

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**OSTEOSSÍNTESE UMERAL EM POMBOS
DOMÉSTICOS (*Columba livia*) POR XENOENXERTO
ÓSSEO, CONSERVADOS EM MEL TRATADOS OU
NÃO COM LASER ARSENETO DE GÁLIO (AsGa)**

TESE DE DOUTORADO

KLEBER GOMES

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**OSTEOSSÍNTESE UMERAL EM POMBOS DOMÉSTICOS
(*Columba livia*) POR XENOENXERTO ÓSSEO,
CONSERVADO EM MEL, TRATADOS OU NÃO COM
LASER ARSENETO DE GÁLIO (AsGa)**

por

Kleber Gomes

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de Concentração em Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Medicina Veterinária.**

Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Wallau Schossler

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências rurais
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**OSTEOSSÍNTESE UMERAL EM POMBOS DOMÉSTICOS (*Columba
livia*) POR XENOENXERTO ÓSSEO, CONSERVADO EM MEL
TRATADOS OU NÃO COM LASER ARSENETO DE GÁLIO (AsGa)**

elaborado por
Kleber Gomes

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Medicina Veterinária

Comissão Examinadora

**João Eduardo Wallau Schossler, Prof. Dr.
(Presidente/Orientador)**

Alexandre Mazzanti, Prof. Dr. (UFSM)

João César Dias Oliveira, Prof. Dr. (UFSM)

Josaine Cristina da Silva Rappeti Pedrozo, Prof. Dr. (UFPeL)

Fabício de Vargas Arigony Braga, Prof. Dr. (FAI)

Santa Maria, 26 de julho de 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, meu pai Deo Gomes, minha mãe Jussara, que sempre me apoiaram em todas as ocasiões de minha vida e por todo esse período, acreditando sempre no meu trabalho.

Ao meu irmão Gildo, pela imensa amizade, companheirismo e que também sempre acreditou no meu trabalho.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), minha escola, a qual tenho muito orgulho.

Ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária pela oportunidade oferecida.

Ao CNPQ pela bolsa, sem a qual não teria sido possível a realização desse estudo.

Ao meu orientador professor João Eduardo Wallau Schossler, pela orientação e por seus ensinamentos, que sempre levarei comigo. Valeu!

Aos professores do LACE, Alceu Raiser, Alexandre Mazzanti e Ney Pippi, pela competência e pelos ensinamentos, exemplos que seguirei por toda minha carreira.

A Marina (Bia), pela ajuda em todos os momentos deste trabalho. Muito obrigado por tudo.

Ao amigo e colega Charles Pelizzari, que tenho profunda admiração.

Aos estagiários que hoje são colegas João Paulo Monteiro Carvalho Mori da Cunha, Kauê Helene Lemos Reis e Karine Klock, pela colaboração em todas as etapas do projeto. Sem vocês tudo teria sido mais difícil.

A Nelcy pela ajuda em todos os momentos desse estudo.

Ao professor Adriano Carregaro pela ajuda neste trabalho e por me tirar do sufoco algumas vezes.

Ao departamento de radiologia, pela disponibilidade para realização destes exames.

Ao colega e amigo Rafael Messias Luiz, pela imensa força e incentivo para a conclusão desta tese.

Ao professor Celso Pilati e sua equipe do laboratório de histologia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), pela dedicação e ajuda.

Aos colegas do LACE, pelo apoio.

A todos os que de alguma forma contribuíram na realização desta etapa, o meu reconhecimento e minha gratidão.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria

OSTEOSSÍNTESE UMERAL EM POMBOS DOMÉSTICOS (*Columba livia*) POR XENOENXERTO ÓSSEO, CONSERVADO EM MEL TRATADOS OU NÃO COM LASER ARSENETO DE GÁLIO (AsGa)

AUTOR: KLEBER GOMES
ORIENTADOR: JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER
Data e Local de Defesa: Santa Maria, 26 de julho de 2010

Com o aumento no atendimento de animais selvagens, em especial as aves, nos deparamos com numerosas enfermidades nesses animais, tendo as fraturas como as lesões mais frequentes no atendimento clínico-cirúrgico veterinário. O objetivo desse estudo foi de diminuir o período de recuperação das aves após fratura de úmero com o intuito de antecipar a soltura dos mesmos em seu meio ambiente. Para isso, foram utilizados 32 pombos domésticos divididos em dois grupos, formados por 16 animais cada dispostos de forma aleatória. Os animais de ambos os grupos foram submetidos a osteossíntese de úmero utilizando xenoenxerto preservado em mel de abelha, sendo que o Grupo I (GI) não recebeu nenhum tratamento adicional, enquanto que o Grupo II (GII) foi submetido à tratamento com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa) durante sete dias de pós-operatório utilizando dosimetria de 4 J/cm² pontual. Cada grupo foi subdividido em quatro subgrupos contendo quatro animais cada conforme o período de avaliação (8, 15, 30 e 60 dias). Os animais foram avaliados clinicamente uma vez ao dia durante todo o período pós-operatório, iniciando pós-operatório imediato. Todas as aves foram avaliadas radiologicamente no pós-operatório imediato e semanalmente até o período determinado para a avaliação histológica de cada animal. Na avaliação histológica não houve diferença significativa entre os grupos estudados. Observou-se intensa formação de tecido cartilaginoso aos 8 e 15 dias, sendo que aos 15 dias já se observava a formação de trabéculas ósseas na formação cartilaginosa. Em 30 dias o calo ósseo era constituído por osso trabecular com pouco tecido cartilaginoso, e aos 60 dias este calo apresentava-se consolidado por osso trabecular com pouca atividade celular. No exame radiográfico a formação de calo ósseo só foi observada na avaliação de 30 dias. Clinicamente as aves apresentaram uso funcional do membro, ausência de edema, secreção ou sinais de infecção. No teste de vôo, todos os animais do GII alcançaram vôo até 19 dias de pós-operatório, enquanto que o GI até os 23 dias de pós-operatório. É possível concluir que a utilização de um pino ósseo, intramedular, confeccionado com metatarso felino conservado em mel, introduzido de forma retrógrada, na osteossíntese umeral em pombos domésticos é altamente viável. E a terapia com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa) com dosimetria de 4 J/cm², aplicado em quatro pontos, diminui o tempo para o restabelecimento do vôo.

Palavras-chaves: aves; ortopedia; laser; mel; implante ósseo.

ABSTRACT

Doctor Thesis
Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria

OSTEOSYNTHESIS OF THE HUMERAL IN DOMESTIC PIGEONS (*Columba livia*) BY BONE XENOGRAFTS, PRESERVED IN HONEY TREATED OR NOT WITH GALLIUM ARSENIDE LASER (GaAs)

AUTHOR: KLEBER GOMES
ADVISER: JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER
Date and place: Santa Maria, July 26th,2010

The increase in attendance of wild animals, especially birds, leads to the veterinarian deal with numerous diseases in these animals, being the fractures one of the most frequent injuries in the veterinary clinical surgery. The aim of this study was to reduce the recovery period of birds with humeral fracture in order to anticipate the release of them back into the environment. It was used 32 pigeons which were randomly divided into two groups consisting of 16 animals each. Animals from both groups were undergone osteosynthesis of the humerus using xenograft preserved in honey. Group I or control (GI) received no additional treatment, while in the Group II (GII) was treated with Gallium arsenide laser (GaAs) for seven days postoperatively using punctual application and dosimetry of 4 J/cm². Each group was subdivided into four groups containing four animals each according to the evaluation period (8, 15, 30 and 60 days). The animals were evaluated clinically once daily throughout the postoperative period, starting at early postoperative period. All birds were evaluated radiologically at early postoperative period and weekly until the period for the histological evaluation of each animal. Histological evaluation did not differ between groups. It was observed an intense formation of cartilaginous tissue at 8 and 15 days, nevertheless it was possible to observe early formation of bone trabeculae at 15 days in the cartilage formation. At 30 days the callus was composed of trabecular bone with some cartilage, and 60 days this callus had been consolidated by trabecular bone with low cellular activity. The callus formation was observed only in 30 days in the radiographic evaluation. Clinically, the birds evidenced functional use of the limb, absence of edema, discharge or signs of infection. In the flight test, all animals from GII reached flight until 19 days after surgery, whereas GI only at 23 days postoperatively. It was concluded that the use of an intramedullary bone pin from metatarsal of cats and preserved in honey, introduced in a retrograde way for humeral osteosynthesis in pigeons are highly feasible. The radiation therapy with Gallium Arsenide laser (GaAs) (4 J/cm²) applied at four points decreases the time for restoring the flight.

Key words: birds, orthopedy, laser, honey, bone implant

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Dados relacionados à avaliação clínica de teste de vôo, entre os animais tratados com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa) e os não tratados dos grupos aptos a voar, sendo eles o GI30, GI60, GII30 e GII60.....	52
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Imagem fotográfica da porção distal do membro pélvico de um felino (<i>Felis catus</i>) após tricotomia e incisão de pele sobre os ossos metatarsos onde pode-se visualizar tendões e músculos (A), que em seguida foram rebatidos e seccionados expondo assim os metatarsos do animal (B).....	31
FIGURA 2 Imagem fotográfica de dois metatarsos felinos após serem desarticulados e retirados do membro pélvico de um felino (<i>Felis catus</i>).....	31
FIGURA 3 Imagem fotográfica da abertura epifisária de um metatarso felino (<i>Felis catus</i>) com o auxílio de uma serra manual a fim de expor o canal medular.....	32
FIGURA 4 Imagem fotográfica demonstrando a limpeza de todos os tecidos circunjacentes em um metatarso de um felino (<i>Felis catus</i>), com o auxílio de uma lâmina de bisturi de número 24.....	33
FIGURA 5 Imagem fotográfica de um metatarso felino (<i>Felis catus</i>) no momento em que era removida sua medula óssea com jatos de solução fisiológica promovidos sob pressão por uma seringa de 20ml acoplada a uma agulha hipodérmica 25x7.....	33
FIGURA 6 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), sendo higienizado com o auxílio de uma compressa cirúrgica úmida.....	34
FIGURA 7 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), sendo pesado com o auxílio e uma balança digital.....	35
FIGURA 8 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), em decúbito lateral, envolta em papel alumínio, com o membro esquerdo sendo submetido a depenação, obedecendo a direção de crescimento das penas.....	36
FIGURA 9 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), em decúbito lateral, envolta em papel alumínio, com o membro previamente depenado com a porção distal da asa envolta por uma compressa cirúrgica estéril, evitando exposição de penas....	37

FIGURA 10 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), coberto por panos de campos estéreis isolando o sítio cirúrgico.....	38
FIGURA 11 Imagem fotográfica do momento em que o implante era retirado cuidadosamente, com o auxílio de uma pinça anatômica, do frasco onde permaneceu conservado em mel por um período não inferior a 30 dias.....	39
FIGURA 12 Imagem fotográfica de quatro metatarsos de um felino (<i>Felis catus</i>) submersos em solução salina estéril morna dentro de uma cuba metálica para reidratação dos ossos.....	39
FIGURA 13 Imagem fotográfica do período em que o implante ósseo foi submetido a lavagem sob pressão, com solução salina estéril, com o auxílio de uma seringa de 10 ml e uma agulha 25x7 mm para remoção completa de qualquer resíduo de mel que pudesse estar no interior do canal medular.....	40
FIGURA 14 Imagem fotográfica trans-operatória do acesso dorso-lateral do membro esquerdo de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>).....	41
FIGURA 15 Imagem fotográfica trans-operatória após divulsão romba entre os músculos deltóide menor e propatagial expondo o úmero e o nervo radial do membro esquerdo de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>).....	41
FIGURA 16 Imagem fotográfica trans-operatória da osteotomia diafisária do úmero esquerdo de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), com o auxílio de uma broca odontológica acoplada a um micromotor sob irrigação constante com solução fisiológica estéril, instilada com uma seringa de 20 ml, acoplada a uma agulha 27x7.....	42
FIGURA 17 Imagem fotográfica trans-operatória após osteotomia diafisária do úmero esquerdo de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), expondo seu canal medula.....	43
FIGURA 18 Imagem fotográfica trans-operatória no instante em que uma broca acoplada a uma parafusadeira era utilizada para abrir um canal na epífise proximal do úmero esquerdo de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>).....	43
FIGURA 19 Imagem fotográfica trans-operatória de um pino ósseo sendo introduzido de forma retrógrada pelo canal medular no úmero esquerdo de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>).....	44
FIGURA 20 Imagem fotográfica trans-operatória do alinhamento da fratura e início da introdução do pino ósseo no segmento distal da osteossíntese umeral de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>).....	44

FIGURA 21 Imagem fotográfica trans-operatória do alinhamento na osteossíntese umeral de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>).....	45
FIGURA 22 Imagem fotográfica trans-operatória da síntese dos músculos deltóide menor e propatagial, de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), com sutura interrompida de Sultan (pontos em “X”) utilizando um fio absorvível sintético de poliglactina 910 número 4-0.....	46
FIGURA 23 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (<i>Columba Livia</i>), sendo submetido a terapia com laser, com um aparelho diodo Arseneto de Gálio (AsGa), de 45 W de potência.....	47
FIGURA 24 Imagem fotográfica de um recinto telado com poleiros a uma altura de aproximadamente 1,80m, onde foram realizados os testes de vôo dos animais.....	48
FIGURA 25 Imagem fotográfica de radiografia do úmero de pombos domésticos (<i>Columba Livia</i>) do grupo GII demonstrando alinhamento da fratura no pós-operatório imediato.....	52
FIGURA 26 Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba Livia</i>) demonstrando excesso de pino ósseo próximo a articulação escápulo-coracoumeral.....	53
FIGURA 27 Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba Livia</i>) do grupo GI15 em A e do grupo GII15 em B demonstrando alinhamento da fratura e discreta formação de calo ósseo aos 15 dias, mas com presença evidente da linha de fratura.....	54
FIGURA 28 Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba Livia</i>) do grupo GI30 em A e do grupo GII30 em B demonstrando alinhamento da fratura e presença de calo ósseo aos 30 dias, mas ainda com presença da linha de fratura em A.....	54
FIGURA 29 Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba Livia</i>) do grupo GI60 em A e do grupo GII60 em B demonstrando alinhamento da fratura e evidente remodelação óssea com diminuição do calo ósseo e desaparecimento total da linha de fratura 60 dias, observa-se também a presença e a integridade do pino ósseo intramedular.....	55
FIGURA 30 Fotomicrografia mostrando a formação de tecido fibroso(a). Aumento de 10x (H&E).....	59
FIGURA 31 Fotomicrografia mostrando a formação trabecular óssea (a) unindo o endóstio da cortical (b) óssea ao implante (c). Aumento de 10x (H&E).....	59

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Dados relacionados à avaliação radiográfica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba lívia</i>), submetidos a osteossíntese umeral por xenoenxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).....	56
QUADRO 2 Dados relacionados à avaliação radiográfica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba lívia</i>), submetidos a osteossíntese umeral por xenoenxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).....	57
QUADRO 3 Dados relacionados à avaliação histológica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba lívia</i>), submetidos a osteossíntese umeral por xenoenxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).....	60
QUADRO 3 Dados relacionados à avaliação histológica do úmero de pombos domésticos (<i>Columba lívia</i>), submetidos a osteossíntese umeral por xenoenxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).....	61

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	04
RESUMO.....	05
ABSTRACT.....	06
LISTA DE TABELAS.....	07
LISTA DE FIGURAS.....	08
LISTA DE QUADROS.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Período de adaptação.....	29
3.2 Distribuição dos grupos.....	30
3.3 Coleta e tempo de conservação dos implantes.....	30
3.4 Preparo dos animais para cirurgia.....	34
3.5 Anestesia.....	35
3.6 Posicionamento cirúrgico e antissepsia.....	35
3.7 Preparo do implante.....	38
3.8 Procedimento cirúrgico.....	40
3.9 Tratamento pós-operatório.....	46
3.10 Métodos de avaliação.....	47
3.10.1 Avaliação clínica.....	47
3.10.2 Avaliação radiológica.....	48

3.10.3 Avaliação macroscópica.....	49
3.10.4 Avaliação histológica.....	50
4 RESULTADOS.....	51
5 DISCUSSÃO.....	62
5 CONCLUSÃO.....	69
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

Os animais são referências no mundo e na existência. Presentes no cotidiano nos mitos, no folclore e na arte, os animais são imagens poderosas para o ser humano. A presença deles se faz desde a infância do indivíduo, seja de maneira direta ou por meio de suas representações nas canções e nas histórias infantis. Desde a antiguidade sabe-se da atração do homem pelo lazer voltado aos bichos. Corridas de cavalos, brigas de galo, concursos de animais, touradas, entre tantos outros demonstram a relação homem animal ligada ao esporte. Outro fator de aproximação dos animais foi a domesticação que surgiu à medida que o homem foi se tornando sedentário. Aparece então a necessidade de trazer da floresta, para perto de si, animais que antes eram caçados. A criação em cativeiro e adequados cruzamentos genéticos foram gerando variedades que satisfizeram as necessidades exigidas pelo aumento das populações (MERGULHÃO, 2007).

Animais foram domesticados para fins de alimentação, tração, locomoção, exposição e companhia. Outra relação é aquela que os designa animais sinantrópicos, isto é, aqueles que convivem na presença humana, mesmo sem serem desejados. A presença humana e suas atividades podem lhes trazer grandes vantagens. São ratos, baratas, pombos que se alimentam de restos de alimentos. No caso de pombos e pardais, a aproximação pode ser provocada pelo oferecimento proposital de alimentos (MERGULHÃO, 2007).

A classe das aves compreende uma diversidade de espécies (cerca de 9040) de formas e tamanhos variados. Classifica-se em ordem, família, gênero, espécie e subespécie, conforme as características morfológicas e, mais recentemente, pelas semelhanças e diferenças no DNA. A sistemática animal está em constante revisão, à medida que novas descobertas surgem e outras teorias são apresentadas. Apesar da importância acadêmica, essas mudanças influem pouco na prática do clínico veterinário. É importante, contudo, possuir noções de biologia, reprodução, nutrição e comportamento das principais espécies encontradas em cativeiro, para poder entender mais profundamente a patogenia das enfermidades e os procedimentos que devem ser adotados para o paciente e a espécie em questão (AGUILAR, 2007).

