



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**  
**Programa de Residência em Clínica e Cirurgia de Animais Silvestres**

---

**TÉCNICAS PARA CORREÇÃO DE FRATURAS EM MEMBROS DE  
AVES: REVISÃO DE LITERATURA**

Guilherme Mazocante de Oliveira  
Orientador (a): Profa. Dra. Líria Queiroz Luz Hirano

BRASÍLIA – DF  
FEVEREIRO/2021



**GUILHERME MAZOCANTE DE OLIVEIRA**

**TÉCNICAS PARA CORREÇÃO DE FRATURAS EM MEMBROS DE  
AVES: REVISÃO DE LITERATURA**

Projeto de conclusão de pós-graduação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Clínica e Cirurgia de Animais Silvestres.

**Orientador (a):** Profa. Dra. Líria Queiroz Luz Hirano

BRASÍLIA – DF  
FEVEREIRO/2021

## SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	02
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	02
3.1 Casuística de atendimento a aves fraturadas.....	02
3.2 Osteologia das aves.....	03
3.3 Classificação de fratura.....	04
3.4 Técnicas para correção de fratura utilizadas em aves.....	06
3.4.1 Coaptação externa.....	08
3.4.2 Pino Intramedular.....	09
3.4.3 Fixadores externos.....	12
3.4.3.1 Tie-in.....	15
3.4.3.2 Técnica de Doyle.....	16
3.4.4 Haste bloqueada.....	18
3.4.5 Cerclagem.....	18
3.4.6 Placa óssea.....	20
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
5. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Tipos de classificação conforme região óssea, localização, quantidade e disposição das linhas de fraturas em ossos longos.....05
- FIGURA 2 - Bandagem do tipo muleta de Thomas em coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*).....08
- FIGURA 3 - Imagens radiográficas da colocação de pino intramedular em fraturas de osso ulna de gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*). A: avaliação transcirúrgica. B: presença de calo ósseo.....11
- FIGURA 4 - Emprego de fixadores externos tipo I em aves. A: fixador externo adaptado com agulha hipodérmica e haste de seringa em coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*). B: Fixador externo comercial de aço inoxidável em curicaca (*Thristicus caudatus*) .....13
- FIGURA 5 - Utilização da técnica de tie-in, com pino ortopédico comercial e estabilização com polimetilmetacrilato, em fratura de tíbia de um exemplar de tucano-toco (*Ramphastos toco*) ..... 16
- FIGURA 6 - Técnica de Doyle para redução de fratura em ossos longos. A: desenho esquemático. B: uso da técnica em fratura de úmero de tucano-toco (*Ramphastos toco*) ..... 17
- FIGURA 7 - Haste bloqueada para redução de fratura cominutiva e oblíqua. A: Desenho esquemático. B: Uso de haste de poliamida (seta azul) em galinha (*Gallus gallus*) .....19
- FIGURA 8 – Técnica de cerclagem para reparação de fraturas. A: desenho esquemático. B: imagem radiográfica de fios de cerclagem realizada em fratura de osso úmero de ave.....20
- FIGURA 9 - Imagem radiográfica da aplicação de placa óssea para redução de fratura de rádio e ulna de Gavião-caboclo (*Buteogallus meridionalis*).....21

## RESUMO

As técnicas para reparação de fratura em membros locomotores na medicina veterinária de pequenos animais são bastante difundidas e utilizadas. Em aves, elas podem ser executadas de forma similar, porém, com adaptações compatíveis com as particularidades anatômicas e fisiológicas. O uso do pino como implante intramedular ou em fixadores externos é amplamente difundido pela facilidade e rapidez da aplicação e por permitir cirurgias pouco invasivas, o que indiretamente agiliza o processo de osteogênese. Novos biomateriais têm sido desenvolvidos com o intuito de se tornarem opções viáveis e muitas vezes com melhor resposta na formação do calo ósseo, neovascularização e reparação da fratura, sem afetar a conformação anatômica do osso. A preocupação com a manutenção do voo e bem-estar do animal é outra diretriz que reforça a necessidade de um conhecimento mais aprofundado a respeito da melhor abordagem para reparação de fraturas em aves, sobretudo exemplares de vida livre.

