifica a escolha do cão como o animal ideal (Oklund et al. 1986).

A seleção da mandíbula como área doadora e receptora neste trabalho buscou reproduzir uma situação clínica freqüente. Além disso, a mandíbula de cães de médio porte apresenta similaridade com a mandíbula humana em peso, altura e largura (Schmitz & Holllinger, 1986).

O sucesso em evitar problemas de infecção associados a procedimentos cirúrgicos é maior com o isolamento da cavidade bucal, haja vista a impossibilidade de adequada higiene bucal dos animais na fase pós-operatória. Por esta razão, foi escolhida a via

de acesso extrabucal, na área submandibular. A profilaxia antibiótica contribuiu neste aspecto.

Os tempos de sacrifício (7 e 14 dias) foram escolhidos para que fosse possível observar os eventos iniciais do processo de reparação. Porém, a manipulação de áreas enxertadas em tão curto período pós-operatório foi difícil, especialmente no tempo de 7 dias, em razão da frágil relação do enxerto com o leito receptor.

Biologia da Incorporação do Enxerto Ósseo Autógeno

A reconstrução óssea utilizando enxertos ósseos autógenos desencadeia uma série de eventos notáveis que culminam na sua incorporação e remodelação. Os princípios de osteogênese, osteoindução e osteocondução regem o processo e se expressam de acordo com a natureza estrutural do enxerto (Burchardt & Enneking, 1978; Bach *et al*., 1991; Cypher & Grossman, 1996). É fundamental que após a consolidação do enxerto, haja mínima perda do volume original e que a maior parte possível seja substituída por osso vital.

Os enxertos ósseos autógenos constituem-se em uma matriz de tecido duro e um componente celular de osteoblastos e osteócitos. Pode haver também uma porção medular contendo células gordurosas num estroma de tecido conjuntivo, além de células progenitoras de osteoblastos que expressam atividade osteogênica mediante estímulo adequado (Phillips *et al*., 1992).

De acordo com Hardesty *et al*., em 1990, são inúmeros os aspectos que interferem no processo de reparação de um enxerto ósseo autógeno. A forma macroscópica, a revascularização, a origem embriológica, as diferenças arquiteturais, bem como o

preparo do leito receptor e a fixação rígida do enxerto devem ser considerados como valores preditivos e por isso precisam ser extensamente pesquisados e compreendidos.

As diferentes formas macroscópicas disponíveis para sua aplicação (em blocos corticais, esponjosos, córtico-esponjosos, em partículas ou na forma de um macerado ósseo) resultam em diferentes vias de reparação que lhes são peculiares, com forte influência no resultado final (Cypher & Grossman, 1996; Pallesen *et al*., 2002).

A forma é selecionada, em geral, de acordo com o defeito ósseo. Reconstruções em altura, espessura ou ambas exigem enxertos em bloco, preferencialmente córtico-esponjosos. O osso em partículas, obtido por trituração ou por raspagem, é apropriado para preencher defeitos ósseos pré-existentes ou lojas cirurgicamente criadas, como no caso do levantamento da membrana do seio maxilar. Adaptam-se de maneira mais eficiente às paredes do sítio receptor e podem ser condensados.

A incorporação do enxerto envolve diferentes fases, desde a inflamatória inicial até a completa remodelação. Uma das primeiras etapas é a angiogênese que acontece em resposta a fatores que promovem proliferação e crescimento de capilares sangüíneos (Albrektsson, 1980a; Phillips *et al*., 1992).

A revascularização é considerada o aspecto crítico para o bom resultado final de procedimentos de enxertia. Observa-se que a invasão vascular apresenta rapidez variável de acordo com a forma e densidade do enxerto. A literatura é vasta em afirmar que a revascularização e conseqüentemente, a reparação do osso esponjoso diferem essencialmente daquela do osso cortical (Mowlem, 1963; Trueta, 1963; Lozano *et al*., 1976; Nathanson, 1978; Burchardt *et al*., 1978; Albrektsson, 1980b; Hardesty *et al*., 1990; Lin *et*

al., 1990; Pinholt *et al*., 1994). A constituição do osso esponjoso, favorecida por amplos espaços medulares, tem uma primeira fase osteogênica simultânea à invasão vascular, que ocorre sobre as trabéculas do osso enxertado. Só posteriormente ocorre reabsorção osteoclástica do osso não vital. Ao contrário, no osso cortical, é necessário que haja inicialmente a reabsorção osteoclástica que abre caminho para os vasos sangüíneos e células osteogênicas. Foi possível comprovar este fenômeno no presente trabalho, haja vista a ocorrência de canais de reabsorção com conteúdo celular adentrando o enxerto em bloco, particularmente no período de 14 dias.