Atualmente, no Brasil e no mundo, observa-se grande interesse na preservação da vida selvagem, de forma geral, e significativa casuística referente a espécies não domésticas como animais de estimação, em clínicas e hospitais veterinários (DE CONTI et al., 2007).

Como as fraturas em aves são frequentes, ocorre à necessidade de se desenvolver técnicas de reparação óssea nestes animais. A abordagem preliminar da ave requer cuidados para que, a mesma não sofra maiores ferimentos. Um bom reparo ósseo dependerá do grau de alinhamento, da irrigação sanguínea, da não ocorrência de infecção e do grau de mobilidade do membro fraturado (SILVA, 2003). Entre as várias doenças que podem acometer as aves, as fraturas de ossos longos das asas e dos membros pélvicos estão entre as mais frequentes (TORRES, 2007).

A fragilidade óssea devido à alta densidade de cálcio e um maior espaçamento intramedular dos ossos pneumáticos dificultam o processo de cicatrização óssea em aves, principalmente quando comparado a mamíferos, acarretando maior possibilidade de fissuras ou fraturas nesta espécie (TEIXEIRA et al., 2004). O campo de cirurgia em aves é ainda muito complexo, e há muito a ser pesquisado, revelando que as técnicas de fixação interna e externa, bem como suas variações, podem contribuir decisivamente para o desenvolvimento dos métodos de reparação de fraturas em aves (SILVA, 2003).

Nos últimos anos, pesquisas têm demonstrado que as radiações softlaser AsGa ou HeNe possuem efeito antiinflamatório, analgésico, estimulante celular e modulador do tecido conjuntivo na regeneração e na cicatrização de diferentes tecidos (STAINKI et al., 1998). O laser tem sido utilizado nos mais diversos campos. Na área médica, em particular, usa-se este recurso em cirurgias e na fisioterapia (CARVALHO et al., 2002). O desenvolvimento de novas técnicas capazes de acelerar o processo de reparo ósseo tem proporcionado avanços significativos no tratamento de fraturas (GIORDANO et al., 2001). Bourguignon-filho et al. (2005), sugerem mais estudos para definir métodos de aplicação mais eficazes para esclarecer alterações na formação óssea promovida pelo uso de laser.

Trabalhos utilizando terapia com laser de baixa potência têm demonstrado efeitos estimulatórios em tecidos moles e tecido ósseo em diversas espécies, porém não foram encontrados trabalhos testando o uso desta terapia em aves.

Os objetivos dessa pesquisa foram de avaliar e estabelecer uma alternativa para osteossíntese diafisária umeral em pombos domésticos (*Columba Livia*), com a utilização de pinos ósseos confeccionados de metatarso de felinos (*Felis Catus*) conservados em mel. Avaliar também a utilização da radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa) no reparo de fratura umeral na espécie em questão assim como o restabelecimento precoce do vôo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A medicina de animais exóticos tem-se expandido nos últimos anos, já que mais animais exóticos e inicialmente pouco comuns estão se tornando populares e disponíveis no mercado de animais domésticos (AGUILAR, 2007), o que faz com que o médico veterinário se depare com esses animais na clínica médica e cirúrgica (BOLSON, 2006). A manutenção de aves silvestres e exóticas também é uma prática tradicional, que ganha cada vez mais novos adeptos. As causas mais comuns de atendimento de aves são o reparo de feridas, remoção de cistos foliculares, cirurgia reparadora em pododermatites, amputações digitais (CUBAS & GODOY, 2007), neoplasias cutâneas, retenção de ovos e unhas alongadas (ZENOBLE, 2005).

Maccartney (1994), avaliando problemas cirúrgicos em 327 pombos concluiu que fraturas estão presentes em 70,3% dos casos. As causas mais frequentes de fraturas em aves são as colisões com estruturas fixas, acidentes automobilísticos e armas de fogo (LOPES, 2008).

Pode-se determinar o tratamento e o prognóstico de uma fratura através de sua classificação precisa. Deve-se considerar muitos fatores para se chegar a uma classificação exata, por exemplo, se a fratura for exposta, tornam-se possíveis infecções ou retardo na cicatrização. Fraturas que apresentem ferimentos cutâneos são consideradas expostas. A avaliação completa de qualquer fratura requer duas projeções radiográficas. O método de estabilização das fraturas poderá ser escolhido através da avaliação radiográfica quanto à extensão dos danos ósseos, grau de deslocamento e direção, localização e tipo de fratura (JACKSON, 1996). Os diagnósticos de fraturas são baseados também em exames físicos determinando a extensão da fratura e auxiliando na escolha da técnica necessária a reparação do membro (ALIEVI *et al.*, 1998).

A maior parte das fraturas ocorre na diáfise e na epífise distal devido a pouca cobertura muscular (WEST *et al.*, 1996). Em pequenos animais a maioria das fraturas envolvendo o úmero são no terço médio e distal (PIERMATTEI *et al.*, 2006), também as mais comuns em aves, sendo que, fraturas no terço médio têm melhor prognóstico, desde que não haja lesão muscular, de nervo radial ou suprimento sangüíneo (MACCOY, 1992), fraturas diafisárias são geralmente deslocadas e requerem reparo cirúrgico (RUPLEY, 1999). Nas aves com fratura umeral pode ser observada a asa caída, desnível das asas, as

extremidades distais das penas da asa comprometida sujas com fezes ou desgastadas devido à abrasão no solo, não utilização do membro na deambulação e falha na tentativa de voar (BOLSON et al., 2005).

O sucesso da cirurgia ortopédica em aves está diretamente relacionado com as técnicas utilizadas para anular as forças mecânicas de uma fratura (BUSH, 1977). Embora haja diferença expressiva na anatomia entre aves e mamíferos, os tratamentos ortopédicos são semelhantes e visam assepsia (MIRANDA et al., 2008), alinhamento, fixação rígida, aposição, e retorno precoce à função (ALIEVI et al., 1998; SILVA et al., 2003; MIRANDA et al., 2008). O tratamento ortopédico em aves pode ser o mesmo adotado em cães e gatos (TULLY, 2002), embora diferenças anatômicas e fisiológicas das aves com relação aos mamíferos fazem com que os procedimentos cirúrgicos variem e demandem maior cuidado (CUBAS & GODOY, 2007). O sucesso desse tratamento depende do conhecimento da fisiologia das fraturas, da anatomia e da fisiologia do paciente envolvido (OROSZ, 2002), soma-se também a preocupação em manter o comprimento correto dos ossos envolvidos nos mecanismos especiais de vôo e o adequado balanço animal para o retorno precoce a função (MIRANDA et al., 2008).

A fragilidade óssea devido à alta densidade de cálcio e um maior espaçamento intramedular dos ossos pneumáticos dificultam o processo de cicatrização óssea em aves (BUSH, 1986), acarretando maior possibilidade de esmagamento ou fraturas nesta espécie (TEIXEIRA et al., 2004), favorecendo a ocorrência de fraturas iatrogênicas (WEST et al., 1996). Com isso a avaliação pré-cirúrgica e os cuidados pós-operatórios adquirem uma importância decisiva para um sucesso terapêutico (CUBAS & GODOY, 2007).

A cicatrização óssea das aves parece depender da integridade do suprimento sanguíneo, presença de infecção, quantidade de deslocamento e o grau de movimento na linha de fratura, sendo normalmente mais rápida que de mamíferos devido ao alto metabolismo. A maior parte das osteossínteses em aves têm cicatrização por segunda intenção. Isso ocorre, porque dificilmente se consegue uma estabilização rígida que mantenha o mínimo o intervalo de fratura, o qual é representado pela distância entre um fragmento ósseo e outro na osteossíntese (BENNETT, 2002).

Quando a cicatrização ocorre por segunda intenção, a formação óssea sempre pode ser observada. O calo ósseo, por sua vez, é resultado da mineralização ou deposição de matriz óssea em um calo primeiramente cartilaginoso. Quanto mais rígida a estabilização, menor é a formação de calo cartilaginoso, e conseqüentemente menor calo ósseo. O próximo evento após a consolidação da fratura, com formação de calo ósseo, é a reabsorção do calo

ósseo e remodelação óssea. A reabsorção ocorre por atividade osteoclástica, que estimula a neovascularização e, por conseguinte, ação osteoblástica, que age nas lacunas ocasionadas pela ação dos osteoclastos. Essas lacunas são formadas no sentido longitudinal, alinhando ou remodelando a forma natural do osso (FOSSUM, 2005).

Em aves, a cicatrização óssea por primeira intenção ocorre em casos de rígida estabilização e mínimo intervalo de fratura, entretanto, a maior parte delas cicatriza por segunda intenção. Nesses animais, o calo endosteal é o principal responsável por maior e melhor suporte para cicatrização da fratura, principalmente em ossos pneumáticos (BENNETT & KUZMA, 1992). Trabalhos em ortopedia aviária demonstram que em apenas 15 dias os animais já apresentam uso do membro (GAIGA & SCHOSLER, 2003; LEOTTE et al., 2004; DALMOLIN et al., 2007), pois sinais clínicos de consolidação óssea ocorrem antes dos sinais radiográficos devido à formação de calo ósseo fibrocartilaginoso (ALIEVI et al., 2001b).

Todos os processos fisiológicos que ocorrem dentro do osso, compreendendo os processos de reparo durante uma cicatrização de fratura, dependem de suprimento sanguíneo adequado. Na cirurgia ortopédica geral, os objetivos do tratamento de uma fratura são; promover a cicatrização, restaurar a função do osso afetado e dos tecidos moles circundantes e obter uma aparência esteticamente aceitável (FOSSUM, 2005). Especialmente nas aves, além do correto alinhamento, deve existir uma perfeita manutenção do posicionamento rotacional e o restabelecimento funcional das asas (YAMAZOE et al., 1994).

Nas aves o úmero é o maior osso das asas. Possui um forame pneumático em sua extremidade proximal permitindo a invasão do saco aéreo clavicular, que pneumatiza o interior deste grande osso (FEDUCCIA, 1986). Assim é importante evitar que, durante uma intervenção cirúrgica de úmero, fluidos adentrem no fragmento ósseo proximal, ocasionando pneumonia por aspiração, aerosaculite ou asfixia (WISSMAN, 1999). Na superfície ventral da crista deltóide do úmero, o maior dos músculos de vôo, o peitoral, insere-se e age para deprimir o úmero. Distalmente, o úmero articula-se com o rádio e a ulna por dois côndilos, o maior articulando-se com a ulna (FEDUCCIA, 1986).

Para redução de uma fratura, deve-se considerar o seu objetivo, o local da lesão, o tamanho da ave, o tempo de evolução (aguda ou crônica), o tipo de fratura (simples ou cominutiva, aberta ou fechada), presença de problemas intercorrentes, a idade do paciente e o conhecimento e a habilidade do cirurgião (RUPLEY, 1999), o comportamento, o peso e o tipo de fratura (ALIEVI et al., 1998). As fraturas são afecções que devem receber o tratamento correto para que o animal retorne o mais rápido às suas atividades normais

(OROSZ, 2002). Em aves, fraturas de úmero são aquelas cuja redução exige maiores cuidados, pois esses animais possuem uma grande massa de músculo peitoral, que provoca enorme tração sobre o osso (ALIEVI et al., 1998).

O método de fixação utilizado deve permitir o uso relativamente normal do membro, pois pequenos movimentos minimizam a atrofia e promovem maior rapidez ao retorno da função (LEVITT, 1989), imobilização externa em fraturas de úmero de aves promove rapidamente a atrofia muscular e anquilose da articulação que podem levar à não união óssea por desuso do membro, sendo essa uma das principais causas de fracasso em ortopedia aviária (BENNETT & KUZMA, 1992).

Miranda et al. (2008), descreveram que técnicas como fixação externa, por meio de coaptação ou fixadores esqueléticos, e fixação interna empregando pinos intramedulares, apesar de não serem preconizados pela fragilidade óssea das aves, são em alguns casos, a única alternativa viável, associado a aparelhos de imobilização externa.

Segundo Benez (2001), fraturas devem ser reduzidas com o uso de pinos intra-ósseos ou placas, já Rupley (1999), recomenda tanto o uso de pinos intramedulares quanto fixadores externos com ou sem pinos intramedulares para estabilizar o local da fratura. Os pinos intramedulares podem ser utilizados juntamente com um artifício que previna rotação e fissuras, como cerclagens (BENNETT, 2002).

A fixação interna apresenta maior possibilidade de obter redução da fratura com alinhamento anatômico preciso, promovendo um resultado funcional favorável (BENNETT, 1997). Pinos intramedulares podem apresentar uma série de complicações no reparo de fraturas de ossos longos de aves. O peso do material pode impedir o vôo ou contribuir para injúrias auto-infligidas, durante a consolidação da fratura, e as forças expansivas na colocação do pino podem causar fragmentação óssea (MACCOY, 1992). Segundo Bennett & Kuzma (1992), o principal problema da utilização de pinos intramedulares é o possível dano as estruturas articulares e periarticulares impedindo a função normal do membro. Pinos intramedulares aplicados individualmente para tratamento de fraturas umerais requerem fixação secundária para evitar a rotação no foco da fratura (ALIEVI et al., 1998).

Castro et al. (2004), utilizando pino intramedular de aço na osteossíntese de ossos longos em psitacídeos, concluíram que a fixação interna com pino de aço intramedular em psitacídeos mantidos em cativeiro é um método seguro, que proporciona alinhamento anatômico e estabilidade adequada, sem interferir na formação do calo ósseo, e que seu peso não influencia a funcionalidade do membro acometido. Bolson et al. (2004), também

obtiveram sucesso ao reduzir uma fratura de úmero em um araçari castanho (*Pteroglossus castanotis*), utilizando pino intramedular.

A decisão com relação aos implantes precisa ser baseada na necessidade da ave em retornar à capacidade de vôo ou apenas na estética e bem estar (REDING, 1986). Estudos ortopédicos com aves vêm sendo realizados no intuito de encontrar uma maneira eficiente de proporcionar cicatrização óssea (ALIEVI et al., 2001b).

Fraturas expostas que apresentam lesões dos tecidos moles, geralmente são tratadas utilizando fixador externo, método que reduz a contaminação do canal medular, minimizando a instalação de osteomielite (HARCOURT-BROWN, 2002). Segundo Maccoy (1991), os aparelhos de fixação externa, quando utilizados, devem ser confeccionados com pinos não maiores que 20% do diâmetro do osso e com uma barra de conexão leve.

Alievi et al. (2001b), utilizaram pinos de Kirschner de 1 mm para confecção de fixador esquelético com a configuração do tipo II no tratamento de fraturas diafisárias de tibiotarso em pombos domésticos, concluindo que o fixador esquelético externo tipo II é eficiente para o tratamento de fraturas diafisárias de tibiotarso em pombos domésticos (*Columba livia*), mas que o método fechado de redução de fratura não permite uma redução anatômica dos fragmentos ósseos. Com o mesmo tipo de pino Alievi et al. (2002), também reduziram fratura em tibiotarso em pombos utilizando fixador externo do tipo I.

Freitas et al. (2003), utilizando um fixador externo do tipo I, para redução fechada de uma fratura umeral em uma ema obteve resultado satisfatório, salientando também a dificuldade de alinhamento da fratura com o método fechado de redução. Leotte et al. (2004), com o mesmo tipo de fixação externa, realizaram experimentalmente osteossíntese em fratura transversa diafisária de úmero em pombos e puderam concluir que mesmo com as características anatômicas do úmero das aves, o aparelho de fixação esquelética externa tipo I (unilateral-uniplanar) oferece adequada estabilização para fratura diafisária de úmero em pombos domésticos e que o retorno funcional depende de adequada redução dos segmentos fraturados.

Modificações em aparelhos de fixação externa foram realizados por Dalmolin et al. (2007), para osteossíntese umeral em pombos obtendo resultados satisfatórios em sua pesquisa, observando que, com o aparelho de dois pinos perpendiculares, promove-se maior estabilização do sítio de fratura, embora se necessite de tempo cirúrgico superior para sua confecção. Uma desvantagem deste tipo de aparelho de fixação é a sua necessidade de remoção, promovendo assim um decréscimo temporário no uso funcional do membro (ALIEVI et al., 2002; DALMOLIN et al., 2007).

Diversos implantes foram aplicados e testados na osteossíntese de aves, Silva et al. (2003), ressaltam que materiais plásticos são leves, fáceis de esterilizar e moldar, promovendo um bom alinhamento e estabilidade rotacional para a cicatrização. Cunha et al. (2004); Teixeira et al. (2004) e Traquilim et al. (2007), utilizaram haste de polipropileno, oriundos de êmbolos de seringas de 1 ml, intramedular, para a osteossíntese em fraturas diafisárias em aves, onde Teixeira et al. (2004) demonstraram que este material apresenta uma eficácia limitada, pois, apesar desse implante apresentar saliências externas, não teve a capacidade de controlar o movimento de rotação da fratura, em especial pela largura do canal medular.

Alievi et al., (2008), associaram pinos metálicos e polimetilmetacrilato intramedulares na correção de fratura induzida na diáfise umeral em pombos domésticos, divididos em quatro grupos. No grupo I, a osteossíntese foi realizada associando-se dois pinos de Kirschner e polimetilmetacrilato, intramedulares; no grupo II, os pinos de Kirschner foram substituídos por pinos de Schanz; no grupo III, foram utilizados apenas dois pinos de Kirschner; e, no grupo IV, apenas dois pinos de Schanz. No referido trabalho os autores concluíram que a associação entre pinos com rosca negativa (Schanz) e polimetilmetacrilato intramedulares promove redução significativa no tempo de consolidação de fraturas de úmero em pombos domésticos, quando comparada à osteossíntese com o uso, apenas, de pinos de Kirschner ou de Schanz. A associação de pinos de Schanz e polimetilmetacrilato não apresenta complicações. Já a associação de pinos de Kirschner e polimetilmetacrilato, ou o uso isolado de pinos de Schanz ou de Kirschner apresenta complicações como refratura, impactação e deslocamento dos fragmentos, levando freqüentemente à incapacidade de vôo.