**Palavras-chave:** osteossíntese, ortopedia, implantes, reparação óssea

# **CORRECTION TECHNIQUES FOR LIMBS FRACTURES IN BIRDS: LITERATURE REVIEW**

## **ABSTRACT**

The fracture repair techniques in small animals limbs, are widespread used in veterinary medicine. In birds, they can be performed in a similar way, however, with compatible adaptations, anatomical and physiological particularities. The use of pin as an intramedullary implant or external fixators is more used due to the ease and speed application, allowing less invasive surgeries which indirectly speeds up the osteogenesis process. New biomaterials have been developed in order to become viable options and often with better response in the formation of bone callus, neovascularization and fracture repair, without affecting the anatomical conformation of the bone. The concern with maintaining flight and animal welfare is other point that reinforces the need for more in-depth knowledge about the best approach on repair fractures in birds, especially free-living specimens.

**Keywords:** osteosynthesis, orthopaedic, implants, bone repair

## 1. INTRODUÇÃO

O número de animais silvestres resgatados pelos órgãos ambientais aumenta exponencialmente como reflexo do desmatamento para ampliação de centros urbanos, construção de rodovias, plantio de áreas de monoculturas, entre outros. Em decorrência desses fatores, os animais em adaptação a um novo cenário aproximam-se de ambientes antropomorfizados em busca de abrigo, alimento e pela menor quantidade de predadores. Tal proximidade pode resultar em diversos problemas ecológicos, sociais e de saúde pública (RODEWALD & GEHRT, 2014).

A criação de aves como animal de estimação tem aumentado nos últimos anos, o que reflete a sua crescente casuística em consultórios, clínicas e hospitais veterinários. Apesar do número de casos de fratura em animais de tutor serem inferiores aos de vida livre, a demanda por cirúrgica ortopédica é crescente, dessa forma, há a necessidade de um conhecimento mais aprofundado das técnicas para uma melhor assistência aos pacientes (WRIGHT et al., 2018; CARRASCO, 2019).

A anatomia e fisiologia osteológica das aves possuem particularidades como pneumatização óssea, reduzida vascularização local e presença de ossos trabeculares. Esses fatores devem ser levados em consideração durante o planejamento cirúrgico, e a escolha do material e da técnica dependerão do tipo de fratura, local, viabilidade dos tecidos adjacentes e equipe executora (TULLY, 2002).

O pós-cirúrgico de procedimentos ortopédicos é muitas vezes longo, o que pode resultar na atrofia muscular. Por isso, para animais que retornarão à natureza, deve-se realizar a reabilitação do voo com o emprego de técnicas de fisioterapia e falcoaria, por exemplo (MARTIN & RITCHIE, 1999).

Esse trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura a respeito das técnicas e materiais ortopédicos empregados nas correções de fratura em membros de aves.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo, inicialmente, os termos foram pesquisados no Google Scholar e, em seguida, a pesquisa foi direcionada para os indexadores Scielo, BioOne, Pubmed e Research Gate. Os termos da consulta incluíram “placas ósseas em aves”, “ortopedia em aves”, “avian”, “avian orthopedics”, “avian fracture management”, “avian intramedullary pins”, “tie-in in birds”, “surgery in avian patient”, “avian fracture” e “avian orthopedics techniques”. Embora a busca tenha sido direcionada para os últimos cinco anos, outros relatos e trabalhos foram utilizados, preconizando resultados de 2017 a 2021.

Foram encontrados 81 artigos e livros nas áreas de ortopedia em pequenos animais e aves, e clínica e anatomia descritiva de aves. Após seleção inicial, excluindo artigos sem acesso, páginas não encontradas e informações escassas, foram utilizados 39 trabalhos como referências para a presente revisão.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Casuística de atendimento a aves fraturadas

A casuística de aves recebidas em órgãos ambientais brasileiros como, centros de triagem, centros de reabilitação e instituições parceiras, corresponde de 60% a 70% do número total de registros. Desse montante, grande parte é proveniente do tráfico ou criação irregular e, em uma menor proporção, de resgate a animais traumatizados ou debilitados (ROCHA, 2017; FISCHER et al., 2019).

O trauma é a maior causa de recebimento de aves de vida livre pelos hospitais veterinários, e uma correta avaliação deve ser feita a fim de averiguar a viabilidade da intervenção cirúrgica ou o tratamento conservativo. Em um estudo conduzido de 2003 a 2014 por Bach et al. (2017), no planalto Catarinense, foi descrito que de 77 indivíduos de curicacas (*Theristicus caudatus*) atendidos no local, 55,8% dos animais apresentavam fraturas ósseas e 3,9% luxações articulares, correspondendo em seu total, 59,7% de casos ortopédicos.