O padrão de reparação do enxerto de acordo com a sua origem embrionária já foi amplamente pesquisado. Alguns autores descreveram maior manutenção de volume de enxertos de origem membranosa (Ozaki & Buchman, 1998). Outros atribuíram as possíveis diferenças entre ambos à sua constituição arquitetural (Sullivan & Swajkun, 1991; Chen *et al*, 1994). Segundo estes, ossos de origem membranosa apresentam uma camada cortical mais densa e uma esponjosa com espaços medulares menos amplos, além de trabéculas mais espessas, ao contrário do que ocorre com um osso de origem endocondral. Certamente, neste experimento, esta assertiva pôde ser ratificada, pois a mandíbula, de origem intramembranosa, exibiu em todos os animais uma espessa camada cortical e uma porção esponjosa reduzida ou mesmo inexistente.

Como conseqüência, a revascularização e a reabsorção do osso membranoso são mais lentas quando comparadas às do osso endocondral. Este aspecto pode ser decisivo quanto à escolha da área doadora. Se o leito é deficiente na sua vascularização, o enxerto de origem endocondral pode ser a melhor escolha (Phillips

& Rhan, 1990). Todavia Pinholt et al. (1994) demonstraram revascularização mais intensa em enxertos de mandíbula – origem membranosa – e de ilíaco – origem endocondral – do que em calota e tíbia, respectivamente de origem membranosa e endocondral, sugerindo que os espaços medulares dos primeiros facilitaram o processo. Com isto, os autores ratificaram a importância da arquitetura óssea no processo de revascularização.

A formação óssea é conduzida por células sobreviventes do enxerto e pela habilidade da matriz óssea em induzir diferenciação de células osteogênicas na área receptora. Embora enxerto e leito tenham contribuições individuais para o processo, é a soma de suas interações que determina o sucesso ou a falência do mesmo (Burchardt & Enneking, 1978).

A manutenção do volume ósseo enxertado pode não significar sucesso do enxerto ao final de determinado período. A não vascularização de um enxerto pode mantê-lo estruturalmente inalterado por prazo indefinido, porque as células responsáveis pela reabsorção não têm acesso ao enxerto (Chen *et al*., 1994). Trueta (1963) e Albrektsson (1980b) afirmaram que nem reabsorção nem osteogênese ocorrem sem que o osso seja revascularizado. O curto período de observação neste trabalho não foi suficiente para avaliar perda volumétrica do enxerto em bloco. Entretanto, no enxerto em partículas a perda volumétrica foi perceptível, já que o tecido que envolveu as partículas exibiu intensa atividade de reabsorção.

A inconsistência entre revascularização e reabsorção foi demonstrada por diversos estudos. Em alguns, a maior revascularização foi associada à maior reabsorção (Thompson & Casson, 1970; Lin *et al*., 1990; Sullivan & Szwaijkun, 1991; Chen *et al*, 1994) contudo, outros demonstraram resultado contrário (Zins &

Whitaker, 1983; Zins & Kusiak, 1984; Wilkes *et al*. 1985). Naqueles estudos que relacionaram maior revascularização com maior reabsorção, não se fixaram rigidamente os enxertos ou sua porção esponjosa era voltada para os tecidos moles, desfavorecendo a osteogênese oriunda de um leito ósseo receptor.

Certamente, o processo de revascularização, remodelamento e persistência do enxerto é multifatorial, como afirmaram Lozano *et al*. (1976) e Gordh *et al*. (1997), e não pode ser compreendido por um mecanismo isolado.

Neste experimento, o enxerto em bloco utilizado foi essencialmente cortical, em razão da escassa quantidade de osso esponjoso existente na área doadora. Aos 7 dias, foi extensa a perda de vitalidade óssea, demonstrada pelas lacunas vazias de osteócitos e canais vasculares (Havers e Volkmann) sem conteúdo. Este achado coincide com as observações de Mowlem (1963), Burchardt & Enneking (1978) e Albrektsson (1980a).

A estrutura densa e pouco porosa do bloco cortical caracteriza sua reparação por uma primeira fase de reabsorção osteoclástica, seguida de um período osteogênico. Os canais vasculares pré-existentes são penetrados por células reabsortivas e são alargados, ao que se segue invasão de vasos sangüíneos e células osteogênicas.