Wander et al., (2000), em um experimento de osteossíntese umeral em pombos, que utilizaram como pino intramedular, xenoenxerto ósseo cortical, preservado por congelamento a uma temperatura de -70°C observaram formação de calo ósseo e a quebra dos enxertos, já Gaiga & Schossler (2003), utilizaram pino intramedular confeccionado a partir de xenoenxerto ósseo conservado em mel utilizando a técnica de Shuttle para a inserção do segmento ósseo no canal medular para o reparo de defeito ósseo umeral em pombos. , Primeiramente, o segmento ósseo canino foi perfurado no seu centro com uma broca e por esse orifício foi passado um fio de mononáilon. Este segmento foi introduzido por via retrógrada, na porção intramedular proximal umeral.

Bolson et al. (2005), utilizando implante da poliuretana derivada do óleo da mamona, afirmam não existir qualquer rejeição a este material, sendo biocompatível, apresentando

características histológicas de osteointegração positiva, indicando seu uso em cirurgia ortopédica aviária e pino ósseo homólogo conservado em glicerina a 98%, associado a hemicerclagem confeccionada com fio absorvível poliglactina 910 em forma de ponto de Wolff, testado e recomendado por Bolson (2007), como uma opção altamente viável na osteossíntese umeral transversa de pombos domésticos.

Dalmolin et al. (2007), observaram um tempo médio de 36 dias para a consolidação da fratura, mesmo tempo observado por Conti et al. (2007), já Leotte et al. (2004), obtiveram aos 30 dias a presença de calo ósseo já com alguma remodelação óssea e com 45 dias de evolução observaram uma grande atividade de remodelação óssea, Gaiga & Schossler (2003), obtiveram a consolidação óssea com 41 dias. Alievi et al. (2001a) relatam presença de linha de fratura e proliferação óssea com pequenas áreas de união entre os fragmentos aos 35 e aos 50 dias de pós-operatório em artrodese de joelho em um papagaio, obtendo completa união aos 60 dias.

Os aloenxertos ósseos corticais são biodegradáveis e, frequentemente, utilizados no tratamento de fraturas. Goldberg & Steverson (1987) utilizaram ossos coletados a fresco, entretanto os enxertos também podem ser conservados para posterior implantação. Os vários meios e métodos de conservação de ossos corticais visam a diminuir a antigenicidade das células do doador a serem implantadas no hospedeiro, além de manterem um estoque acessível quando necessário (STEVENSON, 1998).

Quanto a métodos de conservação de implantes ósseos, várias são as alternativas para conservar o osso cortical, como a liofilização (COSTA, 1996), o tiomersal (DEL CARLO, 1999), o óxido de etileno (CASTANIA, 2002), a glicerina (ZILIOTTO et al., 2003; BOLSON, 2007), solução supersaturada de açúcar 300% (RAPPETI, 2006) e o mel (GAIGA & SCHOSSLER, 2003; ALIEVI, 2006). Del Carlo et al. (1999) aplicaram aloimplantes ósseos em cães e verificaram que, dos métodos de conservações estudados, a glicerina a 98% e o congelamento foram os métodos que proporcionaram melhor resultado clínico, porém a glicerina tornou o osso quebradiço exigindo longo período de hidratação. Costa (1996) citou que a liofilização e a glicerina são bons métodos de conservação de ossos, no entanto, ambos afetam as suas propriedades biomecânicas. Embora o mel seja pouco utilizado como conservante de implantes ósseos, com base na evidência de que ele possui propriedades conservantes (EFEM et al., 1992), os ossos nele conservados por um período mínimo de 30 dias, quando implantados em animais, proporcionaram resultados satisfatórios (GAIGA & SCHOSSLER, 2003; ALIEVI, 2006). Lucas et al. (2001) submeteram a ensaio compressivo axial, destrutivo, ossos inteiros conservados em glicerina,

mel ou congelados, sem reidratação, e constataram que os conservados em mel foram mais resistentes.

O mel tem sido utilizado desde a antiguidade como substância capaz de conservar tecidos, indígenas do Ceilão, após cortarem a carne dos animais e a impregnarem com mel, colocavam-nas em buracos de árvores à cerca de um metro do solo e esse alimento mantinha-se apto ao consumo por períodos de até um ano. Teve uso no tratamento de enfermidades desde 2000 A.C., como relatam evidências encontradas no Egito. Nessa época já se sabia dos benefícios desse substrato em relação ao processo de reparação de feridas, promovendo a diminuição de edema, redução de contaminação, estímulo no crescimento de tecido e diminuição da produção de odores desagradáveis (GREENWOOD, 1993)

Alguns tecidos têm sido conservados em mel para posterior implantação. Subrahmanyam (1991), utilizou o mel como conservante de pele para implante em humanos, acometidos por queimaduras ou úlceras. Os implantes foram acondicionados em frascos com mel e mantidos à temperatura de 4°C e os resultados obtidos ao final do estudo foram satisfatórios.

Abramov & Markicheva (1983) analisaram os resultados da ceratoplastia lamelar usando córnea conservada em solução contendo mel. A intervenção com propósitos curativos foi realizada em 43 pessoas acometidas de queimaduras oculares, úlceras corneanas ou ceratites. Os resultados obtidos foram satisfatórios, sendo que na maioria dos casos a córnea tornou-se transparente. Os autores recomendaram este material para o uso na rotina clínica. Mschividobadse (1995), utilizou também em humanos implantes alógenos esterilizados através de formaldeído conservado em solução contendo 50% de mel, obtendo bons resultados chegando a conclusão de que essa é uma forma de se obter um banco de ossos de alta qualidade.

Amendola (2001) avaliou a utilização de osso canino conservado em mel como implante em defeitos ósseos experimentais de cães. Foram utilizados 12 cães adultos submetidos à remoção de um segmento ósseo retangular, na dimensão de um terço do diâmetro do osso por 2 cm de comprimento. Ao final de 60 dias foi possível verificar incorporação do implante em oito animais, enquanto que em quatro ocorreu reabsorção. O autor justificou que a alta taxa de reabsorção dos implantes deveu-se à falha no método de fixação e à idade avançada dos animais. Os segmentos ósseos conservados em mel apresentavam coloração amarelada, percebendo-se mel impregnado em todos os pequenos orifícios e não sendo observadas fissuras nem antes nem depois da secção dos fragmentos (AMENDOLA, 2001).

Gaiga (2002) avaliou clínica, histológica e radiograficamente o emprego de pinos absorvíveis confeccionados a partir de fíbula e tíbia caninas, e conservados em glicerina 98% ou mel, no tratamento de fraturas transversas diafisárias de úmero em pombos domésticos. O autor verificou que o pino conservado em mel apresentava manuseio mais fácil do que o mantido em glicerina, já que este era mais quebradiço e de mais difícil confecção. Não foram observados sinais clínicos de rejeição, quer nos xenoenxertos mantidos em mel, quer nos conservados em glicerina; ocorreu, porém, reabsorção mais rápida e menor resposta inflamatória no grupo do mel. Com isso, o autor concluiu que o mel é superior à glicerina 98% na conservação de pinos ósseos corticais absorvíveis (xenoenxerto).

Alievi (2006), realizou um estudo em cães adultos com falha óssea de 5 cm na região diafisária do fêmur, utilizando implante ósseo cortical alógeno conservado em mel para a reconstrução desta falha. Os animais foram avaliados por radiografias, histologicamente e clinicamente, verificando-se o estado geral, aspecto da ferida e grau de deambulação, concluindo então que o implante ósseo cortical alógeno conservado em mel é uma opção viável para a reconstrução óssea.

A utilização do laser de baixa potência, a fim de reduzir a dor e favorecer a cicatrização, tanto no homem como nos animais, iniciou-se no final da década de 1960. Desde então, o estudo da ação de sua irradiação na função biológica vem crescendo (RAMEY e BASFORD, 2000). O laser tem sido utilizado nos mais diversos campos. Na área médica, em particular, usa-se o recurso em cirurgias e na fisioterapia (laserterapia) (BAXTER, 1994). Segundo Baxter (1994) e Veçoso (1993), a laserterapia é classificada como de baixa potência, sem potencial destrutivo, de acordo com seu efeito no tecido.

É indicada para as mais diversas lesões, como traumatismos musculares, articulares, nervosos, ósseos e cutâneos. A ação e o efeito do laser de baixa potência no tecido são explicados por Veçoso (1993), segundo o qual a radiação absorvida pelo tecido provoca efeitos primários ou diretos, os quais incluem efeitos bioquímicos, bioelétricos e bioenergéticos. Os efeitos bioquímicos estimulam a liberação de substâncias como a serotonina, bradicinina, histamina e exerce poder de produção de ATP no interior das células ocasionando a aceleração da mitose. Os bioelétricos promovem a normalização do potencial da membrana, regulando a entrada de Na e K. Já os efeitos bioenergéticos são um conjunto de irradiação que proporciona as células uma energia que estimula e normaliza suas deficiências. Posteriormente, ocorre o desencadeamento de efeitos indiretos, como o estímulo a microcirculação e ao trofismo celular que aumenta o processo reparador pela

vasodilatação local e pela neoformação de novos vasos sanguíneos a partir dos já existentes e de efeitos terapêuticos, os quais incluem efeito analgésico, antiinflamatório, antiedematoso e estimulante do trofismo dos tecidos. A irradiação laser estimula as mitocôndrias celulares, promovendo um aumento na produção de ATP intracelular, favorece a produção de ácido araquidônico e a transformação de prostaglandina em prostaciclina, justificando sua ação antiedematosa e antiinflamatória (HASHIMOTO, 1989), promove aumento da endorfina circulante (beta endorfina) proporcionando o efeito analgésico na dor inflamatória (COOLS, 1984).

Vários pesquisadores têm realizado estudos experimentais e clínicos com os lasers de baixa potência, porém a literatura é confusa quanto aos tipos de lasers e doses mais efetivas para as várias espécies animais e diferentes afecções (BASFORD, 1989).

Na consolidação das fraturas, a mitose de células do periósteo exerce um papel fundamental. O quadro de fratura como um todo, a partir da sintomatologia dolorosa, edematosa e, sobretudo, no processo de reparo, constitui-se uma indicação para a laserterapia. Assim, a aceleração na velocidade mitótica proporciona aumento na velocidade de consolidação óssea, bem como redução na incidência de aderência pós-imobilização (VEÇOSO, 1993).

Yaakobi et al. (1996), estudaram o efeito do laser hélio-neônio de baixa intensidade no reparo da região cortical de tíbia, em ratos. Os resultados mostraram que a radiação do laser aumentou em duas vezes o reparo ósseo. Portanto, a regeneração aconteceu mais rapidamente nos ratos irradiados do que em ratos não irradiados. Estudos que utilizaram radiação de laser hélio-neônio mostraram efeitos benéficos na osteogênese (TRELLES et al. 1987; LUGER et al., 1998) com aumento na vascularização e aceleração na razão de formação óssea. A laserterapia no tratamento de fraturas ósseas mostrou-se dose-dependente.

Freitas et al. (2000), utilizando laser hélio-neônio em fraturas na tíbia dos ratos, em diferentes doses, durante 8 a 15 dias de tratamento, observaram que a formação óssea foi acentuada nos animais tratados com uma dosimetria maior. Os tratados com uma dose menor não apresentaram diferenças quando comparados ao grupo não tratado. Nesse estudo, a laserterapia não só diminuiu o tempo de reparo ósseo como também aumentou sua área.

Giordano et al. (2001), testaram a influência do laser de baixa energia no processo de consolidação de fraturas de tíbia induzidas em ratos. O laser utilizado neste estudo foi o laser hélio-neônio (He-Ne). Em um grupo os animais receberam irradiação do laser com dose de 6 J/cm² de densidade de energia radiante, durante dois minutos, com aplicação do tipo de

contato, sobre o foco de fratura a cada dois dias. Já o outro grupo controle, recebeu tratamento com o laser He-Ne com 0 J/cm^2 de densidade de energia. Os resultados não demonstraram maior estímulo á osteogênese nos animais submetidos á esta terapia. Mas vale salientar que estes autores não promoveram a redução estável destas fraturas nem a devida aproximação dos fragmentos ósseos fraturados.

Anneroth et al.(1988), estudaram o efeito do laser de Arseneto de Gálio na cicatrização de feridas em dorso de ratos. As feridas foram irradiadas diariamente e, foram analisadas macroscopicamente e histologicamente desde o segundo dia ao décimo quinto dia de pós-operatório. Seus resultados não demonstraram benefício com uso deste tipo de laser no processo de cicatrização tecidual. Este laser foi utilizado por Garcia et al.(1995), em feridas no dorso de ratos, com doses de 3 J/cm^2 . Foi aplicado no pós-operatório imediato, em diferentes localizações, diretamente sobre as feridas e na sua porção mais externa. Na área central da ferida, foi aplicado em forma de varredura permitindo um tratamento mais uniforme. Seus resultados revelaram uma cicatrização mais rápida das feridas irradiadas, pois apresentaram fechamento mais acelerado, maior contração, formação de crosta mais seca, elevada taxa de migração epitelial, acentuada proliferação fibroblástica e vascular nas feridas irradiadas.

Ao utilizar este laser em feridas de extração dental em ratos, Garcia et al.(1996), observaram que as feridas irradiadas apresentaram formação mais rápida de tecido de granulação, formação mais rápida e em maior extensão de tecido ósseo alveolar assim como fechamento mais rápido das bordas epiteliais das feridas. O laser foi aplicado no pós-operatório imediato, de forma pontual, diretamente sobre a mucosa vestibular, na altura da porção média do alvéolo dental.

No estudo de Oliveira.(1997), o laser de Arseneto de Gálio também foi utilizado em feridas cutâneas de ratos. As aplicações foram efetuadas no pós-operatório imediato, de maneira pulsátil, em forma de varredura sobre as feridas, durante 2 e 4 minutos. Observou-se aceleração do processo cicatricial nos grupos experimentais, principalmente 6 dias após aplicação do laser, com significativa atividade epitelial, formação acentuada de anexos cutâneos e avançada maturação de tecido cicatricial.

O laser Arseneto de Gálio foi utilizado em feridas cutâneas de felinos por Tatarunas et al (1998). Foram realizadas cerca de quatro aplicações pontuais por ferida, após o término da cirurgia. As irradiações foram efetuadas, de maneira pulsátil, com doses de 2 e 4 J/cm^2 nas feridas dos grupos experimentais. Seus resultados demonstraram que o uso do laser atuou positivamente no processo de cicatrização por primeira intenção das feridas cirúrgicas.

Estes autores salientaram que a dose de 2 J/cm² se mostrou vantajosa em relação à dose de 4 J/cm².

Com o objetivo de avaliar a influência do número de aplicações do laser no processo de cicatrização de feridas de extração dental em ratos, Garcia (2000), utilizaram o laser Arseneto de Gálio por 3 minutos de exposição, totalizando 0,36 J/cm². A aplicação foi realizada de forma pontual, sobre a mucosa gengival vestibular na altura da porção média do alvéolo dental. Dividiram os animais em 4 grupos, grupo controle sem aplicação de laser; grupo com aplicação única de laser imediatamente após a exodontia; grupo com aplicação de laser imediatamente e 24 horas após a cirurgia e; aplicação imediata, 24 horas e 48 horas após a cirurgia. Observaram uma formação mais acelerada de tecido de granulação e de tecido ósseo, bem como fechamento mais rápido das bordas epiteliais nas feridas irradiadas. Seus resultados demonstraram maior aceleração no processo de cicatrização alveolar nos grupos que receberam mais de uma aplicação de laser, sendo isso mais evidente no grupo que recebeu o maior número de aplicações.

Lucas et al. (2003), realizaram um estudo clínico com aplicação deste laser em pacientes com úlceras causadas por decúbito prolongado. O laser foi utilizado numa dose de 1 J/cm², durante 5 dias por semana. Após 6 semana, não observaram benefício da radiação laser ao tratamento convencional das feridas que envolvia apenas limpeza, curativos periódicos e mudança de posição dos pacientes.

Na utilização de enxertos autólogos de pele para o reparo de feridas em pele de cães Paim et al. (2002), demonstraram a eficácia do laser Arseneto de Gálio no auxílio da pega dos enxertos no leito receptor, promovendo um avanço do estágio inicial da enxertia. Com o mesmo aparelho, mas com uma dosimetria de 6 J/cm², Stainki et al. (1998), concluíram que a radiação laser diminui a intensidade da resposta inflamatória ao fio de sutura durante a regeneração do nervo radial submetido a reparação cirúrgica secundária, mas pode contribuir para a formação de neuroma mais exuberante.

Mazzanti et al (2004), buscando uma alternativa para reparação de lesões articulares envolvendo o segmento tenopatelar em cães, realizaram um estudo com implante tenopatelar conservado em glicerina a 98%, distribuindo os animais em dois grupos, sendo que em um deles os cães foram submetidos à terapia laser Arseneto de Gálio durante 10 dias de pós-operatório com uma dosimetria de 6 J/cm² pontual e 1 J/cm² em varredura, tendo os tempos de aplicação definidos pelo temporizador do próprio aparelho. Os autores avaliaram os animais por períodos de tempo de 60, 120 e 180 dias de pós-operatório, concluindo então

que este tipo de laser não interfere no processo cicatricial em áreas de anastomose do enxerto com o leito receptor.

Matera et al. (2003), também realizaram experimento utilizando o laser Arseneto de Gálio, na mesma espécie, avaliando dor durante o pós-operatório após excisão artroplástica da cabeça o colo de fêmur, utilizando a dosimetria de 4 J/cm² com o tempo definido pelo próprio aparelho. Esta terapia promoveu rápido retorno da função do membro, otimizando a recuperação destes animais.

