

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

**MODIFICAÇÕES DO FIXADOR EXTERNO PARA
OSTEOSSÍNTESE UMERAL EM POMBOS DOMÉSTICOS
(*Columba livia*)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FABÍOLA DALMOLIN

**Santa Maria, RS, BRASIL
2006**

**MODIFICAÇÕES DO FIXADOR EXTERNO PARA
OSTEOSSÍNTESE UMERAL EM POMBOS DOMÉSTICOS
(*Columba livia*)**

por

Fabíola Dalmolin

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do 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 **Mestre em Medicina Veterinária.**

Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Wallau Schossler

Santa Maria, RS, Brasil

2006

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**MODIFICAÇÕES DO FIXADOR EXTERNO PARA OSTEOSSÍNTESE
UMERAL EM POMBOS DOMÉSTICOS (*Columba livia*)**

elaborada por

Fabíola Dalmolin

como requisito parcial para obtenção do grau de
MESTRE EM MEDICINA VETERINÁRIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

João Eduardo Wallau Schossler
(Presidente/Orientador)

Flávio Desessards Della Corte

Adriano Bonfim Carregaro

Santa Maria, fevereiro de 2006.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e oportunidade oferecidos.

Aos animais, companheiros que proporcionaram o aprendizado dos ensinamentos. Especialmente aos meus pombinhos que mesmo contra sua vontade colaboraram para o progresso da ciência. Espero um dia poder retribuir a outros sua ajuda prestada...

Aos meus pais e minhas irmãs que muito me auxiliaram, dando-me forças para não desanimar nesta caminhada, e que apesar da distância, sempre estiveram muito perto... (Amo vocês!).

Ao meu orientador Prof. Dr. João Eduardo Schossler, pelos ensinamentos, brincadeiras e sermões, que muito me ajudaram a crescer e vencer esta etapa.

Ao Saulo, meu noivo e amigo, presente nas horas, alegres, tristes, difíceis, que me entendeu e me agüentou, dando-me forças e incentivos sempre.

À Bianca, minha estagiária, que se superou a cada dia, mostrando-se responsável e capaz de enfrentar as diversas dificuldades ao longo desse experimento.

A toda minha equipe, grande responsável pela execução deste.

À Sô, minha grande amiga, que por várias vezes me ouviu, aconselhou e deu forças, além claro, das boas gargalhadas e conversas nas festas e horas de folga.

Ao Kleber, por toda a ajuda, plantões, divisão de desespero, prestação de socorro, além das risadas, festas e companheirismo.

Aos demais colegas de pós-graduação que convivi durante este período e que com certeza colaboraram de alguma forma.

Aos professores do mestrado em geral, especialmente ao Prof. Alceu e Prof. Ney, pelos ensinamentos, e ao Prof. José Henrique e Prof. Eduardo, por realizarem a análise estatística deste trabalho.

Aos demais professores e funcionários do Hospital de Clínicas Veterinárias de Santa Maria que tiveram grande importância na minha formação profissional.

E a todos que participaram para que esse trabalho fosse concluído com sucesso.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

MODIFICAÇÕES DO FIXADOR EXTERNO PARA OSTEOSSÍNTESE UMERAL EM POMBOS DOMÉSTICOS (*Columba livia*).

AUTORA: FABÍOLA DALMOLIN
ORIENTADOR: JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 06 de fevereiro de 2006.

Este trabalho objetivou avaliar dois tipos de modificações no fixador externo para correção de fratura umeral em 18 pombos domésticos. Após realização de fratura umeral diafisária reduziu-se essa com um pino intramedular associado a outro perpendicular inserido no segmento distal (Grupo A - GA); no Grupo B (GB) utilizou-se um pino adicional no fragmento proximal. Todas as aves foram avaliadas clínica e radiograficamente até 60 dias de pós-operatório, exceto quatro de cada grupo que, respectivamente, aos 15, 22, 29 e 36 dias foram submetidas à eutanásia para exame macro e microscópico. Quanto ao vôo, todos os animais avaliados obtiveram êxito, sendo o tempo médio e o desvio padrão de $32,25 \pm 6,5$ dias no GA e de $39,8 \pm 3,83$ dias no GB. Observou-se presença de calo ósseo ao exame radiográfico somente nos animais do GA. O tempo médio e o desvio padrão para o tempo de consolidação da fratura foi de 36 ± 0 dias no GA e $34 \pm 3,4$ dias no GB. Os estudos anátomo-patológicos revelaram que o processo de consolidação óssea no GB ocorreu mais precocemente que no GA nas etapas analisadas. Conclui-se que os dois fixadores são eficazes para o tratamento de fraturas diafisárias de úmero em pombos domésticos, sendo que o fixador com dois pinos perpendiculares promove maior estabilização do sítio da fratura embora necessite de tempo cirúrgico superior para sua confecção.

Palavras-chave: aves, fratura, úmero, fixador, modificado.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

TWO TYPES OF EXTERNAL FIXATORS TO CORRECT HUMERAL FRACTURE IN DOMESTIC PIGEONS (*Columba livia*)

AUTHOR: FABÍOLA DALMOLIN
Adviser: JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER
Place and date: Santa Maria, 06th february 2006.

The aim of this study was to evaluate two types of external fixators induced to correct humeral fracture in eighteen domestic pigeons. The reduction of an diaphyseal humeral fracture was made with an intramedullary pin associated to another perpendicular one inserted into the distal segment (Group A - GA); in the other group (Group B - GB), an additional pin was used in the proximal fragment. All the pigeons were evaluated clinically and radiographically up to 60 days post surgery, except four of each group which were submitted to euthanasia at 15, 22 29 and 36 days for the macro and microscope exams. The flight test was successful in all pigeons. The bone calus was radiografically visible only in the GA; the mean time and the standard deviation for flight was $32,25 \pm 6,5$ days for the GA and $39,8 \pm 3,83$ for the GB. The mean time and standard deviation for fracture healing was 36 ± 0 days in the GA and $34 \pm 3,4$ in the GB. The anatomy pathological studies revealed that the bone consolidation process in the GB occurred earlier than in the GA. The two types of external fixator evaluated were efficient to stabilized the fracture site allowing complete consolidation and return to function. The use of the external fixator with two perpendicular pins provide more stability at the fracture site although it's necessary more time for the surgery.

Key-words: birds, fracture, humerous, fixator, modificadoed.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Identificação dos animais submetidos à eutanásia para realização de exame macro e microscópico.....	13
QUADRO 2 - Tempo de formação do calo ósseo, consolidação da fratura e início do vôo de pombos domésticos (<i>Columba livia</i>) submetidos a osteossíntese de úmero por fixador esquelético com um pino perpendicular (GA).....	18
QUADRO 3 - Tempo de formação do calo ósseo, consolidação da fratura e início do vôo de pombos domésticos (<i>Columba livia</i>) submetidos a osteossíntese de úmero por fixador esquelético com dois pinos perpendiculares (GB).....	19
QUADRO 4 - Resultados do estudo histopatológico realizado após a eutanásia em diferentes tempos pós-operatórios dos animais submetidos à osteossíntese umeral por fixador externo modificado.....	21

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Demonstração da realização de fratura diafisária umeral em pombos domésticos através da utilização de broca acoplada a micromotor enquanto se aspergia solução fisiológica.....11
- FIGURA 2 - Fixação do pino intramedular na epífise distal do úmero de pombos domésticos submetidos à fratura diafisária umeral.....11
- FIGURA 3 - Aspecto final de pombo doméstico submetido à osteossíntese umeral através de fixado externo modificado com um pino perpendicular (GA).....12
- FIGURA 4 - Aspecto final de pombo doméstico submetido à osteossíntese umeral através de fixado externo modificado com dois pinos perpendiculares (GB).....12
- FIGURA 5 - Imagem radiográfica do pós-operatório em duas incidências. Observar a presença de calo ósseo (seta) em pombo do GA com 22 dias de pós-operatório (A e B). Notar a ausência da linha de fratura aos 36 dias de pós-operatório (seta) em indivíduo do GB (C e D).....17
- FIGURA 6 - Aspecto macroscópico dos úmeros de pombos domésticos submetidos à osteossíntese com fixador esquelético modificado. Paciente do GA aos 15 dias de pós-operatório (A). Ave do GB avaliada no mesmo período (B). Observar calo exuberante em A e discreto em B.....20
- FIGURA 7 - Aspecto macroscópico dos úmeros de pombos domésticos submetidos a osteossíntese com fixador esquelético modificado. Indivíduo aos 36 dias de pós-operatório representante do GA (A) e do GB (B). Observar ausência de linha de fratura e início da remodelação óssea em ambos.....20

FIGURA 8 - Exame histopatológico de pombo do GA; notar tecido de granulação abundante, quantidade expressiva de células cartilaginosas e neoformação óssea em menor proporção, aos 15 dias de pós-operatório (A). Observar média quantidade de células cartilaginosas e tecido de granulação em comparação com tecido ósseo neoformado, que se apresenta mais exuberante em pombo do GB avaliado no mesmo período (B).....22

FIGURA 9 - Presença de quantidade expressiva de tecido ósseo neoformado, com pequenos focos de cartilagem e tecido de granulação em ave representante do GA aos 36 dias de pós-operatório (A). Ausência de cartilagem assim como tecido de granulação e presença de neoformação óssea na totalidade da amostra, em animal do GB avaliado aos 36 dias após a realização da cirurgia (B).....22

SUMÁRIO

RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
LISTA DE QUADROS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
Modelo animal e avaliação pré-cirúrgica.....	9
Procedimentos pré-cirúrgicos.....	9
Procedimento cirúrgico.....	10
Procedimentos pós-cirúrgicos.....	12
Avaliação macroscópica.....	14
Avaliação microscópica.....	14
Análise estatística.....	14
4 RESULTADOS.....	15
5 DISCUSSÃO.....	23
6 CONCLUSÕES.....	27
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa e o atendimento às espécies silvestres cresceram muito nos últimos anos, principalmente devido ao interesse na preservação dessas. Assim, vários estudos têm sido realizados para suprir as necessidades encontradas no atendimento a esses animais, dentre eles as aves.