Já aos 7 dias, os blocos exibiam estes canais de reabsorção, especialmente junto à sua base, onde eram freqüentes as áreas de reabsorção. Após 14 dias, estes canais eram mais numerosos, alargados e com conteúdo celular. Os canais de Havers e de Volkmann tornaram-se mais evidentes. Estes fenômenos corroboram a opinião de inúmeros autores que afirmam ser lenta a revascularização de blocos corticais, com retardo no processo final de remodelação óssea do enxerto (Mowlem, 1963; Burchardt &

Enneking, 1978; Albrektsson, 1980; Block et al., 1980; Phillips & Rahn, 1990; Cypher & Grossman, 1996).

Para favorecer a transformação celular que produz novo osso e consolida o enxerto, um leito receptor adequado deve ser preparado para favorecer sua revascularização. A fixação rígida elimina micromovimentações do enxerto e a justaposição do enxerto elimina espaços mortos, favorecendo uma sólida interface (Carvalho *et al*., 2000).

Em relação ao preparo cirúrgico do leito receptor, este é realizado com o objetivo de aproximar a medula óssea da área receptora (fonte de vasos sangüíneos e células osteogênicas) e enxerto. Este procedimento é um cuidado mais recente dos investigadores. Trabalhos mais antigos descreviam a simples colocação do enxerto sobre o leito, sem outro preparo cirúrgico além do desnudamento muco-periosteal (Thompson & Casson, 1970; Lozano *et al*, 1976; Fonseca *et al*., 1980; Zins & Whitaker, 1983; Zins & Kusiak, 1984; Wilkes *et al*., 1985; Hardesty & Marsh, 1990).

Prolo & Rodrigo, em 1985, alertaram para necessidade de cuidadoso preparo do leito receptor, preferencialmente com exposição da medula óssea, sem contudo causar aquecimento ou destruição celular.

Alberius *et al*., em 1996, demonstraram que a perfuração do leito favoreceu a incorporação do enxerto e um reforço estrutural da medula óssea.

Em 1998, Gordh *et al*. realizaram perfurações tanto no leito quanto no enxerto. O procedimento viabilizou a migração de células da medula óssea receptora para o enxerto, diminuindo a perda volumétrica. A despeito disso e surpreendendo os próprios autores, ocorreu plena consolidação entre a superfície cortical de

enxertos e o leito também cortical, inclusive na ausência de perfuração.

Carvalho *et al* (2000) demonstraram que o preparo do leito por descorticalização ou perfurações, influiu positivamente na integração do enxerto, diferentemente do que ocorreu quando o leito não foi preparado, o que resultou em união fibrosa.

Carvalho (2001) realizou perfurações nos próprios enxertos em bloco, procedimento que teria facilitado a revascularização e a neoformação ósseas na intimidade dos blocos ósseos.

No presente trabalho, o preparo do leito foi realizado por uma associação de descorticalização e perfuração. A descorticalização foi realizada mediante a necessidade de criação de uma loja óssea que pudesse acomodar adequadamente o enxerto. Além disso, buscou diminuir a espessura da densa cortical mandibular da área enxertada. As perfurações facilitaram o influxo de vasos sangüíneos.

Já aos 7 dias, o tecido conjuntivo preencheu as cavidades resultantes das perfurações da broca. Aos 14 dias, a osteogênese era evidente nas perfurações, com áreas de invasão de novo osso na intimidade do enxerto.

Estes achados sugerem que o preparo do leito é indispensável não apenas como facilitador da revascularização, como por ser sítio de osteogênese precoce que funciona como ponte entre leito e enxerto e possivelmente reforce estruturalmente a área da interface. Estas observações ratificam as afirmações e alguns dos resultados de Prolo & Rodrigo (1985), Alberius (1996), Gordh (1998) e Carvalho *et al*. (2000).

No que tange à fixação rígida dos enxertos ósseos, por meio de placas ou parafusos, também foi técnica recentemente

introduzida nos trabalhos experimentais. Antes, os enxertos não eram fixados ao leito (Thompson & Casson, 1970; Hardesty & Marsch, 1990) ou eram presos por meio de suturas aos tecidos moles adjacentes (Lozano *et al*., 1976) ou por amarrias metálicas (Nathanson , 1978; Zins & Kusiak, 1984).