Informações semelhantes foram obtidas por Santos et al. (2008) na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os autores observaram prevalência de

30,9% de afecções traumáticas em aves resultantes em fraturas e, metade desse montante, com ocorrência nos ossos rádio e ulna.

No período de dezembro de 2014 a dezembro de 2015, foram atendidas 63 aves silvestres na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Pôde-se constatar que 58,73% das afecções cirúrgicas eram patologias ortopédicas, sendo as ordens com maior ocorrência a dos Accipitriformes, com 26,98%, e a dos Strigiformes, com 22,22% (SOUZA, 2016).

### **3.2 Osteologia das aves**

A aves apresentam peculiaridades anatômicas que as diferem dos mamíferos e dos répteis, principalmente relacionadas a adaptação ao voo. Como características, podem ser citados o baixo peso corporal, presença de sacos aéreos, maior concentração dos órgãos na região central no corpo, plumagem em toda extensão corpórea, pneumatização óssea, fusão de ossos do sinsacro, notário e do crânio, morfologia do osso esterno e, membros torácicos modificados em asas (COLES et al., 1997).

Sabe-se que o crescimento e desenvolvimento ósseo em mamíferos se inicia em um ou dois pontos centrais de ossificação, com a proliferação para ambas as extremidades até alcançar o limite de crescimento do membro. Em aves, alguns ossos como tibiotarso, tarsometatarso, carpometacarpo e falanges seguem o mesmo padrão de mamíferos e o crescimento cessa ao atingir a maturidade sexual. (MARTIN & RITCHIE, 1999). Entretanto, no caso dos ossos úmero, ulna, rádio e fêmur ocorre uma ossificação endocondral que se inicia na área pericondral, ao nível da cartilagem hialina, e se expande da região de medula óssea em direção às extremidades distais e proximais, como um alongamento do osso, com conclusão em aproximadamente 140 dias (MARTIN & RITCHIE, 1999).

Os ossos das aves são pobremente irrigados e a maior parte de sua nutrição é realizada pelos tecidos adjacentes, como os músculos e a pele. Os vasos nutrem o perióstio, que por sua vez, irriga toda camada cortical e transporta o sangue para região medular através de uma artéria principal (OROSZ, 1992).

Outra característica exclusiva das aves é a presença de pneumatização óssea em membros, como é o caso do úmero e do coracoide. Nos locais ocupados

pelo divertículo do saco aéreo, não há medula óssea e ocorre intensa trabeculação. Essa formação de divertículos aéreos no interior do corpo das aves promove maior equilíbrio de voo, menor peso corpóreo e melhor aerodinâmica. Os ossos pneumáticos possuem ainda menos irrigação tecidual e, conseqüentemente, uma maior dificuldade na reparação e execução da correção ortopédica (MARTIN & RITCHIE, 1999).

### 3.3 Classificação das fraturas

A correta classificação da fratura é fundamental para determinar a técnica a ser utilizada com base no comportamento biomecânico do membro acometido. O sistema de classificação de fraturas de ossos longos em aves segue o padrão de cães e gatos pelo *Müller AO classification* (Figura 1). Inicialmente, a avaliação é feita em relação ao aspecto externo da lesão, que é classificada como fratura aberta, quando há descontinuidade da pele, ou fechada, quando não há comunicação óssea com o meio externo (JOHNSON, 2005).

Em relação à linha de fratura, a classificação é feita em dois clados, com cinco análises diferentes. Na primeira etapa, são descritos o osso acometido e o local do foco de fratura. Quando localizada nas extremidades ósseas, proximal ou distal, a fratura pode ser do tipo articular, parcialmente articular e extra-articular.

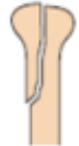
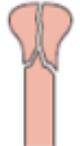
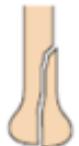
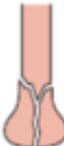
No caso de fraturas diafisárias, elas são classificadas em simples, em cunha ou complexa. Fraturas simples possuem um único local de descontinuidade, com a divisão dos fragmentos em proximal e distal. Nas do tipo em cunha e complexa, além da linha de fratura principal há outras menores com presença de pequenos fragmentos, que podem ou não permanecer em contato com as porções ósseas principais, respectivamente (JOHNSON, 2005).