Embora existam restrições legais para a criação de animais silvestres em cativeiro, o médico veterinário pode, eventualmente, ser chamado para prestar atendimento clínico e cirúrgico a esses animais, entre os quais estão os pássaros (ALIEVI, 1998). Além disso, os programas de preservação de aves, principalmente da fauna brasileira, vem aumentando bastante, bem como o número de problemas médicos e cirúrgicos (GUIMARÃES & MORAES, 2000).

Dentre as várias patologias que podem acometer as aves estão os cistos de penas, neoplasias cutâneas, retenção de ovos e unhas alongadas. Porém, as fraturas de ossos longos das asas e membros pélvicos estão entre as mais frequentes (WILLIAMS et al., 1987; MACCARTNEY, 1994). REDIG (1986) realizou um estudo, e observou que 34% das aves atendidas apresentavam fratura de um ou mais ossos longos. Em geral, os problemas ortopédicos em aves ocorrem devido a traumas (BLASS, 1989), porém podem ocorrer devido a problemas nutricionais ou decorrentes de alterações genéticas (WISSMAN, 2005).

Durante muitos anos, a cirurgia e os procedimentos em aves permaneceram com vários aspectos enigmáticos. Isso ocorreu principalmente devido à falta de pessoas capacitadas para realização de tais procedimentos. O pequeno tamanho dos pacientes, as variações anatômicas e fisiológicas em relação aos mamíferos, inacessibilidade aos órgãos localizados em pequenas cavidades abdominais desencorajaram a realização de procedimentos simples, principalmente naqueles limitados pelo tempo anestésico. Com o passar dos anos, avanços foram obtidos e os riscos cirúrgicos e anestésicos diminuídos permitindo a realização de diversas técnicas cirúrgicas (ALTMAN, 1997).

As técnicas hospitalares e os métodos de tratamento utilizados para esses pacientes são com frequência diferenciados das utilizadas em outras espécies. Entretanto, técnicas similares podem ser utilizadas tomando alguns cuidados especiais (JENKINS, 1997).

Na ortopedia aviária são observados problemas básicos não encontrados na prática aplicada em mamíferos. Um pássaro com fratura geralmente está em estado fisiológico de estresse máximo. Mesmo sob as melhores condições, animais aparentemente saudáveis

podem morrer devido ao estresse adicional pelo manejo para realização de exame físico e de radiografias. Para que isso não ocorra, alguns cuidados diferenciados devem ser tomados, como a manutenção do animal em um local escuro, calmo e protegido, assim como a manipulação mínima e cuidadosa e a administração de antibióticos e analgésicos sempre que sejam necessários (BUSH et al., 1976).

Embora dificuldades sejam encontradas, grandes avanços ocorreram nos últimos anos no que diz respeito aos tratamentos de fraturas em pássaros. Métodos de estabilização que antes não poderiam ser utilizados, hoje são aplicados com sucesso, após as modificações realizadas para sua adaptação às delicadas estruturas das aves (BENNETT, 1997).

Uma variedade de resultados tem sido relatada no tratamento de fraturas de aves, devido às variações no tamanho, peso e conformação da ave, à anatomia óssea única, à alta incidência de fraturas complicadas, e às diferenças no nível de função necessário entre espécies e indivíduos (WILLIAMS et al., 1987).

Em publicações, a maior quantidade de informações encontrada diz respeito a fraturas de pequenas aves domésticas, principalmente periquitos e canários. O tratamento de fraturas desses pequenos animais tem em geral consistido de coaptar cotos ósseos, por meio de ataduras que ligam a asa ao corpo (no caso de fraturas de asa) ou de simples talas (para fraturas de pés). Este tipo de reparo tem tido muito sucesso, ocorrendo cicatrização óssea em 10-21 dias. Em zoológicos, numa série de fraturas verificadas, observou-se a presença de fraturas em pequenos pássaros, mas também grandes aves estavam envolvidas. Essas, mais comumente apresentam fraturas severas que não curam apropriadamente quando apenas a coaptação citada anteriormente é utilizada. Outras complicações com este tipo de reparo são a debilitação muscular, anquilose articular ou ambos, que podem desenvolver-se com imobilizações prolongadas.

A intervenção cirúrgica é indicada em casos selecionados em uma tentativa de manter o uso funcional da asa ou perna (BUSH et al., 1976). Vários métodos de osteossíntese tem sido relatados e incluem o uso de bandagens externas, aparelhos Kirschner-Ehmer, associação de pinos intramedulares ou placas de cimento ósseo e pinos intramedulares (ALIEVI, 1998). Todas essas técnicas utilizadas em mamíferos podem ser utilizadas para a estabilização de fraturas em aves (BENNETT, 1997). Entretanto, os pássaros sofrem modificações no esqueleto após reduções de fratura que poderão atrapalhar o vôo; essas incluem perda ou fusão de ossos, redução da espessura cortical e pneumatização das cavidades medulares. Outras complicações incluem o pequeno tamanho dos pacientes, tecidos moles escassos e

fraturas próximas às articulações que freqüentemente diminuem a mobilidade articular (DEGERNES et al., 1998).

Além desses indivíduos, existe o caso de aves silvestres, em que uma restauração imperfeita ou insuficiente condenará o paciente ao cativeiro (BELLANGEON & PATAT, 1984). Assim, a osteossíntese umeral constitui um desafio para o cirurgião veterinário devido principalmente as suas características anatômicas e à necessidade de perfeita redução da fratura para que seja mantido o uso funcional da asa (YAMAZOE et al., 1994).

Objetiva-se com este estudo comparar duas modificações do fixador externo tipo I, com um ou dois pinos perpendiculares, para redução de fraturas diafisárias umerais em pombos domésticos avaliados através de exames clínico, radiográfico, macro e microscópico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As fraturas em aves geralmente são cominutivas e expostas devido a pouca cobertura tecidual, e os ossos pneumáticos, como o úmero, são mais facilmente fraturados durante o trauma (BENNETT, 2002).

A maioria das fraturas umerais ocorre na diáfise e na epífise distal, devido principalmente à pouca cobertura muscular nestes locais (COLES, 1985). A cortical muito fina e o canal medular proporcionalmente muito grande, associados a grande tração do músculo peitoral, são os principais fatores que provocam fraturas com numerosos fragmentos em que a redução geralmente é difícil. O alto conteúdo de cálcio, as esparsas trabéculas ósseas finas ao longo do seu comprimento e a relativa falta de osso denso na metáfise favorecem a ocorrência de fraturas iatrogênicas (WEST et al., 1996). Além disso, o músculo peitoral maior causa marcado deslocamento das extremidades ósseas, pode causar perda de função da asa (BUSH et al., 1976).

Durante a redução de fraturas umerais em aves deve-se dar atenção especial ao alinhamento rotacional, pois um leve desvio deste resulta em perda da função de aerofólio da asa causando prejuízo no vôo (LEVIT, 1989; BENNET & KUZMA, 1992). Williams et al. (1987) observaram que as alterações no comprimento do úmero não afetaram a capacidade de uso funcional do membro, ao contrário do mau alinhamento, das deformidades angulares e das rotacionais. Também é importante observar que fluídos não penetrem através do fragmento ósseo proximal, pois isso pode provocar pneumonia por aspiração, aerosaculite ou asfíxia (WISSMAN, 2005).

Os princípios básicos do tratamento de fraturas em pássaros são os mesmos que os de mamíferos, quais sejam, fixação rígida, alinhamento anatômico, aposição de fragmentos, assepsia e rápido retorno à função (WESTFALL & EGGER, 1979; WILLIAMS et al., 1987).

Assim, vários fatores determinam o melhor tipo de técnica utilizada para a redução de uma fratura (BENNETT, 1998). Devemos considerar o objetivo desse, o local da lesão, o tamanho da ave, o tempo de evolução (aguda ou crônica), o tipo de fratura (simples ou cominutiva, exposta ou infectada), a presença de problemas intercorrentes, a idade do paciente e o conhecimento e habilidade do cirurgião (RUPLEY, 1999).