Entre os autores que utilizaram a fixação rígida de enxertos, quer por placas e parafusos, quer exclusivamente por parafusos, as opiniões são contraditórias. La Trenta *et al*., em 1989, observaram maior volume final do enxerto com fixação rígida. Em sua opinião, a completa imobilização favoreceu maior contato com o leito ósseo e, por conseguinte, a revascularização e a aposição óssea. Os autores sugeriram que o rápido início da fase osteogênica e a osteocondução propiciada pela fixação rígida favoreceram os resultados encontrados.

Lin *et al*. (1990) afirmaram que a revascularização não sofreu interferência do tipo de fixação utilizado. Os autores afirmaram que a fixação rígida só melhora a sobrevivência do enxerto em regiões sujeitas a movimentação. Todavia, demonstraram discreto aumento vascular em torno do parafuso nos espécimes fixados.

A perda de volume não é linear, sendo mais dramática nas primeiras semanas. A fixação rígida exerceria sua influência nas fases iniciais. Os mesmos autores inferiram que, uma vez que o enxerto se torne aderido ao leito, o tipo de fixação deixa de ser importante.

Philips & Rahn (1990) observaram interferência da fixação apenas em ossos de origem membranosa. Em sua opinião, a fixação rígida só seria crítica para ossos corticais densos, cuja revascularização depende de invasão dos canais vasculares pré-existentes. Em 1998, os mesmos autores relacionaram maior volume

ósseo dos enxertos à fixação rígida, especialmente nos de origem membranosa.

Em 1994, Chen *et al*. também encontraram menor perda volumétrica do enxerto rigidamente fixado. Curiosamente, para os autores, a explicação estaria no fato de que a imobilização rígida eliminaria o espaço entre enxerto e área receptora, reduzindo a neovascularização pela interface e, conseqüentemente a sua reabsorção.

Neste experimento, a fixação rígida do enxerto ósseo em bloco influenciou positivamente a reparação e a osteogênese. Ao contrário do que afirmaram Chen *et al* (1994), o parafuso de fixação não inibiu a formação de uma interface constituída de tecido conjuntivo, rico em fibroblastos, fibras colágenas e vasos sangüíneos, que proliferou em torno das espiras do parafuso já aos 7 dias. Além disso, na proximidade do parafuso, observou-se osteogênese já aos 14 dias. Portanto, o parafuso funcionou como superfície osteocondutora.

Admite-se que a fixação rígida por placas e parafusos mantém o íntimo contato entre enxerto e leito e, por conseguinte, elimina espaços mortos, nos quais não há osteogênese, mas fibrose (Carvalho *et al*., 2000). Também impede micro-movimentações, propiciando a delicada proliferação capilar da interface para o enxerto, garantindo o indispensável suprimento de nutrientes e oxigênio a uma região em processo de reparação. Isto pode ser especialmente importante ao se considerar que forças de cisalhamento afetam fortemente as células endoteliais (Nathanson, 1978). O suprimento de oxigênio também é decisivo, pois a sua disponibilidade pode comandar a expressão gênica de células mesenquimais indiferenciadas, diferenciando-se em osteoblastos

em condições de grande oferta ou em fibroblastos em sua escassez.

O enxerto ósseo obtido por raspagem de osso cortical oferece partículas de dimensões bastante reduzidas quando comparadas àquelas que resultam de trituração de um bloco. Neste trabalho, já aos 7 dias, houve completo envolvimento das partículas por tecido conjuntivo. As partículas desvitalizadas já mostravam áreas de reabsorção. Aos 14 dias, esta reabsorção era avançada. Estes resultados também foram encontrados por Fonseca et al. (1980), quando demonstraram que partículas pequenas são rapidamente envolvidas por vasos neoformados e sofrem extensa reabsorção osteoclástica. Os autores atribuíram este processo ao fato de que enxertos ósseos particulados oferecem menos barreiras à difusão de fluidos e à proliferação vascular vinda do leito.

Luppino (2003) e Coradazzi (2003) também relataram evolução favorável da reparação de cavidades ósseas preenchidas com partículas de osso triturado, raspas de osso ou macerado ósseo, coletados durante a brocagem. A presença de tais partículas, na opinião dos autores, relacionou-se a uma maior neoformação óssea. Coradazzi afirmou que a reabsorção de partículas de osso cortical, ricas em BMP, teriam boa capacidade osteoindutora.