No segundo clado, o grupo é dividido conforme a conformação dos fragmentos. As fratura simples podem ser classificadas em espiral, oblíqua ou transversa. Fraturas do tipo em cunha são separadas em espiral, flexão ou multifragmentárias e, as tipo complexa, em espiral, segmentada ou irregular (JOHNSON, 2005).

A classificação da fratura é importante porque é um dos fatores que guiará a escolha da metodologia de reparo e favorecerá o correto manejo cirúrgico

ou clínico para o paciente. A técnica de osteossíntese eleita deve anular as forças mecânicas de flexão, rotação, compressão, cisalhamento e tração, que estão presentes no foco de fratura (DECAMP et al., 2016).

**Figura 1.** Tipos de classificação de fraturas em ossos longos conforme região óssea, localização, quantidade e disposição das linhas de fraturas

Segmento	Tipo		
	A	B	C
<b>Região proximal</b>	 <p><b>Extra-articular</b> Não envolve a superfície articular</p>	 <p><b>Parcialmente articular</b> Envolve parcialmente a articulação, a outra parte permanece ligada a diáfise.</p>	 <p><b>Articular</b> Envolve a superfície articular, completamente separada da diáfise.</p>
<b>Região diafisária</b>	 <p><b>Simples</b> Uma linha de fratura, contato cortical entre os segmentos supera 90% após a redução.</p>	 <p><b>Cunha</b> Três ou mais fragmentos, com contato entre os fragmentos principais.</p>	 <p><b>Complexa</b> Três ou mais fragmentos, sem contato entre os fragmentos principais.</p>
<b>Região distal</b>	 <p><b>Extra-articular</b> Não envolve a superfície articular</p>	 <p><b>Parcialmente articular</b> Envolve parcialmente a articulação, a outra parte permanece ligada a diáfise.</p>	 <p><b>Articular</b> Envolve a superfície articular, completamente separada da diáfise.</p>

Fonte: [www2.aofoundation.org](http://www2.aofoundation.org)

### 3.4 Técnicas para correção de faturas utilizadas em aves

As técnicas executadas em pequenos animais podem ser adaptadas para o uso em aves. Entretanto, no caso dos exemplares de vida livre, é importante

também levar em consideração o estresse do cativo, comportamento do animal, viabilidade e necessidade de reabilitação, tipo de material utilizado e grau de invasividade (BAIER et al., 2007).

A pouca irrigação óssea em aves torna crucial o mínimo manuseio dos locais de fratura, para garantir a viabilidade das estruturas e da consolidação óssea. Comumente, em fraturas abertas ou cominutivas, pode ocorrer lesão irreversível na vascularização local com necrose do osso e, conseqüentemente, inviabilidade do membro (TULLY et al., 2002).

Implantes de pino intramedular, fixadores esqueléticos externos e bandagens são as técnicas mais utilizadas em aves. Essas apresentam como vantagem o baixo custo, a facilidade de aquisição comercial, a reduzida ou ausente invasividade, o peso reduzido dos materiais e a maior facilidade de execução, o que torna o procedimento mais rápido e seguro (WANDER et al., 2000; DASCALU et al., 2014).

A região cortical dos ossos das aves é mais delgada do que a observada em mamíferos, o que torna o uso de placa com parafusos menos indicado. A força exercida para ancorar o parafuso na cortical óssea pode estilhaçar e lesionar o local, o que atrasaria a recuperação do paciente (OROSZ, 2002).

O acesso cirúrgico deve ser feito em região sem a presença das rêmiges ou retrizes, com retirada do mínimo possível de penas. Deve-se atentar para a manutenção de um ambiente asséptico, promover reduzida lesão de pele e evitar seccionar musculaturas, vasos ou nervos adjacentes à fratura. Além disso, os implantes devem permanecer fora de articulações, de cavidades e de pontos contaminados, para diminuir o risco de complicações pós-cirúrgicas (DASCALU et al., 2014).

O uso da antibioticoterapia é preconizado em casos de fraturas abertas em decorrência da contaminação carregada através da medula óssea exposta ao meio. Os antimicrobianos também devem ser prescritos em casos de fratura de osso pneumático, mesmo nas do tipo fechadas, devido à comunicação com o sistema respiratório e a possibilidade de uma osteomielite ascendente que resulte em pneumonia e sepse (POLLOCK, 2002; HIEBERT et al., 2018).