Na literatura, são encontradas diversas formas de redução de fraturas em pássaros, entre as quais estão o uso de bandagens externas, aparelhos de Kirschner-Ehmer, associação de pinos intramedulares, placas com cimento ósseo e pinos intramedulares (KINGSLEY,

1983). Também podem ser utilizados xenoenxertos ósseos conservados em mel ou glicerina (GAIGA, 2002) ou materiais alternativos como agulhas hipodérmicas 25X8, 40X12, 40X16 (ERDMANN, 2002). Outras opções recentemente testadas foram a utilização de êmbolo de seringa de um mililitro associados a cerclagem interfragmentar em forma de “U” (CUNHA et al., 2004) e o polímero de mamona para substituição de diáfise umeral e osteossíntese desse osso em pombos domésticos (BOLSON et al., 2005).

Segundo GAIGA (2003), a osteossíntese de úmero com xenoenxerto ósseo preservado em mel constitui uma opção de tratamento para essas fraturas em aves.

Entretanto, a maior parte dos tratamentos utilizados são adaptações dos procedimentos utilizados em mamíferos, os quais, devido ao peso excessivo do implante, necessitam de uma segunda intervenção para sua remoção após a consolidação óssea, o que aumenta a taxa de morbidade desses animais (WANDER et al., 2000).

Quando a fratura está localizada na diáfise umeral, geralmente utilizam-se bandagens, pois se obtém uma boa estabilização dos fragmentos ósseos, possibilitando rápida cicatrização. Contudo, quando os fragmentos estiverem deslocados, o sucesso desse método pode ser comprometido (KINGSLEY, 1983). BENNET & KUSMA (1992) contra indicam o uso de imobilização externa em fraturas de úmero de aves, já que essa promove rapidamente atrofia muscular e anquilose da articulação, podendo ocorrer à não-união óssea pelo desuso do membro. KUSMA (1995) recomenda que a fisioterapia deve ser iniciada logo após a reparação da fratura e BUSH (1977) acrescenta que o uso do membro fraturado durante a reparação da fratura diminui o tempo de consolidação da mesma.

A associação de cimento ósseo com pinos intramedulares ou com placas tem sido utilizada devido ao seu peso leve, imediato posicionamento dos ossos fraturados e menor necessidade de acompanhamento do tratamento (WESTFALL & EGGER, 1979). Existe, no entanto, risco de necrose óssea devido à alta temperatura que o cimento atinge (LINDER & ROMANUS, 1976) e, além disso, este pode ser tóxico à ave, tornando-o assim pouco utilizado (YAMAZOE et al., 1994).

Os pinos intramedulares podem ser utilizados para redução de fraturas de aves juntamente com um artifício que previna a rotação e fissuras, tal como cerclagem com fio ortopédico metálico. Outro artifício utilizado para evitar tais problemas são as bandagens que também promovem bons resultados (KINGSLEY, 1983). Entretanto, existe risco destes pinos ultrapassarem os limites ósseos causando danos articulares e periarticulares, devido à produção de tecidos cicatriciais que impedirão a função normal do membro. Quando isso ocorrer, os pinos devem ser removidos assim que possível (BENNETT, 2002). Em função da

curvatura da maioria dos ossos longos e às variações no diâmetro do canal intramedular, o pino raramente ocupa todo este espaço. Uma boa escolha consiste na seleção de um pino que ocupe 60-70% dessa cavidade (DE YOUNG & PROBST, 1998).

O aparelho de Kirschner-Ehmer promove uma boa imobilização e um adequado alinhamento da fratura, obtendo-se uma recuperação rápida da ave (WILLIAMS et al., 1987). Entretanto o custo, o tempo requerido para o procedimento cirúrgico e o risco de fragmentação óssea no momento da colocação dos fixadores são fatores que limitam o seu uso (BELLANGEON & PATAT, 1984).

No caso de aves que se exige um retorno à função normal (por exemplo, aves que se pretende soltar), associam-se aos pinos intramedulares os fixadores externos (RUPLEY, 1999). A facilidade para aplicação e o amplo espectro de indicações tornam esse um dispositivo muito versátil. Nos casos de fraturas expostas, gravemente cominutivas, com circulação deficiente, que necessitem fixação prolongada e estável com mínima lesão adicional aos tecidos moles e a vascularização óssea é indicado o uso do fixador (EGGER, 1998). Além disso, não há interferência na função articular, o que facilita o retorno precoce à função (RUPLEY, 1999).

MACCOY (1991) citou, com algumas modificações, o aparelho de Kirschner-Ehmer para o tratamento de fraturas em aves, sendo o peso desse reduzido utilizando-se pequenos pinos não maiores que 20% do diâmetro do osso com uma barra de conexão leve. Existem vários tipos de fixação externa, mas os que mais se adaptam ao úmero das aves são os do tipo I. Pode-se utilizar o polimetilmetacrilato para estabilizar os pinos, através da moldagem de uma barra conectora (RUPLEY, 1999).

BOLSON et al. (2004) utilizaram pino intramedular e fixador externo tipo I estabilizado por uma barra acrílica externa na substituição de segmento ósseo umeral em pombos domésticos, e consideraram o método eficiente para manter o implante de polímero de mamona até a cicatrização óssea. Os mesmos autores, em 2005, utilizaram o método para estabilizar fraturas diafisárias na mesma espécie e concluíram novamente a eficiência desse. Entretanto, de acordo com BUSH (1977), WESTFALL & EGGER (1979) e WILLIAMS et al. (1987), os aparelhos de fixação esquelética externa devem ser utilizados apenas em aves de médio à grande porte, pois podem ocorrer fraturas no momento da inserção dos pinos.

O aparelho de fixação utilizado deve permitir o uso relativamente normal do membro durante a convalescença, pois pequenos movimentos minimizam a atrofia e promovem maior rapidez ao retorno da função evitando doenças da fratura (LEVITT, 1989). Segundo BRADEN & BRINKER (1973), a falta de uso do membro durante a fase de consolidação da

fratura resulta na chamada “doença da fratura”, que se caracteriza por atrofia muscular, rigidez articular, osteoporose e não-união óssea. Já o retorno precoce à utilização do membro fraturado reduz o tempo de internação hospitalar e permite o uso funcional do membro mais rapidamente.

As falhas na manutenção da estabilidade, as grandes lacunas de fratura, aporte sanguíneo prejudicado ou perda óssea são as causas mais comuns de união retardada e não-união. Em áreas de contato intermitente haverá reabsorção da superfície de fratura para aumentar a lacuna, acompanhada por união óssea indireta. Na seqüência há substituição progressiva do tecido na lacuna da fratura por tecido mais duro e forte, indo do tecido de granulação para o tecido fibroso, cartilagem, cartilagem mineralizada, osso lamelar e osso cortical. O padrão do calo varia marcadamente em resposta às circunstâncias e estímulos presentes. Esse calo, em desenvolvimento, é responsável pela estabilização precoce da fratura e resulta em relativa união clínica precoce, ponto em que o osso está apto a assumir as forças sustentadoras de peso normais sem a dependência do aparelho de fixação. Já a consolidação em áreas de contato, de altas forças de compressão e em lacunas pequenas e muito estáveis é descrita como união óssea direta. Esse tipo de união transpassa a maioria dos passos citados indo diretamente ao remodelamento ósseo, havendo presença de calos intercorticais e pequena quantidade de calos medulares em ponte não visíveis radiograficamente. Assim, a quantidade de calo ósseo presente é inversamente proporcional ao grau de estabilidade no local da fratura. (PIERMATEI & FLO, 1999).

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. Nessa espécie, o calo endosteal é o principal responsável por maior e melhor suporte para cicatrização da fratura (WISSMAN, 2005), principalmente em ossos pneumáticos (BENNETT, 2002).

Normalmente os ossos das aves cicatrizam mais rapidamente que os dos mamíferos (WISSMAN, 1999). Em um estudo de cicatrização óssea, WEST et al. (1996) relataram a formação de extenso calo cartilaginoso após um período de 15 dias da realização da fratura. WILLIAMS et al. (1987), WISSMAN (1999) e ALIEVI (2000) verificaram que, devido a esse calo cartilaginoso, os sinais radiográficos de consolidação óssea apareceram mais tardiamente que os sinais clínicos. Entretanto, a cicatrização óssea e a formação de calo podem ser observados através de exame radiográfico somente após 3 a 6 semanas da realização da osteossíntese.

Embora a osteomielite seja um problema relativamente comum em mamíferos é rara em aves, provavelmente devido à alta temperatura corporal destas (WESTFALL & EGGER, 1979). Mesmo assim, a antibioticoprofilaxia deve ser utilizada. LEVITT (1989) citou como antibiótico mais utilizado nas cirurgias de aves a cefalosporina, e isto se deve ao seu amplo espectro, rápida concentração e boa penetração tecidual. Já ALIEVI (2000), GAIGA (2002) e LEOTTE (2003) utilizaram enrofloxacina na dose de 10-15 mg/kg, aproximadamente vinte minutos antes do procedimento cirúrgico obtendo bons resultados.

Deve-se preconizar a menor quantidade de suturas e as mais finas possíveis, assim como a minimização do traumatismo tecidual induzido cirurgicamente, já que estes constituem fatores importantes na diminuição do risco de infecção dos ferimentos. Os fios mais comumente utilizados em aves variam do tamanho 3-0 a 6-0 (RUPLEY, 1999). BENETT (1992) comparou cinco fios de sutura em pele de pombos e demonstrou que apesar da maior resposta inflamatória causada pela poliglactina, este é o fio mais adequado para estes animais por ter absorção completa aos 60 dias.