O padrão observado nas cavidades preenchidas com partículas remete à clássica descrição de reparação óssea de alvéolos pós-exodontia. As partículas foram deslocadas para a superfície, enquanto a base era constituída por um tecido conjuntivo rico em fibras colágenas. As primeiras áreas de neoformação óssea surgiram da base, assemelhando-se ao reparo

alveolar, em que a aposição óssea tem início no fundo e nas paredes do alvéolo.

Pallensen et al., em 2002, demonstraram que partículas menores também são rapidamente reabsorvidas, com simultânea maior aposição óssea do que quando são utilizadas partículas de maiores dimensões. Os autores argumentaram que o pequeno tamanho aumenta a superfície de contato com o tecido que as envolve.

Se a rapidez de reabsorção das partículas obtidas por raspagem pode favorecer sua rápida substituição, por seu pequeno tamanho, por outro lado pode influenciar negativamente sobre o volume final do enxerto. Nos espécimes de 14 dias, foi possível observar esta ocorrência. O fato deve alertar sobre a possibilidade de diminuição volumétrica deste tipo de enxerto quando de sua aplicação clínica

O preparo do leito por descorticalização e perfuração nos enxertos em partículas demonstrou-se favorável no processo de reparação. Aos 7 dias, os espaços criados pela perfuração da broca já eram preenchidos por tecido de granulação com áreas de início de neoformação óssea. Aos 14 dias, os espaços eram quase completamente ocupados por novo osso.

Assim como nos enxertos em bloco, o preparo do leito para enxertos em partículas pode facilitar a reparação e servir de ponto de partida para neoformação óssea.

O estudo e a compreensão dos fenômenos iniciais da reparação dos enxertos ósseos autógenos são indiscutivelmente necessários para interferir de modo favorável nas etapas subseqüentes até a completa consolidação. Quanto mais precoces forem a revascularização e a osteogênese local, maior será a probabilidade de sucesso do procedimento de enxertia.

Falhas em aspectos iniciais críticos podem acarretar extensas reabsorções, seqüestros ou danos à área receptora, como bem salientaram Prolo & Rodrigo em 1985.

Novas Perspectivas

Certamente, o conhecimento atual ainda está aquém da exata compreensão dos eventos que se sucedem na reparação de um enxerto ósseo autógeno. Além dos fenômenos biológicos, há outras variáveis que dependem do indivíduo e da técnica cirúrgica. A saúde geral e local e o equilíbrio do metabolismo ósseo do hospedeiro certamente influenciam fortemente o processo. A habilidade do cirurgião em causar mínimo trauma às áreas envolvidas e em recobrir sem tensão o enxerto também pode favorecer o resultado final. A colaboração do paciente nos cuidados e na manutenção da área operada também é importante para o sucesso final.

É provável que, no futuro, o enxerto ósseo autógeno seja substituído por um material da mesma nobreza biológica, ou ainda, que possa ser obtido por cultura, *in vitro*, de células osteoprogenitoras do hospedeiro. Isto certamente beneficiaria o paciente, diminuindo a morbidade do ato cirúrgico de reconstrução óssea. Até que estas alternativas se tornem realidade e que se aproveite sua aplicabilidade clínica, resta conhecer detalhadamente todas as delicadas etapas da reparação do enxerto ósseo autógeno. Só assim, será possível adotar ou modificar procedimentos que favoreçam e facilitem o aproveitamento deste material que, indiscutivelmente, é ainda o “padrão ouro” da enxertia óssea.

Conclusões

Conclusões

Com base nos resultados observados e nas condições experimentais deste trabalho, foi possível concluir que:

- A reparação inicial do enxerto ósseo em bloco cortical caracterizou-se por processos de desvitalização, reabsorção e revascularização a partir do leito receptor
- A reparação inicial do enxerto ósseo em partículas compreendeu rápida reabsorção dessas partículas, envolvidas por tecido de granulação que exibiu áreas de neoformação óssea

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas*

1. ALBERIUS, P.; GORDH, M.; LINDBERG, L.; JOHNELL,O. Effect of cortical perforations of both graft and host bed on onlay incorporation to the rat tibia. *Eur J Oral Sci* v. 104, p. 554-561`, 1996.

2. ALBREKTSSON, T. *In vivo studies of bone grafts*. Acta Orthop Scand v. 51, p. 9-17, 1980.

3. ALBREKTSSON, T. Repair of bone grafts. Scand J Plast Surg v. 14, p. 1-12, 1980.

4. BACH, D.R.; BURGESS, L.P.A.; ZISLIS, T; QUIGLEY, N. HOLLINGER, J.O. Cranial, Iliac, and demineralized freeze-dried bone grafts of the mandible in dogs. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* v. 117, p. 390-395, 1991.