Genske (2005), com o intuito de verificar os efeitos terapêuticos do laser Arseneto de Gálio no processo inflamatório em articulações de ratos *Wistar*. Os animais foram subdivididos e eutanasiados com 7, 14 e 21 dias após a indução de osteoartrite. O laser na dose de 4 J/cm², promoveu uma maior neovascularização, concluindo que o laser produziu uma resposta terapêutica significativa no controle do processo inflamatório.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos cirúrgicos do presente estudo foram desenvolvidos no Laboratório de Cirurgia Experimental (LACE) do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O pós-operatório dos animais do grupo (GII) recebeu auxílio do Laboratório de Reabilitação Veterinária e os exames radiográficos foram realizados no Setor de Radiologia ambos do mesmo hospital. As análises microscópicas foram efetuadas no Laboratório de Histologia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

3.1 Período de adaptação

Os animais deste experimento foram tratados conforme as normas do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Maria registrado pelo parecer 38/2008. Para a realização deste estudo foram utilizados 32 pombos domésticos (*Columba livia*) adultos não sexados, pesando entre 280 a 340 gramas. Os animais foram adquiridos em um criatório comercial na região metropolitana da cidade de Porto Alegre - RS.

As aves passaram por período de adaptação de 30 dias sendo alojados em gaiolas individuais, mantidas em uma sala ventilada e com aquecedor para as noites mais frias, no Biotério Central da Universidade Federal de Santa Maria, permanecendo com ração comercial para frango e água *ad libitum*. As gaiolas forradas com papel jornal eram limpas e desinfetadas diariamente e os frascos de água e os comedouros higienizados diariamente. Todos os animais foram tratados contra endoparasitas com ivermectina aplicada por via subcutânea repetindo em 15 dias.

Durante o período de adaptação as aves foram soltas em um recinto fechado onde as aves inaptas ao voo foram descartadas Assim sendo todos os 32 pombos utilizados neste estudo estavam em plenas condições de voo.

3.2 Distribuição dos grupos

O estudo contou com dois grandes grupos, formados por 16 animais cada grupo dispostos de forma aleatória. Os animais de ambos os grupos foram submetidos à osteossíntese de úmero utilizando xenoenxerto preservado em mel de abelha, sendo o Grupo I (GI) o grupo não tratado com laser Arseneto de Gálio (AsGa) e no Grupo II todas as aves foram submetidas a tratamento com laser Arseneto de Gálio (AsGa) durante sete dias de pós-operatório utilizando dosimetria de 4 J/cm^2 . Cada grupo foi subdividido em quatro subgrupos contendo quatro animais cada conforme o período de avaliação. O grupo I foi dividido em GI8, com animais mantidos por 08 dias de pós-operatório, GI15 composto pelos animais mantidos por 15 dias de pós-operatório, GI30 mantidos por 30 dias de pós-operatório e GI60 pelos animais mantidos por 60 dias de pós-operatório; o grupo II também foi dividido em GII8 animais mantidos por 08 dias de pós-operatório, GII15 composto pelos animais mantidos por 15 dias de pós-operatório, GII30 mantidos por 30 dias de pós-operatório e GII60 pelos animais mantidos por 60 dias de pós-operatório.

3.3 Coleta e tempo de conservação dos implantes

Foram utilizados metatarsos de felinos (*Felis catus*), coletados de animais encaminhados para eutanásia sem histórico clínico de neoplasia e/ou doenças infecto-contagiosas.

Para a realização da coleta foi feita a tricotomia da região entre as falanges e o tarso dos animais, facilitando a observação e o acesso para a retirada dos metatarsos. Com o auxílio de um cabo de bisturi Bard Parker número quatro e uma lâmina número 24, uma incisão longitudinal de pele sobre os metacarpos dos animais foi confeccionada, na sequência um elevador de periósteo foi utilizado para rebater todo tecido subcutâneo e musculatura, expondo assim os metatarsos (figuras 1A e 1B). Os quatro metatarsos foram desarticulados e retirados com auxílio de um elevador de periósteo e de uma tesoura de Mayo (figura 2).

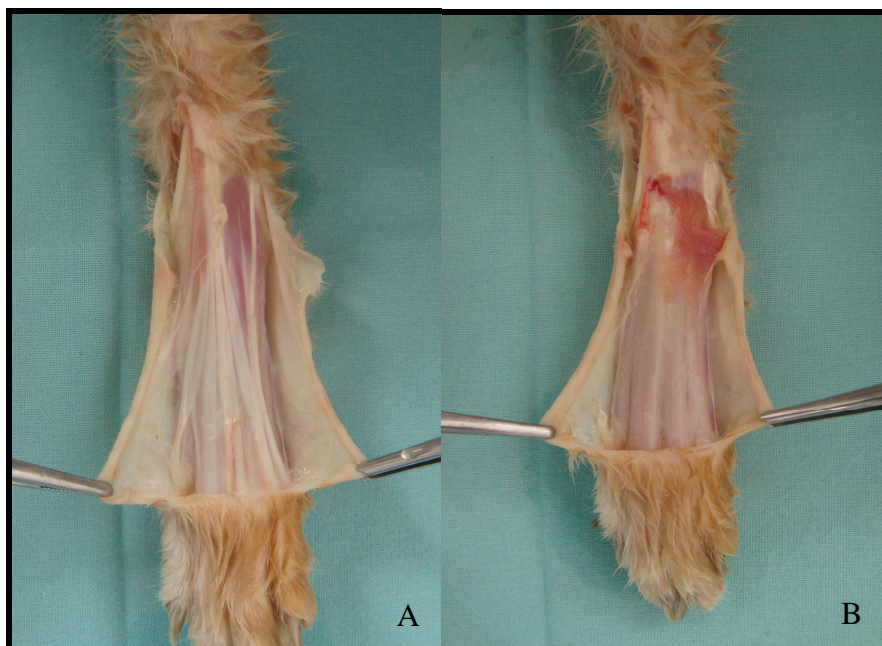


Figura 1 Imagem fotográfica da porção distal do membro pélvico de um felino (*Felis catus*) após tricotomia e incisão de pele sobre os ossos metatarsos. Pode-se visualizar tendões e músculos (A), que em seguida foram rebatidos e seccionados expondo assim os metatarsos do animal (B).



Figura 2 Imagem fotográfica de dois metatarsos felinos (*Felis catus*) após serem desarticulados e retirados do membro pélvico de um felino.

As epífises ósseas foram abertas com o auxílio de uma serra manual a fim de expor o canal medular (figura 3). Estes foram limpos de todos os tecidos circunjacentes (figura 4). Era então inserida uma agulha hipodérmica 25x7 acoplada a uma seringa de 20ml no canal medular e instilada jatos com solução fisiológica sob pressão removendo assim a medula óssea dos metatarsos (figura 5). Imediatamente após a remoção da medula óssea os metatarsos foram lavados com solução fisiológica¹.



Figura 3 Imagem fotográfica da abertura epifisária de um metatarso felino (*Felis catus*) com o auxílio de uma serra manual a fim de expor o canal medular.

¹ Solução de Cloreto de Sódio 0,9% ®. Fresenius KABI. São Paulo, SP.



Figura 4 Imagem fotográfica demonstrando a limpeza de todos os tecidos circunjacentes em um metatarso de um felino (*Felis catus*), com o auxílio de uma lâmina de bisturi de número 24.



Figura 5 Imagem fotográfica de um metatarso felino (*Felis catus*) no momento em que era removida sua medula óssea com jatos de solução fisiológica promovidos sob pressão por uma seringa de 20 ml acoplada a uma agulha hipodérmica 25x7.

Após esse procedimento o material foi imerso em 50 ml de mel de abelha proveniente de um produtor de mel localizado no município de Cambará do Sul – RS e acondicionados em frascos de vidro hermeticamente fechados, devidamente identificados, com data de coleta e medidas do osso, armazenados em temperatura ambiente, em lugar fresco, seco e protegido da luz solar por um período mínimo de 30 dias e no máximo de 6 meses.

3.4 Preparo dos animais para cirurgia

As aves já devidamente adaptadas foram submetidas a um jejum alimentar de duas horas sem sofrer jejum hídrico. Antes dos animais serem encaminhados ao bloco cirúrgico e da aplicação da medicação pré-anestésica, eles sofreram uma higienização de suas penas e dos membros pélvicos com a utilização de compressas cirúrgica úmidas (figura 6). Na sequência as aves foram pesadas (figura 7). A depenação ampla da região do úmero esquerdo somente foi promovida após a medicação pré-anestésica.



Figura 6 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (*Columba Livia*), sendo higienizado com o auxílio de uma compressa cirúrgica úmida.



Figura 7 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (*Columba Livia*), sendo pesado com o auxílio de uma balança digital.

3.5 Anestesia

Após preparo dos animais eles receberam como medicação pré-anestésica cloridrato de cetamina² na dose de 70 mg.kg^{-1} , midazolam³ na dose de 1 mg.kg^{-1} e morfina⁴ na dose de 1 mg.kg^{-1} ambos acondicionados em uma mesma seringa e aplicados por via intramuscular na musculatura peitoral, os animais foram intubados e mantidos em plano anestésico com isoflurano⁵ vaporizado em oxigênio a 100%, em circuito avalvular mantendo-se a temperatura corpórea nos limites aceitáveis para esta classe ($39^{\circ}\text{C} - 41^{\circ}\text{C}$).

3.6 Posicionamento cirúrgico e antissepsia

As aves anestesiadas foram posicionadas em decúbito lateral direito sobre um colchão térmico quente e envoltas em papel alumínio para evitar hipotermia durante o

² Vetaset®. Fort Dodge Saúde Animal – Campinas, SP.

³ Dormire®. Cristália. Itapira, SP.

⁴ Dimorf 1%®. Cristália. Itapira, SP.

⁵ Isoflurane®. Cristália. Itapira, SP.

procedimento cirúrgico. A depenação da asa esquerda foi previamente realizada por um auxiliar sempre observando e obedecendo a direção de crescimento das penas para evitar lesões de pele durante a depenação (figura 8). Para realização da anti-sepsia a mesma pessoa manteve a asa suspensa manualmente pela extremidade distal durante todo o procedimento de anti-sepsia até a colocação dos panos de campo. A anti-sepsia foi promovida com o auxílio de gaze estéril embebida em uma solução de clorexidine a 4%⁶, sempre cuidando para não molhar em demasia a ave. Com o membro do animal ainda suspenso, uma compressa foi utilizada para envolver a porção distal da asa evitando assim que as penas ficassem expostas e assim possível contaminação do sítio operatório (figura 9) em seguida três panos de campos estéreis foram posicionados e fixados com pinças de Backhaus isolando a área cirúrgica (figura 10).

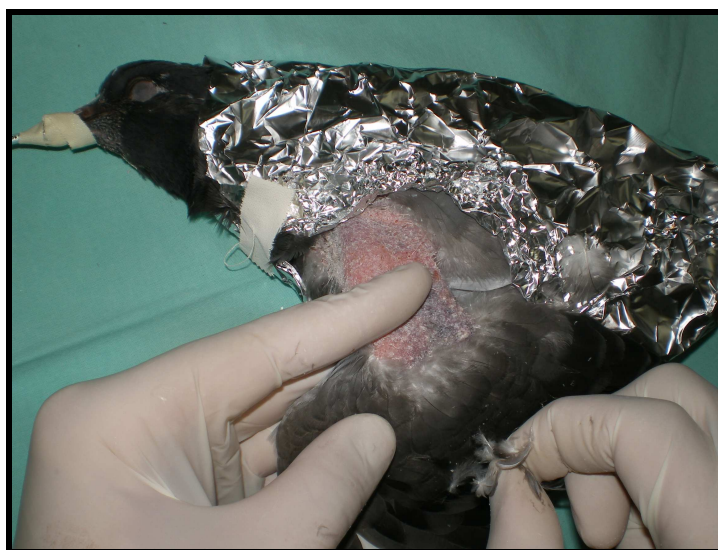


Figura 8 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (*Columba Livia*), em decúbito lateral, envolta em papel alumínio, com o membro esquerdo sendo submetido à depenação, obedecendo a direção de crescimento das penas.

⁶ Clorexidine – Dermalis – Farmácia de Manipulação – Santa Maria, RS.



Figura 9 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (*Columba Livia*), em decúbito lateral, envolta em papel alumínio, com o membro previamente depenado com a porção distal da asa envolta por uma compressa cirúrgica estéril, evitando exposição de penas.



Figura 10 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (*Columba Livia*), coberto por panos de campos estéreis isolando o sítio cirúrgico.

3.7 Preparo do implante

Antes do início do procedimento cirúrgico o implante foi retirado cuidadosamente, com o auxílio de uma pinça anatômica, do frasco onde permaneceu conservado (figura 11), e submerso em solução salina estéril morna por 15 minutos dentro de uma cuba metálica para reidratação do material (figura 12). Após este período o implante foi submetido a diversas lavagens sob pressão, com a mesma solução, com o auxílio de uma seringa de 10 ml e uma agulha 25x7 mm para remoção completa de qualquer resíduo de mel que pudesse estar no interior do canal medular (figura 13).

Após exaustiva lavagem este osso era pré-moldado conforme o comprimento e o diâmetro do canal medular de cada pombo submetido ao procedimento cirúrgico.



Figura 11 Imagem fotográfica do momento em que o implante era retirado cuidadosamente, com o auxílio de uma pinça anatômica, do frasco onde permaneceu conservado em mel por um período não inferior a 30 dias.



Figura 12 Imagem fotográfica de quatro metatarsos de um felino (*Felis catus*) submersos em solução salina estéril morna dentro de uma cuba metálica para reidratação dos ossos.

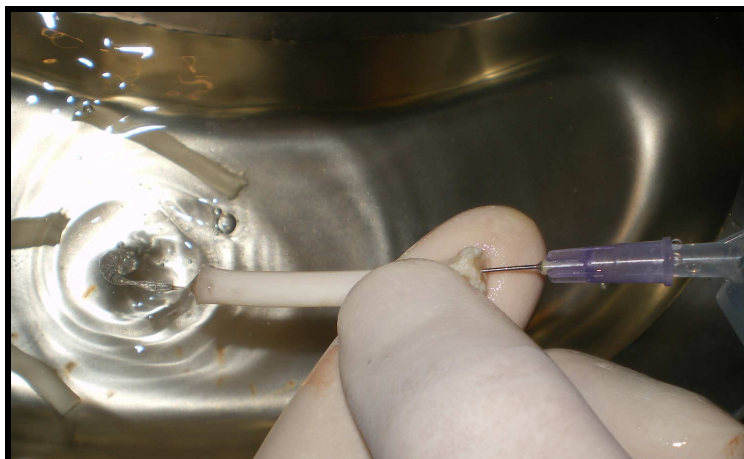


Figura 13 Imagem fotográfica do período em que o implante ósseo foi submetido à lavagem sob pressão, com solução salina estéril, com o auxílio de uma seringa de 10 ml e uma agulha 25x7 mm para remoção completa de qualquer resíduo de mel que pudesse estar no interior do canal medular.

3.8 Procedimento cirúrgico

Com os panos de campo previamente posicionados, o úmero foi acessado através de uma incisão de pele longitudinal dorso-lateral do membro esquerdo do animal com auxílio de um bisturi, cabo de número três e lâmina 10 (figura 14). A hemostasia da pele foi promovida por compressão manual utilizando uma compressa cirúrgica, na sequência foi realizada a divulsão roma entre os músculos deltóide menor e propatagial com o auxílio de um pequeno elevador de periósteo com movimentos lentos e precisos para evitar qualquer dano ao nervo radial (figura 15). Após sua identificação, o nervo radial, foi cuidadosamente isolado e rebatido com um fio cirúrgico mononáilon 2-0, facilitando assim, o acesso à diáfise umeral.



Figura 14 Imagem fotográfica trans-operatória do acesso dorso-lateral do membro esquerdo de um pombo doméstico (*Columba Livia*).

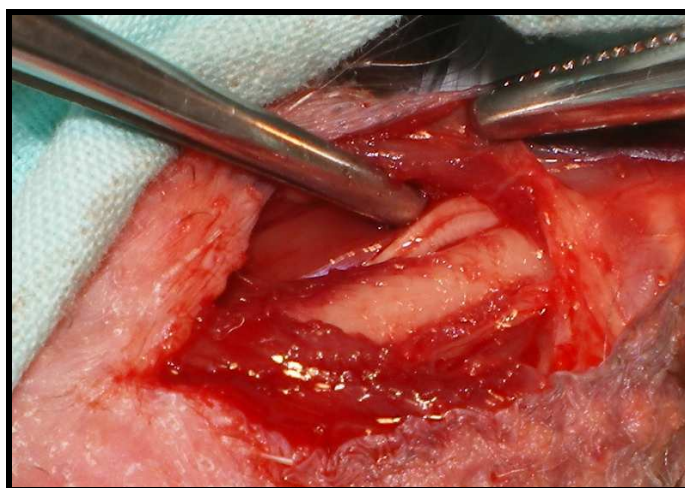


Figura 15 Imagem fotográfica trans-operatória após divulsão romba entre os músculos deltóide menor e propatagial expondo o úmero e o nervo radial do membro esquerdo de um pombo doméstico (*Columba Livia*).

Com a diáfise umeral exposta, uma osteotomia no terço médio da diáfise foi promovida com o auxílio de uma broca odontológica acoplada a um micromotor controlado por um pedal, o qual permitiu ao cirurgião o controle exato do início e término do processo.

A broca permaneceu sob irrigação constante com solução fisiológica estéril, instilada com uma seringa de 20 ml, acoplada a uma agulha 27x7, resfriando a broca evitando necrose tecidual pelo calor promovido durante o atrito entre broca e a cortical óssea durante a osteotomia (figura 16).