A analgesia em aves tem sido negligenciada por ignorância ou por falta de experiência em diagnosticar a dor. As aves expressam dor através de sinais clínicos como depressão, anorexia, claudicação ou vocalização durante a palpação (HEARD, 1997). Os mesmos cuidados preconizados em mamíferos devem ser utilizados em aves. Os intervalos de 24 horas são eficientes, porém, podem ser diminuídos de acordo com as circunstâncias (JENKINS, 1992), e, os anti-inflamatórios não-esteroidais podem ser utilizados de maneira rotineira no pós-operatório de aves (WISSMAN, 1999).

O método de extrapolação alométrica é uma ferramenta capaz de auxiliar no cálculo das dosagens e intervalos dos fármacos empregados para contenção farmacológica ou tratamento médico de animais silvestres, pois possibilita comparar doses para animais de diferentes massas e grupos taxonômicos a partir de valores conhecidos e testados em outros (PACHALY & DE BRITTO, 2000).

O sistema porta renal é um característico sistema circulatório das aves que consiste de uma válvula presente na veia íliaca externa, para onde a veia eferente renal envia o sangue. Essa válvula funciona pelo controle adrenérgico e colinérgico e pode direcionar o sangue para as extremidades posteriores da circulação central ou para os rins. Recomenda-se por este motivo, a musculatura dos membros posteriores para somente aplicação de drogas nefrotóxicas ou drogas excretadas especialmente pelos rins (MADI, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Modelo animal e avaliação pré-cirúrgica

Foram utilizados dezoito pombos domésticos, adultos, clinicamente saudáveis, de ambos os sexos, com massa corpórea variando de 280 a 340 gramas, separados aleatoriamente em GA (com um pino perpendicular) e GB (com dois pinos perpendiculares).

Os animais foram obtidos a partir de criadores locais e permaneceram em gaiolas individuais recebendo ração comercial e água, *ad libitum*, por um período mínimo de 15 dias antes da intervenção cirúrgica. Durante esse período foram observados quanto a presença de alterações clínicas, o que imediatamente descartaria seu uso neste experimento.

3.2. Procedimentos pré-cirúrgicos

Todas as aves foram submetidas, antes do procedimento cirúrgico, a jejum alimentar de uma hora. A pré-medicação anestésica foi realizada com associação de cetamina¹ (70 mg/kg), midazolam² (1 mg/kg) e morfina³ (1 mg/kg), aplicados pela via intramuscular no músculo peitoral. Sobre uma bolsa térmica procedeu-se a intubação oro-traqueal; após, foram mantidas em plano anestésico com halotano⁴ e ventilação por pressão positiva com oxigênio 100%.

Em plano anestésico adequado e decúbito lateral esquerdo, removeram-se as penas da face dorsal da região umeral direita e realizou-se anti-sepsia com álcool-iodo-álcool. Como terapia antimicrobiana profilática utilizou-se enrofloxacin⁵ na dose de 10 mg/kg pela via intramuscular no músculo peitoral, dose esta calculada por extrapolação alométrica, tendo como base um cão de 10 quilogramas. Sequencialmente, montou-se o campo operatório com campos cirúrgicos estéreis.

¹ Dopalen. Vetbrands, Itapira/SP.

² Dormine. Laboratório Cristália, Itapira/SP.

³ Dimorf. Laboratório Cristália, Itapira/SP.

⁴ Halotano. Laboratório Cristália, Itapira/SP.

⁵ Kinolox 2,5%. Mundo Animal, São Paulo/SP.

3.3 Procedimento cirúrgico

Após incisão de pele na face dorsal do membro, sobre a região diafisária umeral, divulsionou-se entre os músculos deltóide menor e propatagial e afastou-se dorsalmente o nervo radial obtendo-se o acesso à diáfise do úmero.

Procedeu-se então à realização de uma fratura diafisária com o auxílio de broca acoplada a um micromotor enquanto se aspergia solução fisiológica (Figura 1).

Um pino com 1,5 milímetro de diâmetro foi introduzido no canal medular de maneira retrógrada sendo depois fixado na epífise distal do úmero (Figura 2); a porção restante desse na epífise proximal foi dobrada distal e paralelamente ao osso. Inseriu-se um pino de um milímetro perpendicularmente ao côndilo umeral lateral, que transfixou a primeira cortical e apenas penetrou na segunda; a seguir, esse foi dobrado proximal e paralelamente ao úmero, nos animais do GA (Figura 3); as aves do GB receberam um pino perpendicular adicional no fragmento proximal, aplicado da mesma forma, e dobrado paralelo e distalmente ao úmero (Figura 4); na seqüência, ambos pinos foram unidos com uma barra moldada com acrílico autopolimerizável⁶.

A aproximação muscular e a dermorrafia foram realizadas em dois planos respectivos, com pontos isolados simples e poliglactina 910 número 4-0⁷.

⁶ Acrílico autopolimerizável Jet. Clássico, Lapa/SP.

⁷ Vicryl 4-0. Laboratório Ethicon, São Paulo/SP.



Figura 1 – Demonstração da realização de fratura diafisária umeral em pombos domésticos através da utilização de broca acoplada a micromotor enquanto se aspergia solução fisiológica.



Figura 2 – Fixação do pino intramedular na epífise distal do úmero de pombos domésticos submetidos à fratura diafisária umeral.



Figura 3 – Aspecto final de pombo doméstico submetido à osteossíntese umeral através de fixador externo com um pino perpendicular (GA).

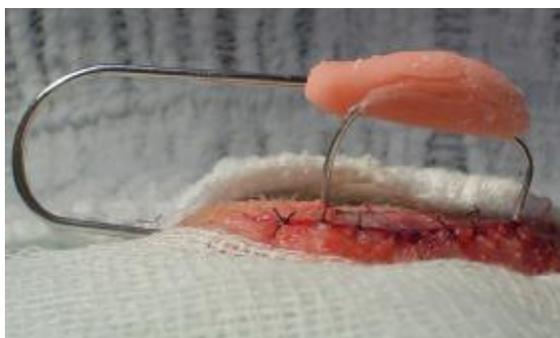


Figura 4 - Aspecto final de pombo doméstico submetido à osteossíntese umeral através de fixado externo modificado com dois pinos perpendiculares (GB).

3.4 Procedimentos pós-cirúrgicos

Utilizou-se pomada cicatrizante⁸ na incisão cirúrgica e local de inserção dos pinos no pós-operatório imediato, com as aves ainda sob efeito anestésico.

Como terapia analgésica e antiinflamatória optou-se por cetoprofeno na dose de 5,2 mg/kg, também calculada por extrapolação alométrica com base num cão de 10 quilogramas.

⁸ Bandvet Creme. Schering plough Veterinária, Rio de Janeiro/RJ.

A primeira aplicação foi realizada pela via intramuscular⁹ no pós-operatório imediato, e, as demais, por via oral¹⁰ com intervalos de 12 horas durante três dias.

Ao fim da cirurgia, após realização do primeiro controle radiográfico, as aves foram mantidas em ambiente silencioso e escuro, envolvidas por um cartucho de jornal, onde permaneceram até a completa recuperação anestésica.

Todos pacientes foram avaliados clínica e radiograficamente até 60 dias de pós-operatório, exceto quatro aves de cada grupo, que, respectivamente aos 15, 22, 29 e 36 dias foram submetidas à eutanásia para exame macro e microscópico (Quadro 1). Essa foi realizada através de um eutanásico injetável¹¹ pela via intravenosa através da veia da asa.

Quadro 1- Identificação dos animais submetidos à eutanásia para realização de exame macro e microscópico

	15 dias	22 dias	29 dias	36 dias
A	Nº 03	Nº 01	Nº 09	Nº 05
B	Nº 06	Nº 02	Nº 12	Nº 04

A avaliação clínica constou de observação diária do estado geral dos animais, cicatrização da ferida, recuperação da função do membro operado e observação da estabilidade do aparelho de fixação pela mobilidade ou não dos pinos.

Após verificação de calo ósseo capaz de estabilizar a fratura ou a consolidação da mesma ao exame radiográfico os fixadores foram removidos. Para isso, os animais foram medicados com morfina (1mg/kg) via intramuscular sendo os pinos cortados e removidos com auxílio de alicate cinco minutos após a aplicação da medicação. Quatro dias depois os animais foram soltos em um recinto de 3 x 2 x 3 metros para avaliação quanto ao vôo, já que nenhuma das aves foi capaz de voar com o aparelho de fixação, tanto no GA como no GB; considerou-se vôo adequado quando esses voaram a altura e o comprimento do local.

O controle radiográfico foi realizado no pós-operatório imediato para observação de fraturas iatrogênicas, e aos 15, 22, 29, 36, 45 e 60 dias após a cirurgia em incidências antero-posterior e médio-lateral para verificar a data do aparecimento do calo ósseo, presença de

⁹ Ketoflex 1%. Mundo Animal, São Paulo/SP.

¹⁰ Profenid 2% gotas. Aventis, Suzano/SP.

¹¹ T-61. Intervet, Cruzeiro/SP.

reabsorção óssea no local de inserção dos pinos, tempo de consolidação da fratura e presença de deformidades angulares.