5. BLOCK, M.S.; KENT, J.N.; KALLUKARAN, F.U.; THUNTHY, K; WEINBERG, R. Bone maintenance 5 to 10 years after sinus grafting. *J Oral Maxillofac Surg* v. 56, n. 6, p. 706-714, 1998.

6. BURCHARDT, H.; ENNEKING, W.F. Transplantation of bone. *Surg Clin North America*. v. 58, n. 2, p. 403-427, 1978[1].

*Baseado em:
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas. Grupo de Trabalho Normalização Documentária da UNESP. **Normalização documentária para a produção científica da UNESP:** normas para apresentação de referências segundo a NBR 6023:2002 da ABNT. São Paulo, 2003.

7. CARVALHO, P.S.P.; VASCONCELOS, L.W.; PI, J. Influence of bed preparation on the incorporation of autogenous bone grafts: a study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* v. 15, n. 4, p. 565-570, 2000.

8. CARVALHO, R.S. Avaliação dos enxertos ósseos autógenos perfurados e não perfurados de origens embriológicas diferentes. Estudo Experimental em Coelhos. *Dissertação de mestrado apresentada ao Centro de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade do Sagrado Coração – Bauru, 119p., 2001.*

9. CHEN, N.T.; GLOWACKI, J.; BUCKY, L.P.; HONG, H.Z.; KIM, W.K.; YAREMCHUK, M.J. The roles of revascularization and resorption on endurance of craniofacial onlay bone grafts in the rabbit. *Plast Reconstr Surg* v. 93, p. 715-724, 1994.

10 CORADAZZI, L.F. Avaliação dos enxertos ósseos autógenos triturados manualmente ou coletados durante osteotomia. Análise microscópica e histométrica em coelhos. *Dissertação de Mestrado apresentada à faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP 119p., 2003.*

11 CYPHER, T.J.; GROSSMAN, J.P. Biological principles of bone graft healing. *J Foot Ankle Surg* v. 35, n. 5, p. 413-417, 1996

12 DOUGLAS, C.R.; DOUGLAS, N.A. Fisiologia do Osso. In: DOUGLAS, C.R. *Patofisiologia Oral*, vol. II, 1ª. reimpressão, Pancast, 2000. cap.51, p. 201-245.

13 FONSECA, R.J.; CLARK, P.J.; BURKES JR, J. BARKER, R.D. Revascularization and healing of onlay particulate autologous bone grafts in primates. *J Oral Surg* v. 38, n. 8, p. 572-577, 1980.

14 GORDH, M.; ALBERIUS, P. LINDBERG, L. JOHNELL, O. Bone graft incorporation after cortical perforations of the host bed. *Otolaryngol Head Neck Surg* v. 117, n. 6, p. 664-670, 1997.

15 GROENEVELD, E.H.J.; VAN DEN BERGH, J.P.A.; HOLZMANN, P; TEN BRUGGENKATE, C.M.; TUINZING, D.B.; BURGER, E.H. Histomorphometrical analysis of bone formed in human maxillary sinus floor elevations grafted with OP-1 device, demineralized bone matrix or autogenous bone. Comparison with non-grafted sites in a series of case reports. *Clin Oral Impl Research* v. 10, n. 6, p. 499-509, 1999.

16 HARDESTY, R.A.; MARSH, J.L. Craniofacial onlay bone grafting: A prospective evaluation of graft morphology, orientation and embryonic origin. *Plast Reconstr Surg* v. 85, n. 1, p. 5-15, 1990.

17 JOOS, U.; KLEINHEINZ, J. Reconstruction of the severely resorbed (class VI) jaws: routine or exception? *J Cranio Maxillofac Surg* v. 28, p. 1-4, 2000.

18 La TRENTA, G.S.; Mc CARTHY, J.G.; BREIBART, A.S.; MAY,M.; SISSONS, H.A. The role of rigid skeletal fixation in bone-graft augmentation of the craniofacial skeleton. *Plast Reconstr Surg* v. 84, n. 4, p. 578-587, 1989.

19 LIN, K.Y.; BARTLETT, S.P.; YAREMCHUK, M.J.; FALLON, M.; GROSSMAN, R.F.; WHITAKER, L.A. The effect of rigid fixation on the survival of onlay bone grafts: an experimental study. *Plast Reconstr Surg* v. 86, n. 3, p. 449-456, 1990.