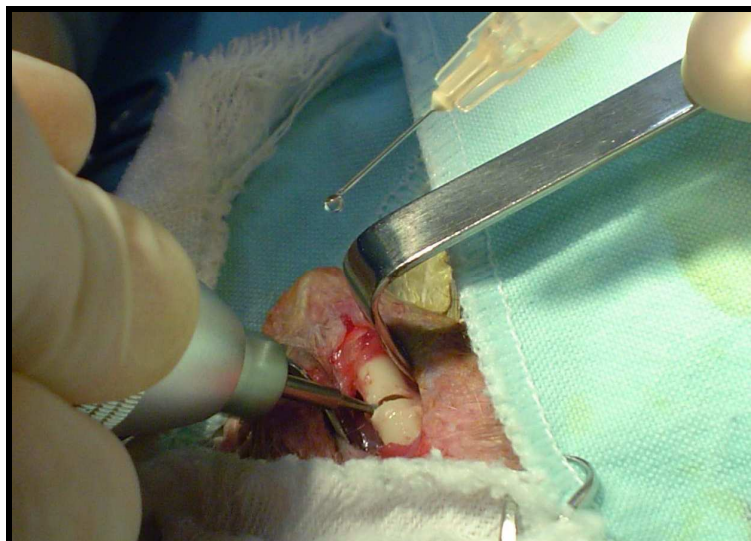


Figura 16 Imagem fotográfica trans-operatória da osteotomia diafisária do úmero esquerdo de um pombo doméstico (*Columba Livia*), com o auxílio de uma broca odontológica acoplada a um micromotor sob irrigação constante com solução fisiológica estéril, instilada com uma seringa de 20 ml, acoplada a uma agulha 27x7.

Após realização da osteotomia (figura 17), o canal medular do úmero foi avaliado observando-se o diâmetro e o comprimento do mesmo. Com o implante previamente preparado este foi moldado conforme o diâmetro do canal com a utilização de uma goiva e um cabo de bisturi de número 4 e lâmina 24, até ter seu diâmetro compatível com o diâmetro do canal medular ósseo da ave. Uma broca acoplada a uma parafusadeira foi utilizada para abrir um canal na epífise proximal do úmero (figura 18). O pino ósseo foi então introduzido de forma retrógrada por este canal confeccionado pela broca, sendo exteriorizado pela porção cranial (figura 19), na sequência os dois fragmentos ósseos foram alinhados pelo cirurgião e o pino ósseo rebatido de forma retrógrada para o interior do canal medular passando pelos dois fragmentos ósseos (figura 20), reduzindo e promovendo a estabilidade da fratura (figura 21).

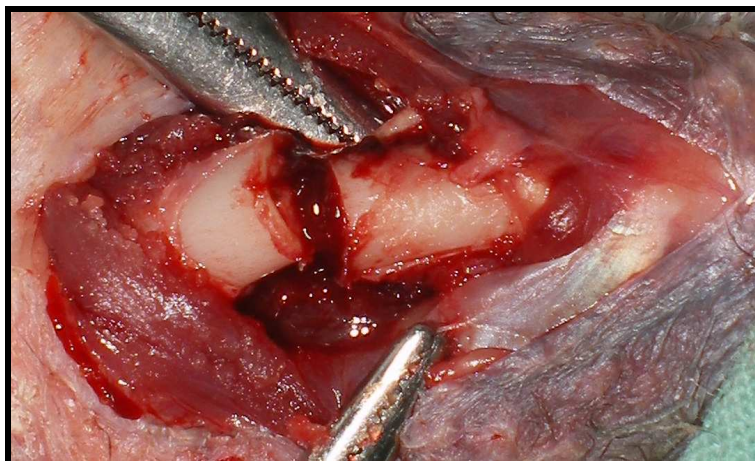


Figura 17 Imagem fotográfica trans-operatória após osteotomia diafisária do úmero esquerdo de um pombo doméstico (*Columba Livia*), expondo seu canal medula.

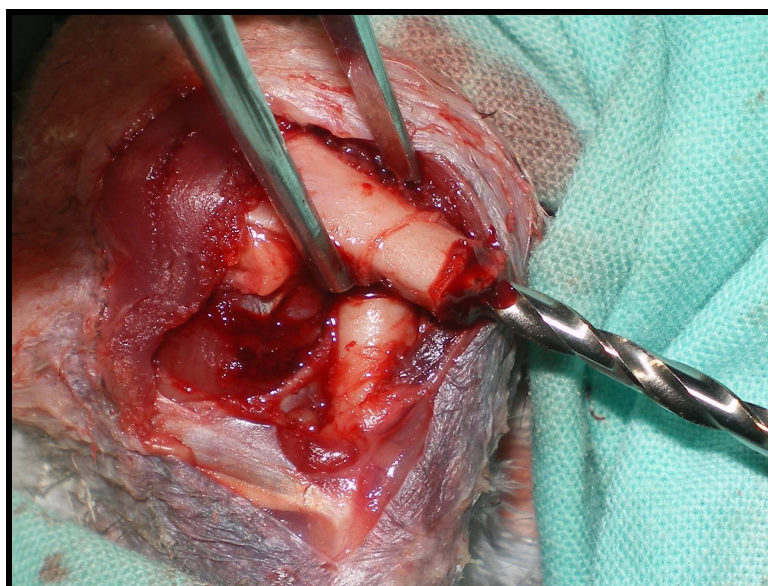


Figura 18 Imagem fotográfica trans-operatória no instante em que uma broca acoplada a uma parafusadeira era utilizada para abrir um canal na epífise proximal do úmero esquerdo de um pombo doméstico (*Columba Livia*)

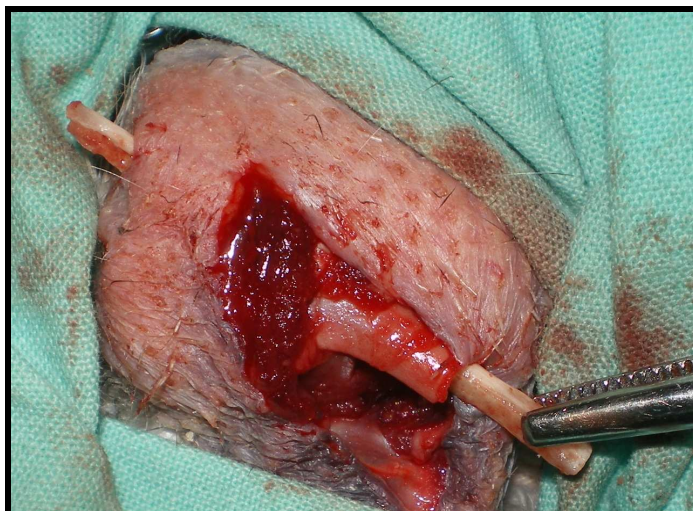


Figura 19 Imagem fotográfica trans-operatória de um pino ósseo sendo introduzido de forma retrógrada pelo canal medular no úmero esquerdo de um pombo doméstico (*Columba Livia*)

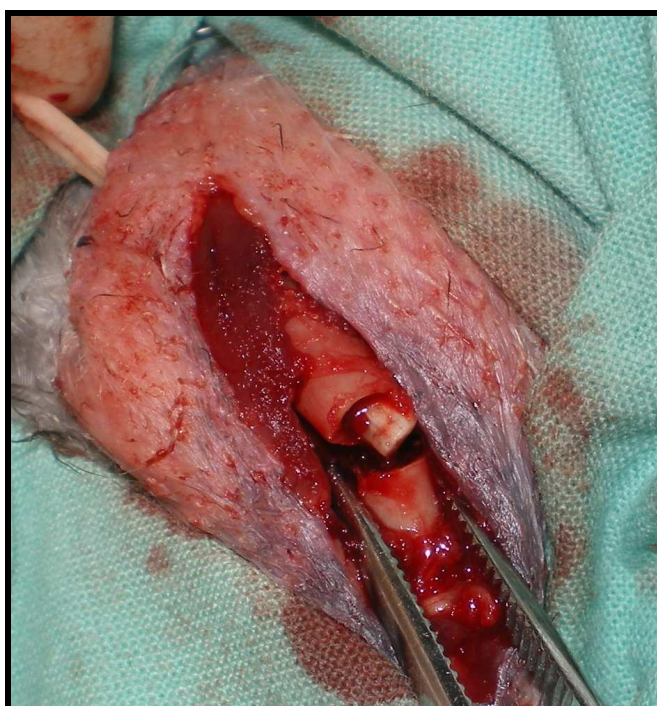


Figura 20 Imagem fotográfica trans-operatória do alinhamento da fratura e início da introdução do pino ósseo no segmento distal da osteossíntese umeral de um pombo doméstico (*Columba Livia*).

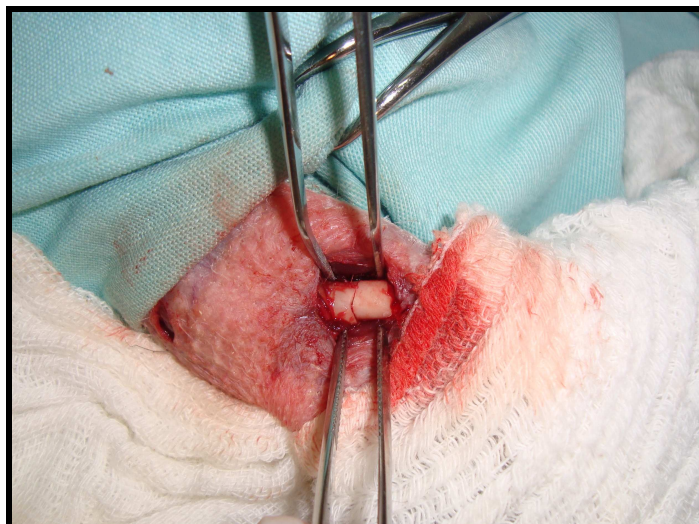


Figura 21 Imagem fotográfica trans-operatória do alinhamento na osteossíntese umeral de um pombo doméstico (*Columba Livia*).

Com a redução da fratura realizada e sua estabilidade confirmada, a musculatura foi aproximada com suturas interrompidas de Sultan (pontos em “X”) utilizando um fio absorvível sintético de poliglactina 910 número 4-0⁷ (figura 22), a síntese de pele foi com pontos interrompidos de Wolff também com fio absorvível sintético de poliglactina 910 número 4-0. A linha de fratura foi identificada com pontos de pele, interrompidos simples utilizando fio náilon 4-0, nos animais do grupo II.

⁷ Vicryl ®. Ethicon-Johnson. São José dos Campos, SP.

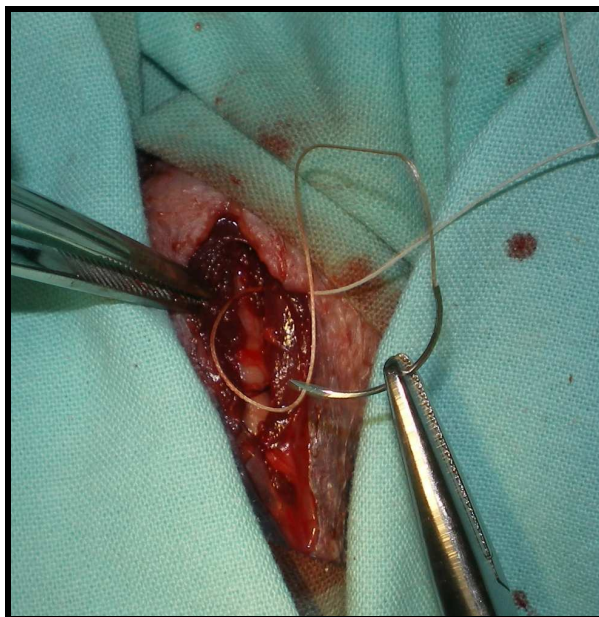


Figura 22 Imagem fotográfica trans-operatória da síntese dos músculos deltóide menor e propatagial, de um pombo doméstico (*Columba Livia*), com sutura interrompida de Sultan (pontos em “X”) utilizando um fio absorvível sintético de poliglactina 910 número 4-0,

3.9 Tratamento pós-operatório

Todas as aves receberam como terapia analgésica e antiinflamatória meloxicam na dose de 1mg/kg duas vezes ao dia durante quatro dias de pós-operatório por via intramuscular na musculatura peitoral. A ferida cirúrgica foi limpa diariamente durante sete dias de pós-operatório com solução de clorexidine 0,2%⁸. Já que os pontos de pele foram confeccionados com fio absorvível os mesmos não precisaram ser removidos.

Os animais do grupo GII foram submetidos à terapia com laser uma vez ao dia durante um período de sete dias de pós-operatório, iniciando no pós-operatório imediato, com um aparelho diodo Arseneto de Gálio (AsGa), de 45 W de potência com uma dosimetria de 4 J/cm² pontual, aplicado perpendicularmente ao tecido alvo em um ângulo de 90°, em quatro pontos sobre a linha de fratura que estava previamente identificada com pontos interrompidos de pele (figura 23). O tempo de aplicação em cada ponto foi determinado pelo temporizador do próprio aparelho. As aves eram contidas fisicamente com

⁸ Clorexidine – Dermalis – Farmácia de Manipulação – Santa Maria, RS.

a asa esquerda livre para a aplicação do laser. Os pontos de pele que demarcavam a linha de fratura eram localizados, o aparelho era regulado e testado antes de iniciar a aplicação, cuidadosamente se posicionava a caneta aplicadora sobre o local e iniciava-se a terapia, quando a luz indicadora do aparelho desligava a caneta era posicionada em outro ponto para nova aplicação e assim foi realizado nos outros dois pontos finalizando quatro pontos de aplicação. Ao final do tratamento os animais eram novamente levados a gaiola onde permaneceram por todo o período de avaliação.



Figura 23 Imagem fotográfica de um pombo doméstico (*Columba Livia*), sendo submetido à terapia com laser, com um aparelho diodo Arseneto de Gálio (AsGa), de 45 W de potência com uma dosimetria de 4 J/cm² pontual, sendo aplicado sobre a linha de fratura previamente identificada com pontos interrompidos simples com fio de náilon 4-0 na pele da ave (seta).

3.10 Métodos de avaliação

3.10.1 Avaliação clínica

Os animais foram avaliados clinicamente uma vez ao dia durante todo o período pós-operatório, iniciando já no pós-operatório imediato. No exame clínico geral foi observado

apetite, ingestão de água, comportamento, condição corporal e aspecto das fezes. Na avaliação específica observou-se a existência de edema no sítio cirúrgico, presença de secreção na linha de sutura e hematoma. Também foi observado o posicionamento anatômico do membro operado em relação ao contralateral já após recuperação anestésica até o tempo final de avaliação de cada grupo. Por fim a utilização do membro em um teste de vôo, observando a presença ou ausência de vôo, onde todos os animais dos grupos GI30, GII30, GI60 e GII60 iniciando o teste aos 15 dias de pós-operatório, as aves foram testadas todos os dias até que apresentassem vôo adequado até se empoleirar a uma altura aproximada de 1,80m. O teste ocorreu em um recinto telado com poleiro a uma altura de aproximadamente 1,80m (figura 24).



Figura 24 Imagem fotográfica de um recinto telado com poleiros a uma altura de aproximadamente 1,80m, onde foram realizados os testes de vôo dos animais.

3.10.2 Avaliação radiológica

Todas as aves foram avaliadas radiologicamente já no pós-operatório imediato e semanalmente até o período determinado para a avaliação histológica de cada animal para ambos os grupos GI e GII (8, 15, 30, 60 dias). Portanto, as aves dos grupos GI8 e GII8 foram radiografadas duas vezes, as dos grupos GI15 e GII15 radiografadas três vezes, os animais dos grupos GI30 e GII30 por quatro vezes e por fim os dos grupos GI60 e GII60 por oito vezes.

Nesta avaliação foram observadas a patência pneumática do seio medular, a presença do pino ósseo no interior do canal medular, a integridade deste pino ósseo, sobre do pino na região proximal do úmero, presença de calo ósseo, cicatrização óssea, fissura óssea no úmero, e alinhamento dos fragmentos ósseos na linha de fratura.

Para a realização deste exame foi utilizado um aparelho convencional, chassis com intensificador e filme radiográfico comum. O estudo foi realizado sempre em duas projeções, médio-lateral e caudo-cranial com uma quilovoltagem 45 Kv e miliamperagem (mA) autorregulável, e os filmes revelados mecanicamente. Os animais foram posicionados sob contenção física sem a necessidade de qualquer tipo de sedação para a realização deste exame.

3.10.3 Avaliação macroscópica

Após o período determinado para cada grupo os animais foram submetidos à eutanásia utilizando cloridrato de cetamina na dose de 30 mg.Kg⁻¹ por via intramuscular na musculatura do peito e após a inconsciência, uma superdosagem de propofol⁹ era administrada por via intravenosa na veia ulnar, sempre observando movimentos respiratórios e batimentos cardíacos. Somente com a confirmação do óbito o úmero era coletado para avaliação macroscópica e histológica.

Para realizar a coleta do úmero, a região operada foi depenada para um melhor acesso, em seguida, com o auxílio de um bisturi, cabo de número quatro e lâmina 20 a pele do animal foi seccionada na região dorsal ao úmero, após a musculatura foi incisada até expor o osso da ave se estendendo da articulação proximal até a articulação distal do úmero. Foram avaliadas a presença ou não de aderência da musculatura e do nervo radial próximos a osteossíntese. Antes da desarticulação do úmero a movimentação articular foi observada. Após desarticulação total e remoção do osso o mesmo foi limpo de todos os tecidos circunjacentes e lavados com solução fisiológica. Presença de calo ósseo, movimentação na linha de fratura também foram avaliados. Depois de limpos, os ossos foram imersos em formol tamponado, armazenados em frascos de vidro hermeticamente fechados.

⁹ Propovan® - Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda. - Itapira, SP.