3.5 Avaliação macroscópica

Na avaliação macroscópica observou-se a presença ou não de mobilidade óssea na linha de fratura. Além disso, comparou-se o membro operado com o contra-lateral para verificar a presença de deformidade rotacional, angular e deslocamento transversal.

3.6 Avaliação microscópica

Após a remoção das epífises umerais, as peças foram fixadas em formol tamponado a 10% por um mínimo de 72 horas, sendo após descalcificadas em solução de ácido nítrico a 10% e processadas pela técnica histológica de inclusão de parafina e coloração por hematoxilina-eosina, para posterior realização do estudo microscópico.

3.7 Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do programa estatístico SAS For Windows versão 6.05. Foram avaliados o tempo de formação de calo ósseo, tempo de consolidação da fratura e início do vôo em dias, através do Teste T, Wilcoxon Two-Sample Test e Kruskal-Wallis Test.

4. RESULTADOS

O período de adaptação das aves de no mínimo 15 dias foi adequado, assim como o alojamento individual em gaiolas, que permitiram uma movimentação adequada do membro operado e evitaram brigas.

O protocolo anestésico utilizado foi considerado eficiente para realização de tal procedimento cirúrgico, já que as aferições da temperatura corporal, número de batimentos cardíacos e movimentos respiratórios se mantiveram dentro dos parâmetros normais para a espécie em questão durante a realização do procedimento. Da mesma forma considerou-se eficiente a recuperação dos animais dentro de um cartucho de jornal. A realização do procedimento cirúrgico com o animal sobre uma bolsa térmica proporcionou a realização de todas intervenções cirúrgicas sem complicações ligadas à temperatura corporal.

A abordagem cirúrgica dorsal entre os músculos deltóide menor e propatagial foi facilmente realizada, sendo pouco cruenta e oferecendo boa exposição do sítio cirúrgico. O uso de broca acoplada a um micromotor, utilizada para realização da fratura, facilitou tal procedimento e contribuiu para minimizar os danos teciduais. Em cinco animais (27,77%) ocorreram fraturas oblíquas no momento da osteotomia.

A fixação do pino intramedular na epífise distal ou mesmo a ultrapassagem desse no limite ósseo não interferiu no uso funcional do membro operado. Em nenhum momento durante a colocação dos pinos ocorreram fraturas iatrogênicas.

A utilização da poliglactina 910 número 4-0 e de pontos isolados simples para sutura muscular e cutânea foi eficiente, não sendo observada reação inflamatória exuberante ou deiscência em nenhum dos animais.

A média de tempo para realização da cirurgia nos animais do GA foi de 30 minutos, e no GB, foi de 40. As técnicas utilizadas promoveram boa aposição dos fragmentos ósseos e mantiveram o alinhamento anatômico da fratura em todas as aves.

A utilização de cetoprofeno em dose calculada por extrapolação alométrica em intervalos de 12 horas durante três dias foi eficaz para o controle da dor, pois nenhum dos animais apresentou sinais de desconforto ou dor durante o período de observação.

Observou-se cicatrização da ferida aos seis dias de pós-operatório, exceto em três animais, que ocorreu aos sete dias. Não foi observado o afrouxamento dos pinos em nenhum caso durante o período de observação. Passados três dias todos os animais apresentaram a asa em posição fisiológica, sendo que a maior parte deles mantinha esta posição logo após a

cirurgia. Na seqüência, aos 15 dias de pós-operatório, o exame radiográfico não demonstrava a presença de calo ósseo formado ou ausência de linha de fratura, mas, ao exame clínico verificou-se presença de calo externo palpável; além disso, todos os animais apresentaram uso funcional do membro operado. Os pesos dos fixadores variaram entre três e quatro gramas e verificou-se que nenhum dos animais foi capaz de voar com este aparelho, embora realizassem movimentos de extensão e flexão da asa.

Na avaliação radiográfica pós-operatória imediata não se identificou nenhum caso de fratura iatrogênica ou fissura ocorridos pela introdução dos pinos no trans-operatório. Nas demais avaliações também não se observou reabsorção óssea no local de inserção dos pinos. Deformidades angulares foram observadas, porém muito sutis.

Nos animais do GB não foi observada a presença de calo ósseo. Nos animais do GA, a observação ocorreu aos 22 dias, exceto em três animais em que esse não foi observado; em um destes indivíduos não foi verificada a presença de calo ósseo assim como consolidação da fratura durante o período de observação. O tempo médio e o desvio padrão para o tempo de consolidação da fratura foi de 36 ± 0 dias no GA e de $34 \pm 3,4$ dias no GB.

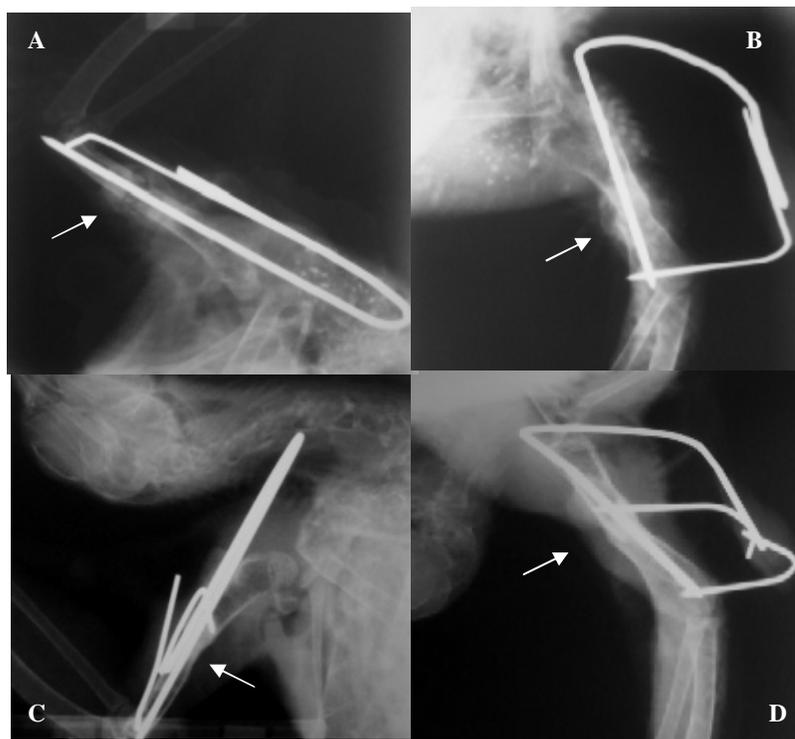


FIGURA 5 – Imagem radiográfica do pós-operatório em duas incidências. Observar a presença de calo ósseo (seta) em pombo do GA com 22 dias de pós-operatório (A e B). Notar a ausência da linha de fratura aos 36 dias de pós-operatório (seta) em indivíduo do GB (C e D).

A medicação dos animais com morfina com dose de 1 mg/kg, aplicada por via intramuscular, foi eficiente para remoção do fixador.

Observou-se um decréscimo no uso funcional e posição da asa após a remoção do fixador. Salienta-se que até quatro dias após a asa retornava à posição e função fisiológicas. Todos os animais testados obtiveram êxito no teste de vôo. O fato das aves apresentarem uma redução do comprimento do úmero de 0,5 - 1 mm, que corresponde ao desgaste ocorrido no momento da realização da fratura, não afetou o uso do membro e a capacidade de voar.

Quanto ao vôo das aves, o tempo médio e o desvio padrão foram de $32,25 \pm 6,5$ dias no GA e $39,8 \pm 3,83$ dias no GB (Quadro 2 e 3).

QUADRO 2 - Tempo de formação do calo ósseo, consolidação da fratura e início do vôo de pombos domésticos (*Columba livia*) submetidos à osteossíntese de úmero por fixador esquelético com um pino perpendicular (GA).

Número da ave	Tempo de formação do calo ósseo (dias)	Tempo para a consolidação da fratura (dias)	Início do vôo (dias)
01 ^E	22	-	-
03 ^E	-	-	-
05 ^E	Sem calo aparente	36	-
07	Sem calo aparente	36	42
09 ^E	Sem calo aparente	-	-
11	-	-	-
13	22	36	29
15	22	36	29
17	22	36	29
Tempo médio e desvio padrão	22	36 ± 0	32,25 ± 6,5

^E Animais submetidos à eutanásia

QUADRO 3 - Tempo de formação do calo ósseo, consolidação da fratura e início do vôo de pombos domésticos (*Columba livia*) submetidos à osteossíntese de úmero por fixador esquelético com dois pinos perpendiculares (GB).

Número da ave	Tempo de formação do calo ósseo (dias)	Tempo para a consolidação da fratura (dias)	Início do vôo (dias)
02 ^E	-	-	-
04 ^E	Sem calo aparente	36	-
06 ^E	-	-	-
08	Sem calo aparente	36	42
10	Sem calo aparente	36	41
12 ^E	Sem calo aparente	29	-
14	Sem calo aparente	29	33
16	Sem calo aparente	36	41
18	Sem calo aparente	36	42
Tempo médio e desvio padrão	-	34 ± 3,41	39.8 ± 3,83

^E Animais submetidos à eutanásia

Aos 15 dias de pós-operatório, apesar do exame radiográfico não demonstrar a presença de calo ósseo ou desaparecimento de linha de fratura em nenhum dos animais, observou-se durante o exame clínico dos animais do GA, exceto em três deles, um aumento de volume no local da fratura. Neste período todos animais apresentaram uso funcional do membro operado. No GB o calo não era palpável, porém, da mesma forma as aves utilizavam o membro.