20 LOZANO, A. J.; CESTERO, H.J.; SALYER, K.E. The early vascularization of onlay bone grafts. *Plast Reconstr Surg* v. 58, p. 302-305, 1976.

21 LUPPINO, F. Efeitos da raspa de osso autógeno cortical no reparo de cavidades ósseas. Avaliação histológica em cães. *Dissertação de Mestrado apresentada à faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – UNESP, 85p., 2003.*

22 MOWLEM, R. Bone grafting. *British Journal of Plastic Surg.* v. 8, p. 293-304, 1963.

23 NATHANSON, A. The early vascularization of an autogenous bone inlay into an artificial defect in the rabbit mandible. *Acta Otolaryngol* v. 85 p. 135-148, 1978.

24 OKLUND, S.A.; PROLO, D.J.; GUTIERREZ, R.V.; KING, S.E. Quantitative comparisons of healing in cranial fresh autografts, frozen autografts and processed autografts, and allografts in canine skull defects. *Clin Orthop Rel Research* v. 205, 269-290, 1986.

25 OZAKI, W.; BUCHMAN, S.R. Volume Maintenance of onlay bone grafts in the craniofacial skeleton: micro-architecture versus embryologic origin. *Plast Reconstr Surg* v. 102, p. 291-299, 1998.

26 PALLENSEN, L.; SCHOU, S.; AABOE, M.; HJØRTING-HANSEN, E.; NATTESTAD, A.; MELSEN, F. Influence of particle size of autogenous bone grafts on the early stages of bone regeneration: a histologic and stereologic study in rabbit calvarium. *Int J Oral Maxilofac Surg* v. 17, n. 4, p. 498-506, 2002.

27 PHILLIPS, J.H.; FORREST, C.R.; GRUSS, J.S. Current concepts in the use of bone grafts in facial fractures. *Clin Plast Surg* v. 19, n.1, p. 41-58, 1992.

28 PHILLIPS, J.H.; RAHN, B.A. Fixation Effects on membranous and endochondral onlay bone-graft resorption. *Plast Reconstr Surg* v. 82, n. 5, p. 872-877, 1988

29 PINHOLT, E.M.; SOLHEIM, E.; TALSNES, O.; LARSEN, T.B.; BANG, G.; KIRKEBY, O.J.; Revascularization of calvarial, mandibular, tibial, and iliac bone grafts in rats. *Ann Plast Surg* v. 33, n. 2, p. 193-197, 1994.

30 PROLO, D.J.; RODRIGO, J.J. Contemporary Bone graft physiology and surgery. *Clin Orthop Rel Research* v. 200, p. 322-342, 1985.

31 SCHENK, R.R. Bone regeneration: biologic basis. In: BUSER, D.; DAHLI, C.; SCHENK, R.K. *Guided bone regeneration im implant denstistry*. 1ª. ed. St. Louis; Quintessence Books, 1994. p. 49-100.

32 SCHIMITZ, J.P.; HOLLINGER, J.O. The critical size defect as an experimental model for craniomandibular facial nonunions *Clin Orthop Rel Research*. v. 205, p. 299-307, 1986.

33 SULLIVAN, W.G.; SZWAJKUN, P.R. Revascularization of cranial versus iliac crest bone grafts in the rat. *Plast Reconstr Surg* v. 87, p. 1105-1109, 1991.

34 THOMPSON, N.; CASSON, J. Experimental onlay bone grafts to the jaws. *Plast Reconstr Surg* v. 46, p. 341-349, 1970.

35 TRIPLETT, R.G.; SCOW, S.R. Autologous bone grafts and endosseous implants: complementary techniques. *J Oral Maxillofac Surg* v. 54, n. 4, p. 486-494, 1996.

36 TRUETA, J. The roles of the vessels in osteogenesis. *J Bone Joint Surg* v. 45B, p. 402-416, 1963.

37 VAN DER BERGH, J.P.A.; TEN BRUGGENKATE, C.M.; TUINZING, D.B. Preimplant surgery of the bony tissues. *J Prosthet Dent*, v. 80, n. 2, p. 175-183, 1998.

38 VAN SICKELS, J.E.; MONTGOMERY, M.T.; Review of surgical ridge augmentation procedures for the atrophied mandible. *J Prosthet Dent* v. 51, n. 1, p. 5-10, 1984.

39 WIDMARK, G. ANDERSSON, B.; IVANOFF, C.J. Mandibular bone graft in the anterior maxilla for single-tooth implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* v. 26, n. 6, p. 106-109, 1997.