O manejo da dor é essencial no pré, trans e pós-operatório para que o sucesso cirúrgico seja alcançado. Diversos autores divergem a respeito do protocolo ideal de manejo de dor em aves, pois falta conhecimento da

farmacodinâmica e farmacocinética da maioria dos princípios ativos utilizados na medicina de mamíferos domésticos. Os fármacos mais utilizados no tratamento da dor nessa classe são os anti-inflamatórios não esteroidais, como o meloxicam e o cetoprofeno, opioides agonista mu e kappa, além de bloqueadores de receptores NMDA, como cetamina. Há autores que associam ao protocolo analgésico, adjuvantes como a gabapentina, a amitriptilina e a pregabalina para potencializar a analgesia (HIEBERT et al., 2018).

A amputação do membro é preconizada quando a osteossíntese se torna inviável devido ao alto grau da lesão, tempo da fratura ou contaminação. Dessa forma, deve ser avaliada a condição individual da destinação do animal, uma vez que a soltura não é indicada (RINKEVICH et al., 1999).

Nos casos em que são necessários longos períodos de repouso do membro afetado, é esperado que ocorra uma atrofia em musculatura e tendões. Por isso, a fisioterapia é uma ferramenta complementar que pode acelerar o retorno dos movimentos e a alta do paciente. Entretanto, o nível de estresse do indivíduo deve ser avaliado, uma vez que pode acarretar piora no quadro. No caso de animais que possibilitam o uso da falcoaria como ferramenta de fisioterapia e reabilitação, seu uso é interessante por permitir estimular o animal e avaliar sua capacidade e qualidade de voo (STAUBER et al., 2008; PONDER, 2011).

As técnicas de diagnóstico por imagem, sobretudo a radiografia e a tomografia computadorizada, são ferramentas que auxiliam na avaliação pré-operatória para confirmação e classificação da fratura, bem como planejamento do procedimento ortopédico. Adicionalmente, indica-se que os exames de imagem sejam realizados no trans e no pós-cirúrgico para que seja confirmado o alinhamento dos fragmentos e correto posicionamento dos implantes (KAYIKCI et al., 2019).

### **3.4.1 Coaptação externa**

A bandagem ou tala como estabilizador externo da fratura são muito empregados devido ao conforto proporcionado ao animal com o alinhamento e redução da movimentação local. Deve-se levar em consideração que algumas aves apresentam maior nível de estresse com uso da bandagem, mimetizando a

interação agressiva interespecífica ou intraespecífica. Cabe à equipe averiguar o comportamento do animal após colocação aplicação da técnica e determinar a viabilidade de seu uso (Figura 2) (MATHEWS et al., 1994).

**Figura 2:** Bandagem tipo muleta de Thomas em coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*)



Fonte: Lenon Silva Lemos de Oliveira

Os materiais utilizados em bandagens devem ser preferencialmente hospitalares, como esparadrapo, algodão hidrofílico e hidrofóbico, ataduras, micropore, gesso e placas de alumínio. É possível utilizar também materiais de uso geral, adequando seu uso na coaptação externa, seguindo diretrizes de biossegurança e biosseguridade, evitando contato direto com lesões e mucosas. Dentre os materiais alternativos usados na rotina de ortopedia de aves estão o adesivo à base de cianoacrilato, canos de PVC e resinas epóxi (JOHNSON, 2005).

As bandagens seguem os mesmos padrões e finalidades observados em mamíferos. Os tipos mais utilizados em aves são a bandagem em “8”, indicada para fratura de rádio e ulna; associação dessa primeira com imobilização do membro junto ao tórax do animal, para fraturas de coracoide e úmero. Para membros

pélvicos, a tala de Thomas é muito utilizada para lesões em colo do fêmur e pelve; a técnica de Altman para tibiotarso e tarsometatarso; e a tala Robert Jones para fratura de tibiotarso (CARRASCO et al., 2018; HIEBERT et al., 2018).

As bandagens também podem ser utilizadas como método complementar à técnica cirúrgica, por auxiliarem na abolição das forças mecânicas no foco de fratura. Para a colocação correta para esse fim, deve-se ter cautela na aplicação da faixa para evitar o garroteamento ou redução no fluxo sanguíneo local, que retardariam a reparação tecidual pela ausência de nutrientes e oxigenação (JOHNSON, 2005).