No exame macroscópico, as aves que foram submetidos à eutanásia aos 15 dias apresentavam calo fibroso que mantinha o alinhamento dos fragmentos ósseos, havendo, porém, pequena mobilidade entre esses. Salienta-se que o calo era mais exuberante nas aves do GA (Figura 6A) do que nas do GB (Figura 6B). Aos 21 dias observou-se nos animais do GA um calo ósseo consistente que sustentava adequadamente a fratura, diferente do

encontrado no GB, que era discreto e frágil, não sendo capaz de sustentar as forças normais a que o osso é submetido. Aos 29 dias o calo ósseo dos animais do GA apresentava-se mais organizado, e o do GB, mais consistente que o observado neste mesmo grupo aos 21 dias. Finalmente, aos 36 dias, observava-se a consolidação da fratura e o início da remodelação óssea em ambos grupos, sendo que no GB essa estava mais adiantada (Figura 7).



FIGURA 6 – Aspecto macroscópico dos úmeros de pombos domésticos submetidos à osteossíntese com fixador esquelético modificado. Paciente do GA aos 15 dias de pós-operatório (A). Ave do GB avaliada no mesmo período (B). Observar calo exuberante em A e discreto em B.

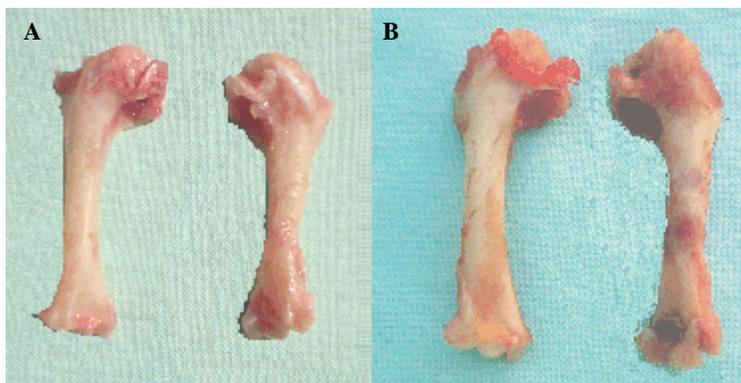


FIGURA 7 - Aspecto macroscópico dos úmeros de pombos domésticos submetidos à osteossíntese com fixador esquelético modificado. Indivíduo aos 36 dias de pós-operatório representante do GA (A) e do GB (B). Observar ausência de linha de fratura e início da remodelação óssea em ambos.

Os estudos anátomo-patológicos revelaram que o processo de consolidação óssea nos animais do GB ocorreu mais precocemente que nos do GA nas diferentes etapas analisadas, já que havia uma menor quantidade de tecidos intermediários presentes nas amostras dos animais deste grupo (Quadro 4) (Figura 8 e 9).

QUADRO 4– Resultados do estudo histopatológico realizado após a eutanásia em diferentes tempos pós-operatórios dos animais submetidos à osteossíntese umeral por fixador externo modificado.

	GRUPO A	GRUPO B
15 dias	Observa-se tecido de granulação em abundância, quantidade expressiva de células cartilaginosas e neoformação óssea em menor proporção.	Observam-se média quantidade de células cartilaginosas e tecido de granulação em comparação com o tecido ósseo neoformado, que se apresenta mais exuberante na amostra.
22 dias	Presença de calo ósseo provisório constituído por tecido cartilaginoso ativo devido à neoformação óssea (tecido ósseo imaturo). Há pequena área de tecido de granulação indicando reparo.	Presença de tecido de granulação em grande quantidade na amostra e tecido ósseo neoformado. Há ausência de células cartilaginosas.
29 dias	Observa-se o predomínio de tecido ósseo neoformado e tecido cartilaginoso.	Presença de calo ósseo com predomínio de tecido ósseo neoformado e pequenas áreas de cartilagem calcificada.
36 dias	Presença de quantidade expressiva de tecido ósseo neoformado. Há pequenos focos de cartilagem e tecido de granulação.	Ausência de cartilagem assim como tecido de granulação. Presença de neoformação óssea na totalidade da amostra.

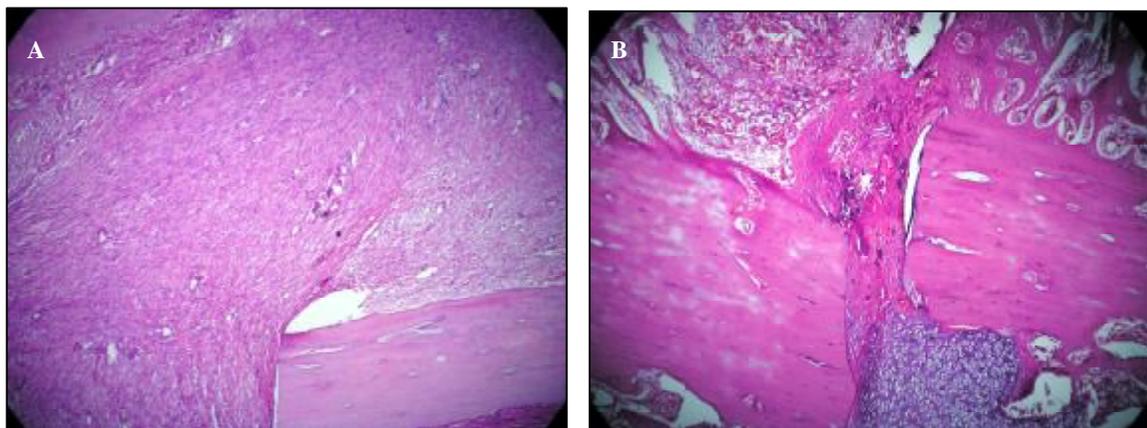


FIGURA 8- Exame histopatológico de pombo do GA; notar tecido de granulação abundante, quantidade expressiva de células cartilagenosas e neoformação óssea em menor proporção, aos 15 dias de pós-operatório (A). Observar média quantidade de células cartilagenosas e tecido de granulação em comparação com tecido ósseo neoformado, que se apresenta mais exuberante em pombo do GB avaliado no mesmo período (B).

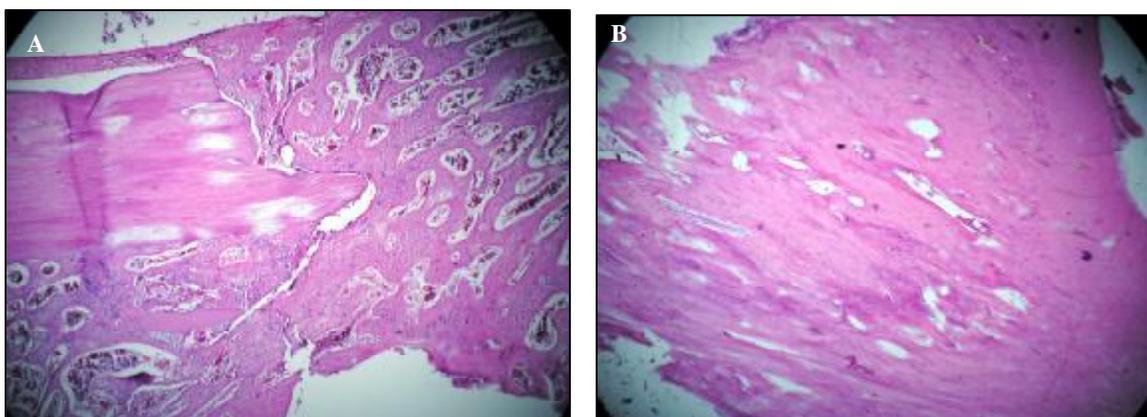


FIGURA 9 - Presença de quantidade expressiva de tecido ósseo neoformado, com pequenos focos de cartilagem e tecido de granulação em ave representante do GA aos 36 dias de pós-operatório (A). Ausência de cartilagem assim como tecido de granulação e presença de neoformação óssea na totalidade da amostra, em animal do GB avaliado aos 36 dias da realização da cirurgia (B).

Na análise estatística realizada, as variáveis analisadas (tempo de formação de calo ósseo, tempo de consolidação de fratura e início de vôo) não demonstraram diferenças significativas entre os grupos A e B.

5. DISCUSSÃO

O período de adaptação das aves de 15 dias no mínimo permitiu que essas pudessem adequar-se à sua nova dieta, ao seu novo ambiente e às pessoas que iriam manipulá-las, o que facilitou a realização dos diversos procedimentos. Isso coincidiu com os resultados encontrados por LEOTTE (2003), GAIGA (2002) e ALIEVI (2000). O alojamento individual das aves também foi positivo, pois evitou principalmente entre os machos, as disputas por ambiente, alimentação e fêmeas. O tamanho da gaiola também foi considerado adequado pois permitiu a movimentação dos animais, não de forma excessiva, impedindo a atrofia muscular e a anquilose de articulações.