40 WILKES, G.H.; KERNAHAN, D.A.; CHRISTENSON, M. The long-term survival of onlay bone grafts – A comparative study in mature and immature animals. *Ann Plast Surg* v. 15, n.5, p. 374-378, 1985.

41 ZINS, J.E.; KUSIAK, J.F.; WHITAKER, L.A.; ENLOW, D.H. The influence of the recipient site on bone grafts to the face. *Plast Reconstr Surg v. 73, n. 3, p. 371-379, 1984.*

42 ZINS, J.E.; WHITAKER, L.A. Membranous versus endochondral bone: implications for craniofacial reconstruction. *Plast Reconstr Surg* v. 72, p. 778-784, 1983.

Resumo

Resumo

PALECKIS, L.G.P. Reparação inicial de enxertos ósseos autógenos em bloco ou em partículas. Estudo microscópico em mandíbula de cães. Araçatuba, 2004. 121p. Tese (Doutorado em Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

A reabsorção óssea associada à perda dos dentes por vezes impossibilita a instalação imediata de implantes dentários. Nesta circunstância, pode ser necessária a reconstrução óssea prévia, realizada por meio de enxertos ósseos autógenos. A compreensão dos fenômenos iniciais da reparação dos enxertos é fundamental para favorecer sua consolidação clínica.

Neste estudo, foram realizados enxertos ósseos autógenos em bloco ou em partículas na mandíbula de 6 cães, bilateralmente. Os leitos receptores foram preparados, os blocos foram rigidamente fixados e os enxertos em partículas foram adaptados e condensados. Três animais foram sacrificados após 7 dias e os outros 3, após 14 dias. Os espécimes foram submetidos a análise microscópica.

Após 7 dias, os enxertos em bloco exibiram desvitalização, com canais vasculares vazios e interface enxerto-leito constituída por um tecido conjuntivo vascularizado e rico em fibras colágenas.

As partículas, desvitalizadas, foram completamente envolvidas por tecido conjuntivo, com áreas de reabsorção osteoclástica.

Aos 14 dias, os blocos já eram invadidos por canais de reabsorção, e os canais vasculares de Havers e Volkmann eram alargados e revascularizados junto ao leito. As partículas foram quase completamente reabsorvidas e o tecido conjuntivo circundante já exibia áreas de neoformação óssea.

As perfurações do leito e a região adjacente ao parafuso de fixação foram sede de início de osteogênese.

Os resultados mostraram que a reparação inicial dos enxertos em bloco caracteriza-se por lenta revascularização a partir do leito receptor, que requer alargamento dos canais vasculares pré-existentes, enquanto as partículas são rapidamente reabsorvidas.

Palavras-chave: Enxerto ósseo autógeno, Cirurgia bucal, Cães

Abstract

Abstract

PALECKIS, L.G.P. Initial repair of block or particulate autogenous bone grafts. Microscopic study in mandible of dogs. Araçatuba, 2004. 121p. Tese (Doutorado em Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

Sometimes, bone resorption in association with loss of teeth makes it impossible to immediately perform dental implants. Under this circumstance, previous bone reconstruction would be necessary, through autogenous bone grafts. The understanding of the initial phenomena involved with bone grafting repair is fundamental for a clinical success.

In this study, block or particulate autogenous bone grafts were placed bilaterally in mandibles of dogs. The host sites were prepared, the blocks rigidly fixated, and the particulate grafts were adapted and condensed. Three animals were sacrificed after 7 days, and the other 3, after 14 days. The samples were processed for microscopic analysis.

After 7 days, the grafted blocks showed devitalization and empty vessel canals. The interface between the host site and the graft presented a vascularized connective tissue rich in collagen fibers. The grafted particles were devitalized and totally embedded

in connective tissue. Areas of osteoclastic resorption were noticed in this group.

At 14 days, resorption lacunae could be seen in the blocks. Harvers and Volkmann canals were elongated and revascularized at the host site. The particles had already been almost resorbed, and the surrounding connective tissue presented areas of new bone formation.

The perforations of the host site and the region adjacent to the fixation screw represented areas where there was a beginning of osteogenesis.

The results showed that the initial repair of block grafts was characterized by slow revascularization, starting from the host site, which required enlargement of pre-existing vascular canals. On the other hand, particulate bone grafts were rapidly resorbed and replaced by areas of forming bone.

Key words: autogenous bone graft, oral surgery, dogs

Anexo

Anexo