O uso das técnicas de coaptação externa são muito indicadas em aves de pequeno porte, como passeriformes, que pelo pequeno porte limitam o uso de implantes cirúrgicos. Bandagens também são muito utilizadas na abordagem inicial, enquanto são feitos exames laboratoriais, o planejamento do procedimento operatório e a estabilização da ave para cirurgia (CARRASCO et al., 2017).

Como desvantagens da técnica de coaptação externa destacam-se a maior chance de ocorrência de anquilose ou irregularidade de alinhamento dos cotos ósseos, o que pode alterar a conformação natural do órgão e prejudicar o voo (CARRASCO, 2019). Para aves de estimação que serão mantidas em cativeiro, o uso da coaptação externa é uma opção interessante como tratamento isolado caso o retorno completo ao voo do animal não seja necessário.

### **3.4.2 Pino Intramedular**

O pino intramedular é muito utilizado em fraturas por fornecer um bom alinhamento, ter baixo custo e a cirurgia poder ser realizada com baixa invasividade, o que confere uma rápida recuperação do paciente (KIM et al., 2018). Porém, seu uso é limitado por não promover uma boa anulação das forças de rotação e de flexão. Uma pequena alteração na conformação óssea em ossos como ulna e úmero podem alterar a biomecânica e comprometer a capacidade de voo da ave. Essa técnica pode ser utilizada em fraturas abertas, fechadas e contaminadas, mantendo o local da lesão aberto para limpeza constante (MARTIN & RITCHIE, 1999).

Diferentemente do preconizado para mamíferos, a escolha do diâmetro dos implantes intramedulares nas aves não deve exceder 50% do diâmetro total do canal medular, para que não comprometa a vascularização e a formação do calo ósseo. Quando escolhidas combinações de técnicas como o fixador esquelético externo e o pino intramedular, os materiais não devem exceder 40% do diâmetro do canal intraósseo (MATHEWS et al., 1994; TULLY et al., 2002).

Não é aconselhável a incisão de pele para visualização e fixação do pino de forma retrógrada em fraturas fechadas, a fim de evitar um possível foco de contaminação e complicação no pós-cirúrgico. Por isso, quando possível, o pino deve ser introduzido em sentido normógrado, a partir das extremidades distal ou proximal, em direção ao fragmento oposto, mantendo o alinhamento e posição anatômica do membro. Quando há fratura aberta e visualização de ambos os fragmentos, a introdução do pino pode ser feita de forma retrógrada, o que facilita a constatação da coaptação dos fragmentos (Figura 3) (CARRASCO, 2019).

Caso o pino permaneça exposto para futura extração, a região de inserção do implante deve ser higienizada com frequência para evitar infecção óssea, e fixada de forma a não lesionar o animal durante a movimentação. A extremidade do pino deve ficar em região de epífise para que não comprometa o tecido muscular adjacente (OROSZ, 2002).

O pino intramedular pode ser associado a outras técnicas para promover a anulação da força de rotação e flexão no foco de fratura. Técnicas como Doyle, placas ósseas, cerclagem e haste bloqueadas são algumas das variações possíveis de serem aplicadas (MARTIN & RITCHIE, 1999).

Um peneireiro-vulgar (*Falco tinminuculos*) com fratura distal transversa de ulna foi submetido ao processo cirúrgico de inserção do pino intramedular de forma normógrada, associado à bandagem “em 8”. Os autores relataram que a ave apresentou consolidação óssea confirmada por radiografia em 14 dias e, aptidão a voo em 21 dias após o procedimento (KIM et al., 2018).

**Figura 3.** Imagens radiográficas da colocação de pino intramedular em fraturas de osso ulna de gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*). A: avaliação transcirúrgica. B: presença de calo ósseo



Fonte: arquivo pessoal

Os pinos intramedulares utilizados na rotina médica veterinária são majoritariamente fabricados em aço inoxidável cirúrgico. Entretanto, o emprego de materiais bioinertes, como cerâmicas, polímeros, metais, xenotransplantes e compostos poliméricos, tem demonstrado resultados satisfatórios. A escolha do material usado deve ser realizada após averiguar alguns aspectos a respeito o implante, como resistência à corrosão, tempo de absorção, resposta inflamatória e estrutura compatível com local de aplicação (NAZHVAN et al., 2019).