A medicação anestésica escolhida permitiu a intubação de maneira fácil, e a manutenção com halotano foi eficiente para manter o animal em plano anestésico durante a realização do procedimento cirúrgico, não sendo observadas complicações ligadas à temperatura corporal, batimentos cardíacos e movimentos respiratórios. Esses dados encontrados foram diferentes do salientado por GUIMARÃES & MORAES (2000), que indicam a anestesia inalatória com isoflurano ou sevoflurano por essa proporcionar mais segurança aos pacientes que o uso do halotano.

A recuperação anestésica ocorreu de maneira tranqüila, sendo que o cartucho de jornal impediu que os pássaros se debatessem até a completa recuperação anestésica, minimizando os risco de ocorrência de novas fraturas. Quando completamente recuperados, os animais saíam dos cartuchos, empoleiravam-se e começavam a alimentar-se novamente. Esse procedimento concorda com ALIEVI (2000) e DALMOLIN & SCHOSSLER (2003) que também obtiveram bons resultados utilizando cartuchos de jornal para recuperação anestésica de aves operadas.

A realização do procedimento cirúrgico com o animal sobre uma bolsa térmica proporcionou a realização de todas as intervenções cirúrgicas sem complicações ligadas à temperatura corporal. Esse cuidado preveniu a ocorrência de hipotermia, conforme observado por MADI (2001) e CURRO (1998).

A utilização de álcool-iodo-álcool para a anti-sepsia não acarretou hipotermia, diferente da citação de BENNET (1992), sobre a utilização de álcool, que em quantidades excessivas, é o responsável por essa ocorrência.

A abordagem cirúrgica dorsal entre os músculos deltóide menor e propatagial foi facilmente realizada, sendo pouco cruenta e oferecendo boa exposição do sítio cirúrgico, conforme realizado por LEOTTE (2003) e BOLSON et al. (2005) e diferente de GAIGA (2002) que optou pelo acesso ventral para evitar o nervo radial.

A utilização de broca para realização da fratura facilitou o procedimento, sendo seu uso de grande sucesso, pois contribuiu para minimizar os danos teciduais. Em 5 animais (27,77%) ocorreram fraturas oblíquas no momento da osteotomia, principalmente devido à cortical muito fina e quebradiça como observado por WEST et al. (1996); a presença de fraturas oblíquas não influenciou na consolidação óssea e posterior uso do membro.

A média de tempo para realização do procedimento cirúrgico nos animais do GA foi de 30 minutos e no GB foi de 40. Ambos foram de fácil execução e permitiram um bom alinhamento dos segmentos ósseo em todos os casos.

Entre as desvantagens para colocação de pinos intramedulares estão a falta de osso denso na região metafisária e a presença de trabéculas ósseas muito finas ao longo do comprimento do osso, que permitem a migração do pino e instabilidade rotacional no sítio da fratura. Nesse experimento tais problemas não foram observados devido à presença de artifícios (os pinos perpendiculares) que impediram a ocorrência de tais contratempos, conforme indicação de KINGSLEY (1983) e ROWLEY & PSHYK (1981).

O sepultamento do pino intramedular na córtex distal ou a mínima penetração na articulação não interferiu no uso do membro, diferentemente do observado por BENNETT (1997), que aventou grandes possibilidades de fibrose da articulação do cotovelo, o que prejudicaria o posterior uso do membro.

Apesar dos fixadores impedirem o vôo das aves devido ao seu peso elevado, estas utilizaram adequadamente o membro alguns dias após a osteossíntese, não apresentando os sinais citados por BRADEN & BRINKER (1973), que podem ocorrer após a colocação de fixador externo, quais são: atrofia muscular, rigidez articular e osteoporose. Isso corrobora os achados de SISK (1983) e PEAD & CARDMICHAEL (1989), os quais afirmaram que os fixadores externos permitem uma movimentação adequada das articulações proximal e distal à fratura, quase que imediatamente após a sua colocação, evitando assim as possíveis complicações advindas da não utilização do membro fraturado durante a fase de consolidação óssea.

Assim como os resultados obtidos por WILLIAMS et al. (1987) e WISSMAN (1999) em aves, os sinais radiográficos da consolidação óssea não ocorreram simultaneamente às evidências macroscópicas obtidas durante a necropsia dos animais aos 15 dias de pós-

operatório. Tal fato ocorre devido à rápida formação de calo fibroso que proporciona união e estabilização dos fragmentos, mantendo, porém, a linha de fratura radiograficamente visível.

Aos 15 dias de pós-operatório o exame radiográfico não demonstrava presença de calo ósseo ou desaparecimento de linha de fratura. Porém, ao exame clínico dos animais do GA, exceto em três, detectou-se um aumento de volume no local da fratura; nas aves do GB este calo era extremamente discreto. Entretanto, todos pacientes apresentavam uso funcional do membro operado nesta data. Isso vai ao encontro das informações apresentadas por WILLIAMS et al. (1987), WISSMAN (1999) e ALIEVI (2000), os quais citam que os sinais radiográficos de consolidação óssea acontecem mais tardiamente que o uso clínico do membro operado.

Na avaliação radiográfica de 70% dos animais do GA aos 22 dias de pós-operatório, observou-se a presença de calo ósseo que permitiu a remoção do fixador esquelético, conforme apontado por BOLSON et al. (2005). Nos animais do GB não se verificou presença de calos ósseos e assim os fixadores foram removidos após a consolidação da fratura. O tempo médio e o desvio padrão para o tempo de consolidação da fratura no GA foi de 36 ± 0 no GA e de $34 \pm 3,41$ no GB.

Ainda nas avaliações do exame radiográfico, não se observou osteólise no local de inserção dos pinos ou afrouxamento desses em nenhuma das aves durante o período de observação, assim como deformidades angulares significativas. Também não foi observada remodelação óssea até o período final de observação (60 dias de pós-operatório).

A medicação com morfina na dose de 1 mg/kg foi eficiente para remoção do fixador, deixando os animais tranquilos para a manipulação e garantindo analgesia; esta foi detectada pela ausência de sinais como depressão, anorexia e vocalização durante a palpação, já que após os animais serem recolocados nas gaiolas voltavam a reproduzir seus comportamentos habituais. Esse método foi diferente do utilizado por LEOTTE (2003) que não sedou os animais e também relatou bons resultados.

ALIEVI (2000) observou um decréscimo no uso funcional do membro após a remoção do fixador em tibiotarso de aves. Neste experimento, o mesmo foi observado em relação à asa. Inicialmente alguns animais chegavam a apresentar a asa caída; progressivamente esta voltava ao seu posicionamento normal e em seguida passavam a executar movimentos de flexão, extensão e tentativas de vôo. A recuperação destes movimentos retornava no máximo até quatro dias após a remoção do fixador.

Todos os animais testados obtiveram êxito no teste de vôo. Em nenhuma ave observou-se deformidade angular significativa ao exame radiográfico. Nos animais avaliados

macroscopicamente não foram observadas deformidade angulares, rotacionais ou deslocamento transversal significativos, o que poderia interferir com o voo, como observado por LEVIT (1989) e BENNET & KUZMA (1992).

Os estudos anátomo-patológicos revelaram que o processo de consolidação óssea nos animais do GB ocorreu mais precocemente que nos animais do GA, em todas etapas analisadas. Isso se deve principalmente ao fato de que no GA a deformação interfragmentar presente era maior, não permitindo a sobrevivência do tecido ósseo neoformado, conforme o explicado por HULSE & HYMAN (1998). O tipo de cicatrização observada em ambos grupos foi a consolidação óssea indireta, já que verificou-se a presença de tecidos intermediários no local da fratura, como o tecido de granulação e o tecido fibrocartilagenoso, conforme citado por BROWN & KRAMERS (1996). Salienta-se que no GB a quantidade desses tecidos observada no estudo histopatológico foi menor que nos animais do GA.

Em um estudo realizado por BUSH et al. (1976), em que fraturas de úmero de pombos domésticos foram manualmente produzidas, e, tratadas somente com repouso e calor extra produzido por lâmpadas, verificou-se a presença dos mesmos tecidos encontrados nos exames histopatológicos dos animais do GA aos 15, 21 e 29 dias, embora se verificou diferença significativa entre o alinhamento das fraturas das aves daquele experimento e desse, já que naquele experimento não se objetivava testar as aves quanto ao voo.

O tipo de antibiótico utilizado neste experimento e a respectiva dose, calculada através da extrapolação alométrica segundo técnica descrita por PACHALY & BRITTO (2000), foram considerados eficientes, pois evitaram infecções no período pós-operatório em todos os animais. Os mesmos resultados foram obtidos por ALIEVI (2000), GAIGA (2002) e LEOTTE (2003) utilizando este tipo de antibiótico.

A dose do cetoprofeno e o intervalo entre as aplicações utilizados neste experimento, também calculados através da extrapolação alométrica segundo técnica descrita por PACHALY & BRITTO (2000), foram satisfatórios. Apesar da dificuldade para avaliação da sensação dolorosa dos animais, esses não apresentaram nenhum dos sinais descritos por HEARD (1997), sinais esses que sugerem presença de dor. Clinicamente não houve qualquer complicação quanto ao uso do fármaco, como anorexia, vômito ou diarreia.

Embora os resultados da análise estatística não tenham demonstrado diferença significativa dos parâmetros clinicamente avaliados entre as duas modificações do fixador, os resultados histológicos demonstraram desigualdade do tamanho dos calos ósseos observados, devido à maior estabilidade proporcionada pelo fixador com dois pinos perpendiculares.