3.10.4 Avaliação histológica

Todas as amostras foram encaminhadas para exame histológico. Elas foram descalcificadas em ácido nítrico 5%; processados pelo Auto-Técnico; passando por seis aplicações de álcoois, três de xilol, com duração de uma hora cada passagem. O material foi posto no inclusor onde passou por banho de parafina e incluído na mesma. As lâminas foram cortadas em sentido longitudinal em um micrótomo. Foram colocadas em estufa a 60 °C, sendo depois corados pelos métodos de Hematoxilina Eosina de Harris (HE) e tricrômio de Masson, e examinados por meio de microscopia óptica.

A avaliação histológica realizou-se de forma descritiva. Duas áreas foram observadas, a primeira foi o local da osteossíntese umeral e o outro a interação entre o pino ósseo implantado e a cortical umeral.

Foi observada a presença de células inflamatórias, deposição de fibrina, tecido cartilaginoso, tecido conjuntivo fibroso e necrose local. Para a análise dos dados foi utilizado o Mann Whitney Rank Sum Test.

4 RESULTADOS

Os implantes utilizados permaneceram no meio conservante por um período mínimo de 30 dias e máximo de seis meses, apresentando um aspecto físico viável, não se observando deterioração, fissuras longitudinais ou rachaduras ao serem retirados do meio conservante. Estes implantes apresentavam-se com sua coloração alterada em relação ao momento da coleta, pois se tornaram amarelados e era possível perceber a impregnação do conservante em todos os pequenos poros, no entanto, após o processo de hidratação, sua coloração retornou a original.

A técnica de osteossíntese utilizada neste estudo conseguiu aposição dos fragmentos e alinhamento da fratura em todas as aves. Durante o processo de osteotomia, houve diminuição no comprimento do úmero, chegando a perda máxima de 1 mm aproximadamente.

No pós-operatório imediato notou-se a diferença entre as asas dos animais, sendo observado que o membro esquerdo não apresentava-se em posição anatômica, estando este caído, retornando a posição anatômica aos 7 dias. Durante a avaliação clínica não foi observado nenhum caso de infecção ou deiscência da ferida cirúrgica, notou-se apenas um pequeno hematoma próximo à linha de incisão que até o terceiro dia de pós-cirúrgico não estava mais presente. Na palpação do foco de fratura não foram verificadas mobilidade ou crepitação entre os fragmentos ósseos. Também não foram observadas alterações na temperatura local e geral, no comportamento e apetite dos animais.

Na avaliação clínica de teste de vôo, 100% dos animais submetidos à terapia com laser Arseneto de Gálio alcançaram vôo até 19 dias de pós-operatório, já as aves não submetidas à radiação laser 100% destas só alcançaram vôo até 23 dias de pós-operatório. Todos os animais restabeleceram vôo antes do desaparecimento total da linha de fratura visível ao exame radiográfico.

Os dados relacionados ao teste de vôo se encontram na tabela 1.

Tabela 1 Dados relacionados à avaliação clínica de teste de vôo, entre os animais tratados com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa) e os não tratados dos grupos aptos a voar, sendo eles o GI30, GI60, GII30 e GII60.

Dias de pós-operatório	Não tratados (GI)	Tratados (GII)
15 dias	2 animais (25%)	3 animais (37,5%)
17 dias	1 animal (12,5%)	4 animais (50%)
19 dias	2 animais (25%)	1 animal (12,5%)
22 dias	1 animal (12,5%)	0%
23 dias	2 animais (25%)	0%
Total	8 animais (100%)	8 animais (100%)

A avaliação radiográfica pós-operatória imediata mostrou alinhamento dos fragmentos ósseos no foco de fratura (figura 25), sem desvio do eixo ósseo em todas as aves. Já nesta avaliação, em cinco animais observou-se uma sobra de aproximadamente 0,5 cm de pino ósseo próximo a articulação escápulo-coraco-umeral (figura 26), no entanto não foram observados, clinicamente, diferença na utilização do membro em relação a outras aves.



Figura 25 Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (*Columba Livia*) do grupo GII demonstrando alinhamento da fratura no pós-operatório imediato.



Figura 26 Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (*Columba Livia*) demonstrando excesso de pino ósseo próximo a articulação escápulo-coraco-umeral.

No exame radiográfico houve discreta formação de calo ósseo aos 15 dias, mas com presença evidente da linha de fratura (figura 27), mas no exame físico pode-se observar a presença de um calo palpável, e também todos os animais apresentaram uso funcional do membro operado. Ao exame histológico realizado neste período, notou-se a formação de calo constituído por cartilagem hialina.

Aos 30 dias era bastante evidente a formação de calo ósseo e, em algumas aves, ainda era observada a presença de uma discreta linha de fratura (figura 28), mas no exame aos 60 dias evidenciava-se a remodelação óssea com diminuição do calo ósseo e desaparecimento total da linha de fratura (figura 29).

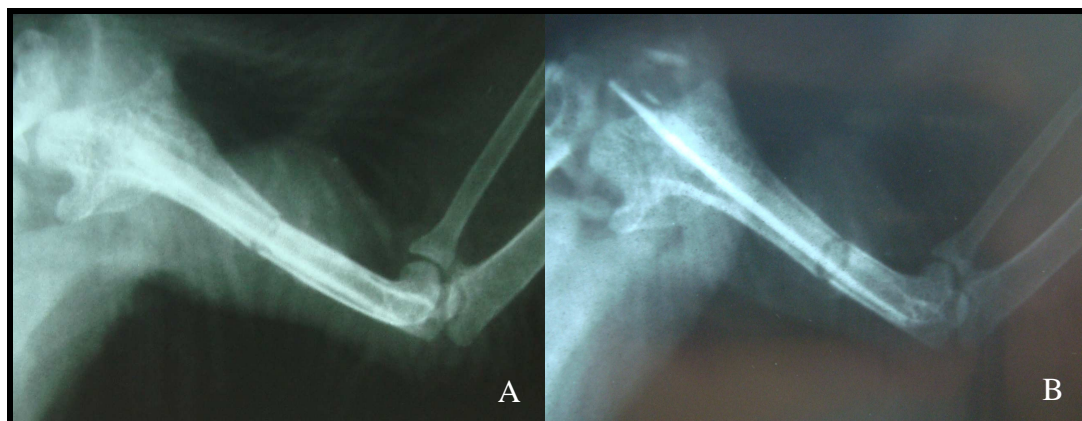


Figura 27 – Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (*Columba Livia*) do grupo GI15 em A e do grupo GII15 em B demonstrando alinhamento da fratura e discreta formação de calo ósseo aos 15 dias, mas com presença evidente da linha de fratura.



Figura 28 – Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (*Columba Livia*) do grupo GI30 em A e do grupo GII30 em B demonstrando alinhamento da fratura e presença de calo ósseo aos 30 dias, mas ainda com presença da linha de fratura em A.



Figura 29 – Imagem radiográfica do úmero de pombos domésticos (*Columba Livia*) do grupo GI60 em A e do grupo GII60 em B demonstrando alinhamento da fratura e evidente remodelação óssea com diminuição do calo ósseo e desaparecimento total da linha de fratura 60 dias, observa-se também a presença e a integridade do pino ósseo intramedular.

Os resultados obtidos após avaliação radiográfica estão disponíveis nos quadros 1 e 2.

Os resultados na avaliação macroscópica também foram semelhantes entre grupos, sendo observado presença de aderência entre a musculatura da região e do nervo radial ao osso nos animais dos grupos de 8, 15 e 30 dias. Nos animais dos grupos de 60 dias essas aderências não estavam mais presentes.

Quadro 1 Dados relacionados à avaliação radiográfica do úmero de pombos domésticos (*Columba livia*), submetidos a osteossíntese umeral por xenoinxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).

Patência pneumática								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	3	3	3	3	3	3	3	3
P2	3	3	3	3	3	3	3	3
P3	3	3	3	3	3	3	3	3
P4	3	3	3	3	3	3	3	3

Presença do Pino e Integridade do Pino								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	3	3	3	3	3	3	3	3
P2	3	3	3	3	3	3	3	3
P3	3	3	3	3	3	3	3	3
P4	3	3	3	3	3	3	3	3

Calo Ósseo								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	0	0	2	0	2	2	0	1
P2	0	0	2	0	2	2	0	0
P3	0	0	1	2	2	3	0	0
P4	0	0	2	2	2	3	0	2

P (pombo)

0 (ausente)

1 (leve)

2 (moderado)

3 (intenso)

Quadro 2 Dados relacionados à avaliação radiográfica do úmero de pombos domésticos (*Columba livia*), submetidos a osteossíntese umeral por xenoenxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).

Cicatrização Óssea								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	0	0	0	0	3	1	3	3
P2	0	0	0	0	3	0	3	3
P3	0	0	0	0	3	1	3	3
P4	0	0	0	0	3	1	3	3

Fissura/Fratura								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0	0	0
P4	0	0	0	0	0	0	0	0

Alinhamento								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	3	3	3	3	3	3	3	3
P2	2	3	3	2	3	1	3	3
P3	3	2	3	3	2	2	3	3
P4	3	3	2	3	3	2	2	3

P (pombo)

0 (ausente)

1 (leve)

2 (moderado)

3 (intenso)

No exame microscópico aos 8 (oito) dias foi observado, em ambos os grupos, o início da formação de calo ósseo, pelo aparecimento de tecido fibroso no local de fratura (figura 30), seguido de formação cartilaginosa e mais distante formação de trabéculas ósseas com tecido ósseo trançado. Focos esporádicos de reabsorção do osso fraturado, com início de aposição óssea sobre o implante que apresentava-se com suas lacunas vazias.

Aos 15 dias nos animais do grupo I, observou-se calo formado por intensa metaplasia cartilaginosa que já avança até o ponto de fratura, aumento significativo da transformação em trabéculas da porção mais distante do ponto de fratura e formação trabecular óssea junto ao endosteo com conexão do osso implantado com cortical óssea fraturada (figura 31). O mesmo foi verificado nas aves do grupo II, mas também observou-se atraso no desenvolvimento de osso trabecular unindo com a cortical umeral fraturada ao osso implantado.

Aos 30 dias nos animais não irradiados com laser observou-se calo ósseo constituído por osso trabecular com diminuída presença de cartilagem. Osso implantado revestido por espessa camada de osso neo-formado, trabéculas ósseas unindo a cortical do osso fraturado com o osso implantado. Já no grupo tratado com laser o calo ósseo era composto por osso trabecular sem a presença de cartilagem.

Com 60 dias de pós-operatório no grupo I o calo apresentava-se consolidado e formado por osso trabecular, com atividade celular reduzida. No grupo II o calo ósseo já apresentava-se bastante reduzido, e também com pouca atividade celular. Em todas as amostras inclusive as de 60 dias, o osso implantado permaneceu íntegro e sem células em suas lacunas.

Os resultados obtidos após avaliação histológica estão disponíveis nos quadros 3 e 4.

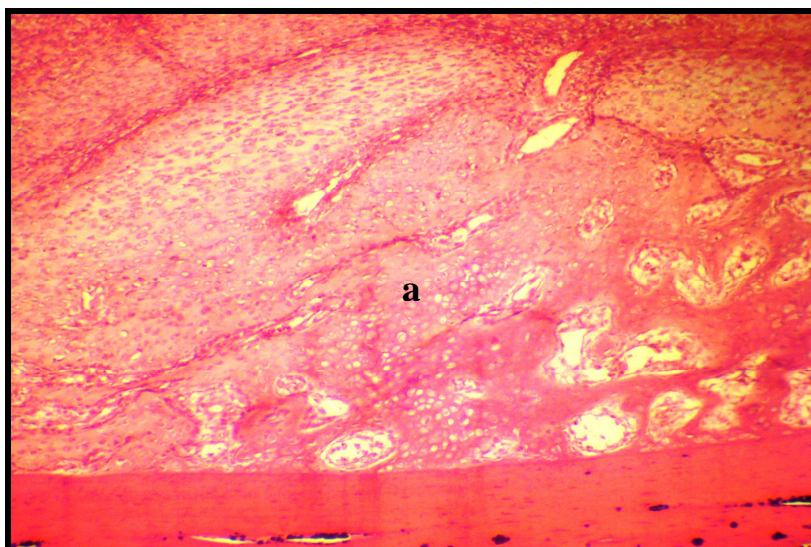


Figura 30 Fotomicrografia mostrando a formação de tecido fibroso(a).
Aumento de 10x, (H&E).

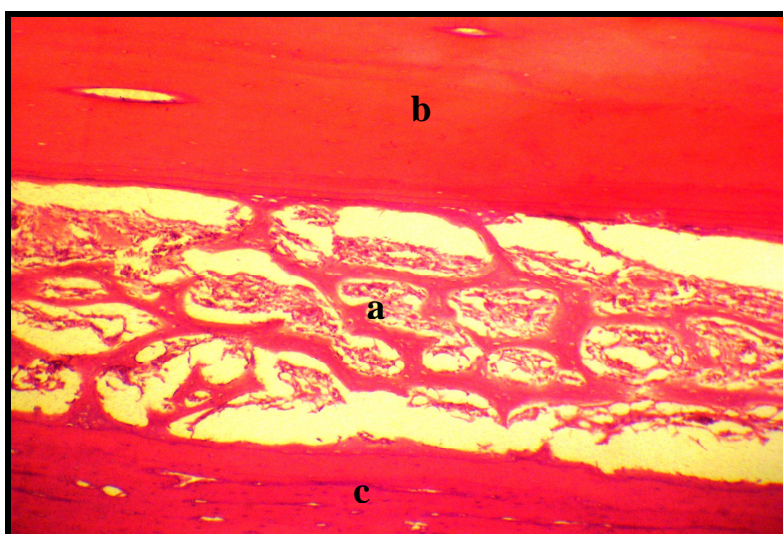


Figura 31 Fotomicrografia mostrando a formação trabecular óssea (a)
unindo o endosteo da cortical (b) óssea ao implante (c).
Aumento de 10x (H&E).

Quadro 3 Dados relacionados à avaliação histológica do úmero de pombos domésticos (*Columba livia*), submetidos a osteossíntese umeral por xenoinxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).

Células Inflamatórias								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	2	2	0	0	0	0	0	0
P2	2	2	0	0	0	0	0	0
P3	2	2	1	2	0	0	0	0
P4	2	2	0	1	0	0	0	0

Deposição de Fibrina								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	2	2	0	0	0	0	0	0
P2	1	2	0	0	0	0	0	0
P3	2	1	0	1	0	0	0	0
P4	2	1	0	0	0	0	0	0

Proliferação de Tecido de Granulação								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	2	3	1	1	0	1	0	0
P2	2	3	1	1	0	1	0	0
P3	3	3	2	2	0	1	0	0
P4	3	3	1	2	0	1	0	0

P (pombo)

0 (ausente)

1 (leve)

2 (moderado)

3 (intenso)

Quadro 4 Dados relacionados à avaliação histológica do úmero de pombos domésticos (*Columba livia*), submetidos a osteossíntese umeral por xenoinxerto tratados ou não com radiação laser Arseneto de Gálio (AsGa), (GI e GII).

Fibrose								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	1	2	1	1	0	0	0	0
P2	1	2	1	1	1	0	0	0
P3	1	2	1	1	0	0	0	0
P4	1	2	1	1	0	0	0	0

Cicatrização								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	0	0	2	2	2	2	3	3
P2	0	0	2	2	2	2	3	3
P3	0	0	2	2	2	2	3	3
P4	0	0	2	2	2	2	3	3

Involução do Calo Ósseo e Remodelação								
	8 dias		15 dias		30 dias		60 dias	
	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser	C/ Laser	S/ Laser
P1	0	0	0	0	1	1	2	2
P2	0	0	0	0	1	1	2	2
P3	0	0	0	0	1	1	2	2
P4	0	0	0	0	1	1	2	2

P (pombo)

0 (ausente)

1 (leve)

2 (moderado)

3 (intenso)

5 DISCUSSÃO

O uso de pombos domésticos mostrou-se um bom modelo experimental no que tange à aplicação da técnica cirúrgica proposta, visto que oferecem as mesmas características anatômicas de algumas aves selvagens voadoras, sendo também animais comercializáveis, de fácil aquisição. No entanto, é importante salientar que pombos são aves domésticas, habituadas com a presença humana e com sua permanência em recintos fechados.

O período de adaptação das aves de 30 dias permitiu a adequação à dieta, ao ambiente e as pessoas da equipe que iriam manipular esses animais em todo o período de pós-operatório, para a realização das avaliações clínicas, aplicação de medicações, do manejo e contenção para a realização da aplicação do laser e os exames radiográficos semanais. Coincidindo com as observações de Gaiga & Schossler (2003); Leotte et al. (2004); Dalmolin et al. (2007).

A manutenção dos animais em gaiolas individuais foi considerada positiva, pois facilitou a observação clínica, não apresentando maiores dificuldades na higienização das gaiolas e na nutrição dos animais, realizados diariamente. Além de evitar disputas entre os animais auxiliando na integridade cirúrgica, corroborando com Dalmolin et al. (2007) e Bolson (2007), que também alojaram os animais de seus experimentos em gaiolas individuais. Alievi et al. (2001), optaram por uma forma diferente de alojamento dos animais, onde somente os machos permaneceram em gaiolas individuais e as fêmeas eram alojadas aos pares por não apresentarem esta disputa por território presente no comportamento dos machos.

A escolha do mel como meio conservante foi devido a sua utilização em trabalhos realizados por Amendola (2003), Gaiga & Schossler (2003) e Alievi (2006), que concluíram em seus estudos que o mel é adequado como conservante de ossos para serem utilizados como implantes corticais, uma vez que mantém o material livre de agentes patogênicos, além de preservar a rigidez óssea e ser antigênico, indicando assim sua utilização.

Apesar de o método de colheita utilizado ter sido realizado através de condições não assépticas, não foram observados sinais clínicos de infecção associados aos enxertos no presente estudo, demonstrando assim a eficácia do mel em inibir o crescimento bacteriano. Este fato corrobora com os resultados de Amendola (2001) e Gaiga & Schossler (2003), ao preservar aloenxertos ósseos corticais em mel, o que comprova que o enxerto ósseo

preservado nessa substância não necessita de coleta asséptica, já Alievi (2006), preferiu pela coleta asséptica do implantes utilizados para substituição de segmento ósseo femoral em seu experimento, pois o mel não pode ser tratado como substância estéril, sendo necessário a análise microbiológica antes de ser utilizado com propósitos medicinais (POSTMES et al, 1993).