Em aves, Wander et al. (2000) utilizaram experimentalmente pinos xenógrafos, a partir de fragmentos de tíbia de canídeos e avestruzes, em 30 pombos (*Columba livia*) e compararam com pinos de aço convencional. Os autores não observaram alterações histológicas, radiológicas e biomecânicas no uso de ambos os pinos xenógrafos, que apresentaram resultados semelhantes aos metálicos, mas com a vantagem de serem reabsorvidos e induzirem neovascularização local.

Entretanto, MacCoy et al. (1988) constataram resposta inflamatória exacerbada, deiscência incisional, infecção e sequestro utilizando pinos xenógrafos em exemplares de pombos. A diferença de resposta entre os dois estudos é levantada por Wander et al. (2000), que relaciona essa resposta com a forma de esterilização e conservação dos materiais, uma vez que substratos orgânicos são mais suscetíveis à proliferação bacteriana e fúngica.

O uso de pinos com compostos poliméricos de polimetilmetacrilato e ácido poliglicólico foi avaliado por Mathews et al. (1994) também em pombos. No experimento, os implantes não promoveram boa estabilidade das fraturas após

duas semanas do procedimento, com perda estrutural do polímero por degradação, o que ocasionou refratura por estresse no local do implante.

Abhishek et al. (2020) utilizaram pinos bioinertes e biocompatíveis de magnésio, com estrutura molecular similar ao osso e boa rigidez. Os materiais eram passíveis de reabsorção, que foi observada com início aproximadamente após duas semanas de aplicação. Os autores destacam a vantagem da inclusão desses materiais na rotina, principalmente para animais de vida livre, o que proporcionaria uma opção viável para soltura desses indivíduos ainda com os implantes, uma vez que são reabsorvidos fisiologicamente e não promovem efeitos deletérios. Ainda é citada a possibilidade de acréscimo de cristais de hidroxiapatita na composição dos pinos de magnésio para retardar o início da reabsorção dos mesmos.

### 3.4.3 Fixadores Externos

O fixador esquelético externo é muito utilizado na correção de fraturas em aves devido ao baixo custo, rápido procedimento cirúrgico e boa estabilização. Diversas técnicas com fio de *Kirschner* e pinos de *Steinman* são descritas para essa finalidade. Como estabilizadores externos dos pinos, são empregados principalmente cimento ósseo, polimetilmetacrilato, barras de alumínio ou aço cirúrgico, e tubos de PVC, eleitos a partir do custo, facilidade de aplicação e de aquisição no mercado (POLLOCK, 2002).

O uso do fixador externo é indicado em fraturas abertas e infeccionadas, sendo possível manter a lesão exposta e realizar o tratamento sem comprometer a ossificação da fratura, o que reduz as chances de progredir para uma osteomielite. (POLLOCK, 2002; TULLY, 2002). A troca constante de bandagem, movimentação restrita do animal, sobretudo nos primeiros dias, e o monitoramento colaboram para a recuperação e rápida consolidação óssea (BURDEAUX et al., 2018).

Os fixadores esqueléticos externos podem ser classificados em três tipos conforme o número de barras estabilizadoras e posição de fixação. Os do tipo I (Figura 4) são inseridos em apenas um plano ósseo, geralmente em região lateral ou dorsal do osso acometido, de modo a conservar a movimentação de flexão e extensão dos membros. Uma pequena incisão deve ser realizada em pele para guiar o posicionamento do pino, que é introduzido manualmente ou com auxílio de

furadeira manual ou elétrica, de forma que sua extremidade seja fixada na cortical contralateral da diérese. O número preconizado em mamíferos é de três pinos em cada fragmento ósseo, porém em aves essa quantidade pode ser reduzida de acordo com a avaliação pré-operatória, por apresentarem uma menor área para a fixação e alto risco de fragmentação óssea (JOHNSON, 2005).