6. CONCLUSÃO

Baseado nos dados obtidos neste experimento conclui-se que:

Os dois fixadores testados são eficazes para o tratamento de fraturas diafisárias de úmero em pombos domésticos.

O fixador com dois pinos perpendiculares promove maior estabilização do sítio da fratura embora necessite de tempo cirúrgico superior para sua confecção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIEVI, M.M. **Redução fechada e fixação esquelética tipo I ou II para tratamento de fraturas de tibiotarso em pombos domésticos (*Columba livia*)**. 2000, 45p. Dissertação (Mestrado em cirurgia) – Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria.

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

ALTMAN, R.B. Soft tissue surgical procedures. In:____. **Avian Medicine and Surgery**. Philadelphia : Saunders Company, 1997. Cap.41, p.704-731.

BELLANGEON, M.; PATAT, E.L. Osteossíntese das asas dos pássaros. **A hora veterinária**. n.21, p.13-20, 1984.

BENNETT, R.A. Patient preparation for avian surgery. In: ACVS VETERINARY SIMPOSIUM, 1992, Miami. **Proceedings...** Miami : The American College of Veterinary Surgeons, 1992. p.622-624.

BENNETT, R.A. Orthopedic surgery. IN: ALTMAN, R.B., et al. **Avian medicine and surgery**. Philadelphia : Saunders Company, 1997. Cap.42, p.733-766.

BENNETT, R.A. Techniques for fracture management in avian patients. In: **Anais da II Conferência Sul-Americana de Medicina Veterinária**. Rio de Janeiro, 2002.

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

BLASS, C.E. Orthopedics. In: BURR, E.W. Disease of caged birds. Iowa:Iowa State University Press, 1989. cap.24. p. 155-165.

BOLSON, J. et al. Substituição de segmento ósseo umeral em pombos (*Columba livia*) por prótese confeccionada a partir do polímero de mamona (*Ricinnus communis*) – Dados parciais. Santa Maria : I SIMPÓSIO SOBRE ANIMAIS SELVAGENS, 2004. CD-ROM.

BOLSON, J. et al. Osteossíntese umeral em pombos (*Columba livia*) com a utilização de pino intramedular estabilizado externamente por barra acrílica. In: ANCLIVEPA, 2005, Salvador. **Resumo...** Salvador : ANCLIVEPA-BA, 2005, 345p.

BRADEN, T.D.; BRINKER, W.O. Effect of certain internal fixation devices on functional limb usage in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.162, n.8, p.642-646, 1973.

BROWN, S.G.; KRAMERS, P.C. Consolidação óssea indireta (secundária). In: **Mecanismos da Moléstia na Cirurgia dos Pequenos Animais**. 2ed. São Paulo : Manole, 1996. Cap.97, p. 783-790.

BUSH, M. External fixation of avian fractures. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v.171, n.9, p.943-946, 1977.

BUSH, M. et al. The healing of avian fractures; a histological xeroragaphic study. **Journal of the American Animal Hospital Association**. V.12, n.6, p.768-773, 1976.

COLES, B.H. Surgery. In: _____. Avian medicine and surgery. Philadelphia: Blackwell Scientific Publications; 1985. cap.6, p.148-154.

CUNHA, C. et al. Osteossíntese de úmero com êmbolo de seringa em pombos domésticos. **Medvep**, v.2, n.6, p.87-90, 2004.

CURRO, T.G. Anesthesia of pet birds. **Seminara in Avian and Exotic Pet Medicine**. v.7, n.1, p.10-21, 1998.

DALMOLIN, F.; SCHOSSLER, J.E. Fratura umeral e amputação de membro torácico em *Myiopsitta monachus* (caturrita). **A Hora Veterinária**, v.23, n.136, p. 59-61, 2003.

DEGERNES, L.A.; ROE, S.C.; ABRAMS, C.F. Holding power of different pin designs and pin insertion methods in avian cortical bone. **Veterinary Surgery**, v.27, p.301-306, 1998.

DE YOUNG, D.J.; PROBST, C.W. Métodos de fixação interna das fraturas. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo : Manole, 1998. Cap.122, v.2. p. 1909-1943.

EGGER, E.L. Fixação esquelética externa – Princípios gerais. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo : Manole, 1998. Cap.123, v.2. p. 1944-1966.

ERDMANN, R.L. et al. Utilização de materiais alternativos para cirurgias ortopédicas em aves silvestres na clínica veterinária Santa Clara, Cascavel – Paraná. In: 26º Congresso da sociedade de zoológicos do Brasil, 2º encontro de zôos do mercosul. **Anais...** Porto Alegre, p.33, 2002.

GAIGA, L.H. Osteossíntese de úmero por xenoenxerto ósseo preservado em glicerina 98% ou mel em pombos domésticos (*Columba livia*). 2002, 45p. Dissertação (Mestrado em cirurgia) – Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria.

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

HEARD, D.J. Anesthesia and analgesia. IN: ALTMAN, R.B., et al. **Avian medicine and surgery**. Philadelphia : Saunders Company, 1997. Cap.46, p.807-827.

HULSE, D.; HYMAN, B. Biologia e biomecânica das fraturas. 1998. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo : Manole, 1998. Cap.120, v.2. p. 1891-1900.

JENKINS, J.R. Avian soft tissue surgery; Part I. In: ACVS VETERINARY SYMPOSIUM, 1992, Miami, Florida. Proceedings... Miami : The American College of Veterinary Surgeons, 1992. p.631-633.

JENKINS, J.R. Hospital techniques and supportive care. IN: ALTMAN, R.B., et al. **Avian medicine and surgery**. Philadelphia : Saunders Company, 1997. Cap.17, p.232-243.

LEOTTE, A.M. **Fixação esquelética tipo I para osteossíntese diafisária de úmero e resposta inflamatória em pombos domésticos (*Columba livia*)**. 2003, 42p. Dissertação (Mestrado em cirurgia) – Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria.

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

LINDER, L.; ROMANUS, M. Acute local tissue effects of polymerizing acrylic bone cement. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.115, p.303-312, 1976.

KINGSLEY, C.C. A technique for repairing fractures of the humerus in small birds. **Veterinary Medicine**, v.78, n.7, p1093-1094, 1983.

KUZMA, A.B. Avian orthopedics: fracture management I. In: ACVS VETERINARY SYMPOSIUM, 1995, Miami, Florida. **Proceedings...** Miami: The American College of Veterinary Surgeons, 1995. p.249-251.

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

MACCOY, D.M. General principles of avian surgery. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**. v.13, n.6, p.989-993, 1991.

MADI, N.A. Avian anesthesia. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**. v.4, n.1, p.147-167, 2001.

PACHALY, J.R.; BRITTO, H.F.V. Emprego do método de extrapolação alométrica no cálculo de protocolos posológicos para animais selvagens. **A Hora Veterinária**, n.118, p.59-65, 2000.

PEAD, M.J.; CARDMICHAEL, S. Treatment of severely comminuted fracture in a rabbit using a Kirschner-Ehmer apparatus. **Journal of Small Animal Practice**, v.30, p.579-58, 1989.

PIERMATEI, D.L.; FLO, G.L. Fraturas: classificação, diagnóstico e tratamento. **Manual de ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais**. 3.ed. São Paulo: Manole,1999. cap.2. p.24-138.

READIG, T. A clinical review of orthopedic techniques used in the rehabilitation of raptors. **Zoo e Wild Animal Medicine**. Philadelphia : W.B.Saunders, p.388-401, 1986.

ROWLEY, J.; PSHYK, W.B. Repair of a fracture humerus in a red-tailed hawk. **Veterinary Medicine**, v.76, n.8, p.1180-1181, 1981.

RUPLEY, A.E. Sinais músculo-esqueléticos. IN: _____. **Manual de cirurgia aviária**. São Paulo: Roca, 1999. Cap.12, p.220-255.

SISK, T.D. External fixation – historic review, advantages, disadvantages, complications, and indications. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.180, p.15-22, 1983.

WEST, P.G. et al. Histomorphometric and angiographic analysis of the humerus in pigeons. **American Journal Veterinary Research**, v.57, p.010-1015, 1996.

WANDER, K.M. et al. Fracture healing after stabilization with intramedullary xenograft cortical bone pis: a study in pigeons. **Veterinary Surgery**, v.29, p.237-244, 2000.

WESTFALL, M.L.; EGGER, L.E. The management of long bone fractures in birds. **Iowa State Veterinarian**, v.41, n.2, p.81-87, 1979.

WILLIAMS, R. et al. A comparative study of treatment methods for long bone fractures. **Companion Animal Practice**, v.1, n.4, p.48-55, 1987.

WISSMAN, M.A. New tools, diagnostics aid in bone and beak repair in birds. **Veterinary Product News**, v.11, n.6, p.44-45, 1999.

WISSMAN, M.A. Avian orthopedics. In: <http://www.exoicpetvet.net/avian/orthopedic.html>.
Capturado da Internet em 28/02/05.

YAMAZOE, K. et al. The reduction of humeral fracture in pigeons with intramedullary poly (methylmethacrylate) and neutralization plate fixation. **Journal of Veterinary Medical Science**, v.56, p.739-745, 1994.