A atividade antimicrobiana do mel pode ser atribuída também a um composto conhecido como peróxido de hidrogênio, produto final de uma reação enzimática entre a glicose oxidase da abelha com a glicose encontrada diluída no mel (POSTMES et al, 1993).

O tempo de hidratação, dos ossos, empregado neste experimento procedeu-se conforme os dados descritos por Gaiga & Schossler (2003), que consideraram 30 minutos como tempo suficiente para a hidratação dos implantes ósseos. A solução escolhida para a hidratação dos implantes foi a solução de cloreto de sódio (NaCl) a 0,9%.

Del Carlo et al. (1999), consideram um desafio manter a rigidez óssea após sua conservação. Neste estudo a rigidez óssea foi mantida, pois não foram observadas fissuras nem rachaduras durante a moldagem do implante. A moldagem do pino ósseo foi realizada após a osteotomia umeral, pois cada implante foi moldado conforme o diâmetro do canal medular de cada pombo submetido ao procedimento cirúrgico, esta etapa foi a principal responsável pelo prolongamento do tempo cirúrgico.

Optou-se por realizar osteossíntese diafisária umeral, além de ser um dos locais mais frequentes de ocorrência de fratura em aves (MACCOY, 1992), este é um osso de fundamental importância no voo. Segundo Bolson et al. (2005), fraturas umerais podem condenar uma ave ao cativeiro ou ser fator decisivo para a realização de eutanásia destes animais.

Lamb & Jones (1984), descrevem que os anestésicos inalatórios são os mais escolhidos para a anestesia de aves por possuírem alto índice de segurança, permitem indução e recuperação rápida da anestesia, fato este observado neste estudo. A utilização do isoflurano deveu-se aos dados obtidos por Guimarães et al. (2000), e pela indicação de Pascoe (1985) e Roskopf & Woerpel (1996), que descreveram que o isoflurano promove plano anestésico mais estável que o halotano, tornando-se o anestésico de escolha na medicina aviária.

Em um estudo, Guimarães et al. (2007), avaliaram os efeitos cardiovasculares e respiratórios produzidos por opióides, associados ao isoflurano na osteotomia e osteossíntese de úmero em pombos domésticos, concluíram que a morfina e o butorfanol podem ser utilizados com segurança associados ao isoflurano para anestesia destas aves, pois produzem

mínimos efeitos sobre estes sistemas. Em virtude destes dados a morfina foi utilizada como parte do protocolo anestésico.

O plano anestésico obtido com a utilização do protocolo mencionado no presente trabalho foi adequado para a realização de todos os procedimentos trans-operatórios, sendo imperativo evitar qualquer movimentação do animal durante este ato, principalmente no momento da osteotomia do úmero e na redução desta fratura, evitando desta forma fissuras ou rachaduras iatrogênicas durante a cirurgia. Durante a manutenção anestésica, os animais permaneceram com as pálpebras fechadas, globo ocular centralizado, midríase parcial, reflexo corneal presente, mas lento.

As causas da hipotermia consistem basicamente na redução da produção de calor pelo animal associada ao aumento de sua perda. Considerando a sensibilidade das aves às variações térmicas e o fato da anestesia inalatória poder induzir redução de temperatura corpórea, é conveniente monitorar a temperatura da ave durante o procedimento cirúrgico (RASO, 2004).

Os principais efeitos da hipotermia são a severa depressão do sistema nervoso central e de órgãos vitais. Durante o período de hipotermia ocorre hipotensão devido à redução do débito cardíaco, embora a resistência vascular aumente (THURMON et al., 1996).

O papel alumínio foi utilizado no presente estudo evitando a hipotermia durante o período trans-operatório, contribuindo para que houvesse adequada recuperação anestésica. Alguns métodos para evitar a hipotermia são o colchão térmico (RASO, 2004), o qual pode causar queimaduras devido à fina pele das aves; a fluidoterapia aquecida, que com uma velocidade de administração lenta impossibilita a manutenção e os cobertores de ar aquecidos, os quais possuem dimensões inapropriadas para a espécie. Carregaro et al. (2008), testaram o papel alumínio na manutenção térmica em galinhas domésticas mantidas sob anestesia inalatória com isoflurano, obtendo excelentes resultados, indicando este material por promover a manutenção térmica e ser de fácil aquisição e baixo custo.

O decúbito utilizado foi o ventral com o animal levemente inclinado para o lado direito, já que o acesso cirúrgico foi realizado no membro esquerdo da ave. Optou-se por este posicionamento, pois desta forma simularia a posição fisiológica da ave, com o intuito de facilitar os movimentos respiratórios do animal. Este decúbito promoveu uma exposição fácil e adequada do membro, contribuindo com o acesso dorso lateral para exposição da diáfise umeral. Pesquisadores como Leotte et al. (2004); Cunha et al. (2004); Alievi et al. (2006); Dalmolin et al. (2007) e Bolson (2007), utilizaram em seus estudos o decúbito

lateral para a realização de procedimentos semelhantes, mesmo com este posicionamento estes autores não relatam qualquer dificuldade respiratória nestes animais.

Para a realização da anti-sepsia optou-se pela solução de gluconato de clorexidina 4% devido a sua ação anti-séptica tópica, à baixa possibilidade de ocorrência de reações alérgicas (SILVA, 1999), e as contra-indicações da utilização de compostos que contenham álcool em sua formulação, contrariando Bolson (2007), que utilizou a sequência álcool-iodo-álcool a 70% em seu experimento, pois segundo Bennett (1992), o álcool pode baixar a temperatura corporal das aves durante a manobra de anti-sepsia e assim trazer problemas anestésicos e cirúrgicos devido à hipotermia.

Assim como Leotte et al. (2004), Bolson et al. (2005) e Dalmolin et al. (2007), a realização do acesso cirúrgico dorsal à diáfise umeral demonstrou-se eficaz para o tratamento de fratura diafisária transversa umeral, não apresentou problema para isolar estruturas importantes como o nervo radial. Evitando também um maior número de vasos, permitindo adequada exposição óssea. Ao contrário de Gaiga & Schossler (2003), que preferiram o acesso ventral como forma de evitar o nervo radial.

Apesar de existirem outros métodos de osteotomia em aves como, serra oscilatória, osteótomo e pressão digital, foi utilizado no presente trabalho uma broca odontológica de corte acoplada a um motor elétrico de baixa rotação. Esta técnica foi de fácil utilização, produzindo assim uma fratura homogênea em todas as aves, sem a ocorrência de fraturas ou fissuras iatrogênicas.

Nesse estudo nenhum animal apresentou deformidade rotacional favorecendo a recuperação rápida da função e não comprometendo o desempenho dos animais, diferindo de Gaiga & Schossler (2003), que observaram em uma ave de seu experimento deformidade rotacional, levando este animal ao mau funcionamento do membro. Bennet & Kuzma (1992), afirmaram que um leve grau de rotação resulta em não união óssea, consequentemente ao não uso adequado do membro impedindo a ave de voar, levando este animal a permanecer em cativeiro ou até a eutanásia do mesmo. A diminuição no comprimento do úmero observada durante o processo de osteotomia ocorreu devido ao desgaste do osso pela broca durante a confecção da fratura, porém não afetou o uso adequado do membro assim como a capacidade de vôo em todos os animais testados.

Como recomendado por Bennet (1992), que testou cinco tipos de fios cirúrgicos, foi utilizado o fio poliglactina 910 4-0, sendo um material de fácil manuseio, oferecendo sustentação apropriada na redução dos planos anatômicos e não demonstrando qualquer complicação com uma baixa reação inflamatória, não necessitando sua remoção já que na

terceira semana este não estava mais presente, diferindo de Leotte et al. (2004) que com o uso do fio catagute cromado 4-0 o ponto permaneceu por quatro semanas de pós-operatório.

Com a utilização de apenas um pino ósseo intramedular, este manteve a capacidade de evitar o movimento de rotação da fratura, mesmo sem a utilização de artefatos como cerclagem (GAIGA & SCHOSSLER, 2003), e ponto em Wolff com fio cirúrgico poliglactina 910 (BOLSON, 2007), para evitar tal força. Provavelmente este fato deveu-se pela forma em que o pino ósseo foi confeccionado e posteriormente introduzido no canal medular, pois sua moldagem era realizada de acordo com o diâmetro do canal medular umeral de cada pombo, ajustando-se adequadamente no interior do canal medular, ficando então em íntimo contato com parte da cortical óssea e ancorado nas extremidades proximal e distal do úmero, nos orifícios produzidos inicialmente pela broca, para a introdução do implante. Salientando que não era preenchido todo o canal medular, para evitar assim danos ao suprimento ósseo endosteal, que poderia retardar a cicatrização óssea.

Apesar de Alievi et al, (2002) e Gaiga & Schossler (2003), indicarem o uso de flunixin meglumine em dose única com o intuito de diminuir o estresse nas aves durante a contenção física para a aplicação deste fármaco e que em sua aplicação em dose única descreverem que nenhum animal apresentou no pós-operatório sinais clínicos de dor, como inatividade e anorexia, o uso de meloxicam duas vezes ao dia (12 em 12 horas) durante cinco dias de pós-operatório não apresentou maiores riscos com relação ao estresse, já que todas as aves eram manipuladas diariamente para a limpeza das gaiolas. Mostrando também sua eficácia para o controle da dor, pois os animais não apresentaram sinais clínicos como inatividade e anorexia.

Um fator muito importante que contribuiu para o sucesso dos procedimentos anestésicos, pré, trans e pós-operatórios, foi a habilidade da equipe assim como a permanência de cada integrante em sua determinada função no decorrer do experimento, evitando assim erros de técnica ocasionados por algum integrante inexperiente que por ventura assumia alguma função em que não esteja acostumado a realizar, esta observação também foi salientada por estudo realizado por Bolson (2007), no qual os integrantes de sua equipe obtiveram treinamento prévio em outros procedimentos realizados nesta mesma espécie.

Como descrito por Matera et al. (2003), em um estudo com excisão artroplástica da cabeça do fêmur em cães, a realização da radiação com o laser Arseneto de Gálio mostrou-se simples, segura e de fácil aplicação.

A contenção física para realização da radiação laser nos animais do grupo II foi eficaz, proporcionando uma adequada imobilização permitindo a aplicação do laser sem a necessidade de anestesia. No entanto Bennett (1992), salienta que ao realizar a contenção física em aves, esta deve ser realizada cuidadosamente, pois as aves não apresentam diafragma e qualquer fator que limite o movimento esternal e das costelas dificulta a respiração do animal. A contenção dos animais utilizados neste trabalho foi realizada com muita atenção e cuidado, evitando assim prejudicar seus movimentos respiratórios.

Mazzanti et al. (2004) também não observaram interferência no processo cicatricial nas áreas de anastomose do enxerto com o leito receptor quando empregaram terapia laser Arseneto de Gálio sobre a região de anastomose tendínea em cães.

Posto a existência de grande diversidade de dados na literatura quanto a dose, tipos de lasers e espécie animal irradiada e a inexistência de estudos com aplicação de radiação laser em aves, torna-se difícil a interpretação da correlação das informações existentes.

O uso do membro fraturado, durante a reparação da fratura, diminui o tempo necessário para a consolidação óssea. Diferindo dos resultados de Gaiga & Schossler (2003), no qual o tempo de formação de calo ósseo e consolidação da fratura tiveram correlação significativa com o restabelecimento do vôo, os animais do presente trabalho obtiveram o restabelecimento do vôo antes do desaparecimento total da linha de fratura visível ao exame radiográfico.

Com a utilização de uma haste intramedular de polipropileno, na redução de fraturas umerais em 14 pombos Teixeira et al. (2004), não obtiveram recuperação da capacidade de vôo em 3 (três) animais, já no presente estudo todos os animais em que a capacidade de vôo foi testada apresentaram resultados satisfatórios.

As aves foram facilmente contidas fisicamente para a realização dos exames radiográficos obtendo assim perfeito posicionamento do animal, diferindo de Bolson (2005) que realizou a contenção química nos animais de seu estudo para realizar este mesmo procedimento. Macroscopicamente em relação ao calo ósseo esse foi evidenciado nos animais a partir dos 15 dias, possuindo aparência fibrosa, estes dados também foram observados por Bolson (2007).

O calo formado por cartilagem hialina foi observado também por Alievi et al. (2002) e Gaiga & Schossler (2003). Esse calo proporcionou união e a estabilização dos fragmentos, mesmo permanecendo a linha de fratura no exame radiográfico, concordando com estes mesmos autores de que, os sinais clínicos da utilização adequada do membro antecedem aos sinais observados no exame radiográfico. Na avaliação histológica, os resultados

encontrados foram semelhantes entre os animais irradiados ou não com laser Arseneto de Gálio. Quanto à influência da radiação laser Arseneto de Gálio na região da linha de fratura, não foi encontrado através da análise histológica, diferença significativa entre grupos.

5 CONCLUSÃO

A utilização de um pino ósseo, intramedular, confeccionado com metatarso felino conservado em mel, introduzido de forma retrógrada, na osteossíntese umeral transversa em pombos domésticos é viável.

A terapia com laser Arseneto de Gálio (AsGa) com dosimetria de 4 J/cm^2 , aplicado em quatro pontos, diminui o tempo para o restabelecimento do vôo.

Novos trabalhos devem ser realizados para avaliar a utilização do laser Arseneto de Gálio (AsGa), em cirurgia ortopédica em aves, já que não há informação sobre sua utilização nesta espécie.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOV, V. G.; MARKICHEVA, N. A. Therapeutic lamellar keratoplasty with honey preserved material. **Oftalmologicheski Zhurnal**, v. 38, n. 2, p. 81-83, 1983.

AGUILAR, R.F.. Introdução. In: AGUILAR, R.; HERNÁNDEZ-DIVERS, S.M.; HERNÁNDEZ-DIVERS, S.J. **Atlas de Medicina, Terapêutica e Patologia de Animais Exóticos**. São Caetano do Sul: Interbook, 2007. Cap.1, p.1-16.

ALIEVI, M.M.; HIPPLER, R.A.; GIACOMELLI, L.; GUIMARÃES, L.; SCHOSSLER, J.E. Fixação esquelética externa para artrodese de joelho em papagaio (*Amazona aestiva*) **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1069-1072, 2001a.

ALIEVI, M.M.; SCHOSSLER, J.E.; HIPPLER, R.A.; ALVES, A.S.; PELLEGRINI, L.C.; LANGOHR, I.M. Redução fechada e fixação esquelética externa tipo II para o tratamento de fraturas de tibiotarso em pombos domésticos (*Columba lívia*). **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1019-1025, 2001b.

ALIEVI, M.M.; OLIVEIRA, A.N.C.; FERREIRA, P.A.; TRAESEL, C.; GUIMARÃES, L.D.; FLÔRES, F.; SILVA, S.F.; SCHOSSLER, J.E.; Osteossíntese de úmero em pombos domésticos (*Columba lívia*) associando-se pinos metálicos e polimetilmetacrilato intramedulares após osteotomia diafisária. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 843-850, 2008.

ALIEVI, M.M.; SCHOSSLER, J.E.; HIPPLER, R.A.; ALVES, A.S.; SILVA, J.H.S. Redução fechada e fixação esquelética externa tipo I para tratamento de fraturas de tibiotarso em pombos domésticos (*Columba livia*). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 3, p. 259-266, 2002.

ALIEVI, M.M.; SCHOSSLER, J.E.; TEIXEIRA, M. Osteossíntese de úmero em arara-canindé (*Ara ararauna*). **Clínica Veterinária**, v. 3, n. 15, p. 18-20, 1998.

ALIEVI, M.M. **Implante ósseo cortical alógeno conservado em mel na reconstituição de falha óssea diafisária em fêmur de cães**. 2006. 88f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

AMÊNDOLA, G. F. **Correção de defeito ósseo femoral em cães utilizando implante ósseo cortical homólogo conservado em mel**. Santa Maria, 2001. 46 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

ANNERTH, G.; HALL, G.; RYDEN, H.; ZETTERQVIST, L. The effect of low-energy infra-red laser radiation on wound healing in rats. **Brit J Oral Maxillofac Surg** 1988;26:12-17.

BASFORD, J.R. Low-energy laser therapy: controversies and new research findings. **Lasers Surg Med** 1989; n.9, p.1-5.

BAXTER G.D. **Therapeutic lasers: theory and practice**. New York: Churchill Livingstone; 1994.

BENEZ, S.M. patologias ósseas e articulares. In: _____. **Aves**. São Paulo: Robe, 2001. Cap.37, p.457-459.

BENNETT, R.A. Orthopedic surgery. In: ALTMAN, R.B.; CLUBB, S.L.; DORRESTEIN, G.M.; QUESENBERRY, K. **Avian Medicine and Surgery**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1997. p. 733-766.

BENNETT, R.A. Techniques for fracture management in avian patients. In: CONFERÊNCIA SUL-AMERICANA DE MEDICINA VETERINÁRIA 2., 2002, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira do Mercado Animal, 2002. Cd-room. Para uso em PC.

BENNETT, R.A.; KUSMA, A.B. Fracture management in birds. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v.23, p.5-38, 1992.

BOLSON, J.; SCHOSSLER, J.E. Osteossíntese umeral em araçari castanho (*Pteroglossus castanoti*) com uso de pino de aço intramedular – relato de caso. In: I Simpósio gaúcho sobre animais selvagens, 2004, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 2004. 1CD.

BOLSON, J. Animais silvestres e exóticos na clínica de pequenos animais. In: IV JOVEPA – Jornada veterinária de pequenos animais, 2005, Cruz Alta, RS. Palestra, JOPEVA UNICRUZ, 2006.

BOLSON, J.; SCHOSSLER, J.E.; ORNES, R.C.; MOTTIN, V.; ALBERTI, T. Análise clínica, radiológica, macroscópica e histológica do úmero de codornas domésticas (*Coturnix japonica*), submetido ao implante da poliuretana derivada do polímero da mamona (*Ricinus communis*). **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1123-1130, 2005.

BOLSON, J. **Pino ósseo homólogo conservado em glicerina a 98% na osteossíntese umeral de pombos domésticos (*Columba livia*)**. 2007. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BUSH, M. External fixation of avian fractures; a histological xerorographic study. **Journal of the American animal hospital association**, v. 171, n.9, p. 943-947, 1977.

BUSH, M. Laparoscopy and surgery. In: FOWLER, M.E. **Zoo & Wild Animal Medicine**. 2 ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986. p. 254-261.

CARREGARO, A.B.; CRUZ, F.S.F.; GERARDI, P.M.; SCHOLTEN, C. Manutenção térmica em galinhas domésticas mantidas sob anestesia inalatória com isoflurano. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1319-1324, 2008.

CASTANIA, V.A. **Enxerto córtico-esponjoso homogêneo processado quimicamente e esterilizado em óxido de etileno, em cães – análise mecânica e estudo de integração por meio de radiografias**. 2002. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

CASTRO, P.F.; MATERA, J.M.; FANTONI, D.T.; GUIMARÃES, M.B. Uso de pino de aço intramedular na reparação de fraturas de ossos longos em psitacídeos: arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*), arara-canindé (*ara ararauna*) e papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*). **Clínica Veterinária**, v. 9, n. 52, p. 56-64, 2004.

CONTI, J.B.; SCHOSSLER, J.E.W.; ALIEVI, M.M.; BONFADA, A.T.; NOVOSAD, D.; SILVA, D.; PACHALY, J.R. Uso do fixador esquelético externo Tipi II para osteossíntese de tibiotarso em galinhas da raça Plymouth Rock Branca: modelo experimental para uso em aves selvagens. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 27, n. 5, p. 199-204, 2007.

CUBAS, Z.S.; GODOY, S.N. Medicina e patologia de aves de companhia. In: AGUILAR, R.; HERNÁNDEZ-DIVERS, S.M.; HERNÁNDEZ-DIVERS, S.J. **Atlas de Medicina, Terapêutica e Patologia de Animais Exóticos**. São Caetano do Sul: Interbook, 2007. Cap.8, p.213-264.

CUNHA, O.; RIOS, A.; TAFFAREL, M.O.; FER4NANDES, D.R.; CAVALCANTE, C.Z.; CAMARGO, G.V.H.; VICTOR, K.M.; SOVINSKI, A.I.; GIORDANO, T.. osteossíntese de úmero com êmbolo de seringa em pombos domésticos. **Revista Científica de Medicina Veterinária – Pequenos Animais e Animais de Estimação**, v. 2, n. 6, p. 87-90, 2004.

COOLS, J. La terapia laser hoy. Barcelona: Centro Documentación Láser de Meditec; 1984.

COSTA, J.L. **Reconstrução de grande falha óssea com enxerto cortical alógeno conservado em glicerina, fixado com placas e parafusos de aço inoxidável da série 304 – estudo experimental em cães**. 1996. 100f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

DALMOLIN, F.; SCHOSSLER, J.E.; BERTOLETTI, B.; VASCONCELOS, A.; MULLER, D.; SCHOSSLER, D.R.; GOMES, K. Modificações do fixador externo para osteossíntese umeral em pombos domésticos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 443-449, 2007.

DEL CARLO, R.J. et al. Aloenxertos ósseos caninos diferentemente preservados. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.6, n.3, p.121-126, 1999.

EFEM, S.E.E. The antimicrobial spectrum of honey and its clinical significance. **Infection**, v.20, n.4, p.227-229, 1992.

FEDUCCIA, A. Osteologia das aves. In: GETTY, ROBERT. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5° ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 1986. Cap. 60, p. 1680-1690.

FREITAS, S.H.; PIRES, M.A.M.; CARVALHO, H.S.; MARTINS, M.V.; CAMARGO, L.M. Redução fechada e fixador externo em fratura umeral de ema (*Rhea americana*) – relato de caso. **Clínica Veterinária**, Ano VII, n. 45, p. 40-42, 2003.

FREITAS, I.G.F.; BARANAUSKAS, V.; CRUZ-HÖFLING, M.A. Laser effects on osteogenesis. **Applied Surface Sci** 2000;154-155:548-54.

GAIGA, L. H. **Osteossíntese de úmero por xenoenxerto ósseo preservado em glicerina 98% ou mel em pombos domésticos (*Columba lívia*)**. Santa Maria, 2002. 45 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GAIGA, L.H.; SCHOSSLER, J.E.W. Osteossíntese de úmero por xenoenxerto ósseo preservado em mel em pombos domésticos (*Columba lívia*). **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 709-715, 2003.

GARCIA, V.G.; KINA, J.R.; MILANEZI, L.A.; Reparação de feridas cutâneas submetidas ao tratamento com raio laser. Estudo clínico em ratos. **Revista Faculdade Odontologia Lins** 1995;8:9-15.

GARCIA, V.G.; OKAMOTO, T.; KINA, J.R., Reparação de feridas de extração dental submetidas ao tratamento com raio laser – estudo histológico em ratos. **Revista Faculdade Odontologia Lins** 1996;9:33-42.

GARCIA, V.G., Influência do número de aplicações de raio laser de bioestimulação sobre a reparação de feridas de extração dentária. Estudo histológico em ratos. **Revista Faculdade Odontologia Lins** 2000;12:29-37.

GENSKE, R.D., **Efeitos da Terapia com Laser de Baixa Potência (GaAs 830 e 904 nm) em Osteoartrite Induzida por Adjuvante de Freud em Ratos Wistar** São José dos Campos, 2005. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) –Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos 2005.

GIORDANO, V.; KNACKFUSS, I.G., GOMES, R.C.; GIORDANO, M.; MENDONÇA, R.G.; COUTYNHO, F., Influência do laser de baixa energia no processo de consolidação de fratura de tibia: estudo experimental em ratos. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 36, n. 5, p. 174-178, 2001.

GOLDBERG, V.; STEVENSON, S. Natural history of autografts and allografts. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 225, p90-91, 1987.

GUIMARÃES, L.D.; MORAES, A.N. Anestesia em aves: agentes anestésicos. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 1073-1081, 2000.

GUIMARÃES, L.D.; MORAES, A.N.; CAMPELLO, R.A.V; OLESKOVICZ, N.; ULLIANA, D.. Estudo comparativo entre sevoflurano, halotano e isoflurano em *Gallus domesticus*. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 999-1004, 2000.

GUIMARÃES, L.D.; ALIEVI, M.M.; RAISER, A.G.; FLORES, F.N.; BOPP, S.; FERREIRA, P.A.; TRAESEL, C. Efeitos do butorfanol e da morfina em pombos domésticos (*Columba livia*) anestesiados com isoflurano e submetidos à cirurgia ortopédica. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 3, p. 367-372, 2007.

GREENWOOD, D. Honey for superficial wounds and ulcers. **The Lancet**, v. 341, n. 8837, p.90-91, 1993.

HARCOURT-BROWN, N.H. Orthopedic conditions that affect the avian pelvic limb. **The Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 5, n. 1 p. 49-81, 2002.

HASHIMOTO, K. Clinical application of various lasers in oral surgery. **Proceedings of the I.L.S.D. Third International Congress on Laser Dentistry**. Salt Lake City, Utah, p.63-70, 1989.

HULSE, D.; HYMAN, B. Biologia e biomecânica das fraturas. In: SLATTES, D. Manual de Cirurgia DE Pequenos Animais. São Paulo: Manole, 1998. 2.ed., Cap.119, p.1891-1900.

JACKSON, D.A. Tratamento das fraturas umerais. In: BOJRAB, M.J. **Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 1996. Cap.47, p.710-724.

LEOTTE, A.M.; RAISER, A.G.; BRAGA, F.A.; KRAUSPENHAR, L.; CAMARGO, S.F.; FLÔRES, F.N.; GOMES, K.; SCHERER, R.S. Fixação esquelética externa tipo ia (unilateral-uniplanar) para osteossíntese diafisária de úmero em pombos domésticos (*Columba livia*). **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1865-1870, 2004.

LEVITT, L. Avian orthopedics. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.11, n.8, p.899-928, 1989.

LOPES, H.A.R.C. **Cirurgia ortopédica em aves de rapina**. Capturado em 30 abr. 2008. On-line. Disponível na Internet: http://www.cm-lisboa.pt/pmonsanto/docs/ficheiros/Resumo_Cirurgia_HLopes.pdf

LUCAS, C.; VAN GEMERT, M.J.C.; DE HAAN, R.J. Efficacy of low-level laser therapy in the management of stage III decubitus ulcers: A prospective, observer-blinded multicentre randomised clinical trial. *Lasers Med Sci* 2003;18:72-77.

LUCAS, S.S. Avaliação biomecânica de três métodos de conservação de ossos para enxerto. In: SEMINÁRIO INTERESTADUAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO; MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICRUZ, 4., 2001, Cruz Alta, RS. **Anais...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2001.

LUGER, E.J.; ROCHKIND, S.; WOLLMAN, Y.; KOGAN, G.; DEKEL, S. Effect of low-power laser irradiation on the mechanical properties of bone fracture healing in rats. **Laser Surgery Medical**, v. 22, n.2, p. 97-102, 1998.

LUMB, W.V.; JONES, E.W. **Veterinary anesthesia**. 2.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1984. P. 413-491.

MACCARTNEY, W.T. Orthopaedic injuries in pigeons. **Veterinary Record**, v. 134, n. 19, p. 305-307, 1994.

MACCOY, D.M. General principles of avian species. **Compendium on continuing education for the practicing veterinarian**, v. 13, n.6, p. 989-992, 1991.

MACCOY, D.M. Treatment of fractures in avian species. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 22, p. 225-238, 1992.

MATERA, J.M.; TATARUNAS, A.C.; OLIVEIRA, S.M., Uso do laser arseneto de gálio (904nm) após excisão artroplástica da cabeça do fêmur em cães **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 102-106, 2003.

MAZZANTI, A.; RAISER, A.G.; PIPPI, N.L.; BARROS, C.S.L.; BRONDANI, J.T.; MARIN, A.; SILVA, T.R.; HILLE, R.; SALBEGO, F.Z.; STIEVEN, D.; ROHDE, R.; DALMOLIN, F., Homoimplante ortotópico conservado, associado à terapia “soft laser” na reparação tenopatelar em cão. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 429-437, 2004.

MERGULHÃO, M.C.; TRIVELATO, S.L.F. Interação homem-animal: um constante aprendizado para uma relação de respeito. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de animais selvagens medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. Cap.2, p.15-18.

MIRANDA, A.H.; OLIVEIRA, W.P.; ORLANDO, C.F.P.; FERREIRA, H.H.; GOULART, D.S.; SOARES, L.K.; FRANCO, L.G.; COELHO, C.M.M., **Redução de fratura femoral em águia cinzenta (*Harpyhaliaetus coronatus*): relato de caso**. Capturado em 30 abr. 2008. On-line. Disponível na Internet: <http://www.spmv.org.br/conbravet2007/dados/trabalhos/asilvestres/046.doc>

MUIR, P.; JOHNSON, K. A. Tibial intercalary allograft incorporation: comparison of fixation with locked intramedullary nail and dynamic compression plate. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 13, n. 1, p. 132-137, 1995.

OLIVEIRA, J.A.G.P. Ação da irradiação laser (arsênio-gálio) sobre a cronologia do processo de reparo em feridas cutâneas – Estudo histológico em ratos. **ROBRAC** 1997;6:28-

OROSZ, S.E. Clinical considerations of the thoracic limb. **The Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 5, n. 1 p. 31-48, 2002.

PAIM, C.B.V.; RAISER, A.G.; CARDOSO, E.; BECK, C., Enxerto autólogo de pele, em malha, com espessura completa, na reparação de feridas carpometacarpianas de cães. Resposta à irradiação laser AsGa. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 451-457, 2002.

PASCOE, P.J. Avian anaesthesia. **Veterinary Record**, v.116, n.2, p.58, 1985.

PESSOA, C.A.; FECCHIO, R.S.; RODRIGUES, M.A.; PRAZERES, F.R.; GUELB, H.; ARNAUT, L.S. Utilização de agulhas hipodérmicas e equipo macrogotas na fixação externa tipo II em fratura completa de tibiotarso em um pombo doméstico (*Columba Livia*, 1789) Relato de caso **Revista Científica de medicina Veterinária - Medvep**, v. 22, n. 7, p. 391-394, 2009.

PIERMATTEI, D.L.; FLO, G.L.; DECAMP, C.E. Fractures of the humerus. In: _____. **Brinker, Piermattei, and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair**. 4.ed. St. Louis: W.B. Saunders, 2006. Cap. 11, p. 297-324.

POSTMES, T.; VAN DEN BOGAARD, A.E.;HAZEN, M. Honey for wounds, ulcers and skin graft preservation. *Lancet*, 1993. Cap. 7, p.341-756.

RAMEY, D.W.; BASFORD, J.R. Laser therapy in horses. **Comp cont Educ** 2000; n.22, p. 263.

RAPPETI, J.C.S. **Homoimplante de Costela Conservada em Solução Supersaturada de Açúcar a 300% ou em Açúcar *in natura* na Reconstituição Experimental de Costelas em Gatos (*Felis catus*)**. Santa Maria, 2006. 90 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

RASO, T.F.; WERTHER, K. Sexagem cirúrgica em aves silvestres **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 187-192, 2004.

REDING, P.T. Evaluation and nonsurgical management of fractures. In: HARRISON, G.J.; HARRISON, L.R. **Clinical Avian Medicine and Surgery**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986. Cap. 30, p. 380-394.

ROSSKOPF, W.; WOERPEL, R. **Diseases of Cage aviary birds** 3.ed. Pennsylvania: Williams & Wilkings, 1996. P.664-671.

RUPLEY, A.E. Sinais músculo-esqueléticos. In: _____. **Manual de Cirurgia Aviária**. São Paulo: Roca, 1999. Cap.12, p.220-255.

SILVA, D.R. **Gluconato de Clorexidina ou Álcool-iodo-álcool na Anti-sepsia de Campo Operatório em Cães**. 1999. 32p. Dissertação (mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1999.

SILVA, A.A.L.; LUQUETTI, B.C.; COELHO, W.M.D. Procedimentos para reparação óssea em aves. **Ciências Agrárias e da Saúde**, v. 3, n. 2, p. 33-40, 2003.

STAINKI, D.R.; RAISER, A.G.; GRAÇA, D.L.; BECKER, C.; FERNANDEZ, G.M.S., A radiação laser arseneto de gálio (AsGa) na regeneração do nervo radial submetido a reparação cirúrgica secundária. **Braz J vet. Res. Anim, Sci**, v. 35, n. 1, p. 37-40, 1998.

STEVENSON, A. Enxertos ósseos. In: SLATER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1998. v.2, cap.127, p.2006-2017.

SUBRAHMANYAM, M. Topical application of honey in treatment of burns. **The British Journal of Surgery**, v. 78, n. 4, p. 497-498, 1991.

TATARUNAS, A.C.; MATERA, J.M.; DAGLI, M.L.Z. Estudo clínico e anatomopatológico da cicatrização cutânea no gato doméstico. Utilização do laser de baixa potência GAAS (904 NM). *Acta Cirurg Bras* 1998; 13.

TEIXEIRA, C.R.; RAHAL, S.C.; LIMA, A.F.M.; CORREA, M.A.; QUEIROZ, P.; VULCANO, L.C. Haste intramedular de polipropileno, combinada ou não a biomateriais, no tratamento de fraturas induzidas no úmero de pombos. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 1, p. 67-72, 2004.

TRAQUILIM, M.V.; BOTELHO, G.G.K.; BORTOLINI, Z.; LEHMKUHL, R.C.; LANGE, R.R. Osteossíntese de úmero em *Ramphastos dicolorus* (tucano de bico verde): relato de caso. **Ambiência**, v. 3, n. 2, p. 261-266, 2007.

TULLY, T.N. Basic avian bone growth and healing. **The Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 5, n. 1 p. 23-30, 2002.

THURMON, J.C. Injectable anesthetics. In: _____. **Lumb & Jones veterinary anesthesia**. 3ed. Baltimore: Willians & Wilkins, 1996. P.210-240.

TRELLES, M.A.; MAYAYO, E. Bone fracture consolidates faster with low-power laser. **Laser Surgery Medical**, v. 7, p. 36-45, 1987.

VEÇOSO M.C. **Laser em fisioterapia**. São Paulo: Lovise, 1993.

WANDER, K.M. Fracture healing after stabilization with intramedullary xenograft cortical bone pins: a study in pigeons. **Veterinary surgery**, v.39, p.237-244, 2000.

WEST, P.G. Histomorphometric and angiographic analysis of the humerus in pigeons. **American Journal Veterinary Research**, v. 57, p. 982-986, 1996.

WISSMAN, M.A. New tolos, diagnostics aid in bone beak repair in birds. **Veterinary product news**, v.11, n.6, p.44-456, 1999.

YAAKOBI, T.; MALTZ, L.; ORON, U. Promotion of bone repair in the cortical bone of the tibia in rats by low energy laser (He-Ne) irradiation. **Calcified Tissue International**, v. 59, p.297-300, 1996.

YAMAZOE, K. The reduction of humeral fracture in pigeons with intramedullary poly (methyl methacrylate) and neutralization plate fixation. **Journal of veterinary medical science**, v. 56, p.739-745, 1994.

ZENOBLE, R.D. Espécies exóticas. In: BOJRAB, M.J. **Técnicas Atuais em Cirurgia de Pequenos Animais**. São Paulo: Roca, 2005. Cap.41, p.528-542.

ZILIOTTO, L. Utilização de implante ósseo cortical alógeno conservado em glicerina para preservação de membro torácico: estudo experimental em cães. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v.18, n.2, p.107-115, 2003.