**Figura 4.** Emprego de fixadores externos tipo I em aves. A: fixador externo adaptado com agulha hipodérmica e estabilizador de haste de seringa em coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*). B: Fixador externo comercial de aço inoxidável em curicaca (*Thripticus caudatus*)



Fonte: arquivo pessoal

Os fixadores externos do tipo II são similares ao tipo I, mudando apenas a conformação final do equipamento. A incisão é realizada em um lado da superfície de pele e os pinos são introduzidos através das corticais, atravessando lateromedialmente o membro, sendo fixado externamente em ambos os lados. Essa técnica proporciona maior estabilidade aos pinos e segurança no controle da força de rotação dos fragmentos. Seu uso é contraindicado em região de úmero proximal e fêmur pela restrição de movimentação que provocariam dos membros (RUI, 2017).

O fixador externo tipo III ou misto é uma variante dos outros tipos, na qual as duas barras externas são conectadas entre si. A intenção dessa fixação é formar uma estrutura tridimensional em um ângulo de 90° graus ou circular, para promover

maior estabilidade e reduzir o risco de movimentação entre os fragmentos (KATOGIRITIS et al., 2019).

Independentemente do tipo de fixador a ser utilizado, o peso do conjunto do fixador não deve exceder 5% do peso corporal do indivíduo, para que não comprometa tendões, ligamentos e nervos adjacentes. Por isso, a possibilidade do uso de fixadores esqueléticos externos comerciais é limitada em aves com peso inferior a 300g, muitas vezes sendo necessário improvisar e adaptar materiais mais leves (MARTIN & RITCHIE, 1999).

A retirada dos fixadores é relativamente simples e muitas vezes não necessita de anestesia geral, pois o procedimento é rápido e provoca desconforto de leve a moderado no local. No caso de indivíduos mais estressados ou reativos à contenção física, é preconizado o uso de sedativos para reduzir a chance de acidentes ou novas fraturas durante contenção física (MARTIN & RITCHIE, 1999).

Burdeaux et al. (2018) utilizaram fixador esquelético do tipo II em um exemplar de coruja-das-neves (*Bubo scandiacus*), que apresentava fratura completa de carpometacarpo em ambas as asas, com presença de infecção local. O animal foi submetido à estabilização inicial e posterior cirurgia, com utilização de material de acrílico como barra estabilizadora externa e pinos de aço cirúrgico. Após 50 dias foi observada formação de calo ósseo em ambos os membros e, após 60 dias, o animal foi solto com boa recuperação de voo, confirmada por seu avistamento após 11 meses do procedimento.

#### **3.4.3.1 Tie-in**

A técnica de tie-in é uma variação que associa o fixador externo do tipo I com o pino intramedular, de modo que a necessidade da fixação dos pinos transversais seja em menor escala, e mantendo estável o foco de fratura contra as forças mecânicas de rotação e flexão. Pela baixa invasividade, a recuperação cirúrgica geralmente é rápida e promove menor impacto na biomecânica de voo quando comparada a técnicas mais invasivas (JANG et al., 2018).

No método tie-in, o pino intramedular é inserido de forma normógrada ou retrógrada. Após inserção total do implante no canal medular, deve haver uma sobra

externa que possibilite sua dobra em forma de “gancho”, para que ele seja usado como barra estabilizadora do fixador externo. Em seguida, os pinos transversais são introduzidos de forma a atravessarem a cortical óssea e fixados externamente na barra longitudinal do pino intramedular, com auxílio de cimento ósseo, polimetilmetacrilato (Figura 5), esparadrapo ou materiais similares. O aconselhável é que sejam colocados três pinos transversais na cortical óssea para fixação externa, porém, esse número pode ser reduzido pela ausência de espaço viável no osso das aves (VASIU et al., 2020).

Lucena et al. (2017) utilizaram a técnica de tie-in em um exemplar de gavião-asa-de-telha (*Parabuteo unicinctus*) com fratura de tibiotarso. O animal foi radiografado antes e após a cirurgia com introdução do pino intramedular de forma normógrada e fixação externa com polimetilmetacrilato. Após 30 dias do procedimento, foi averiguada a consolidação da fratura por radiografia e o animal estava apto para soltura.

Em outro um estudo, Weterre et al. (2009) avaliaram o uso de tie-in em 24 gaviões-cauda-vermelha (*Buteo jamaicensis*) com fraturas de úmero. Os autores citam observaram que o uso de pino intramedular com 20% da circunferência da espessura do osso, manteve a sustentação e reduziu em até 66% a força de torção exercida na linha de estresse. Os autores concluíram também que, conforme o osso úmero aumenta sua largura na região proximal, essa proporção de 20% pode ser superior com consequente aumento da resistência à linha de estresse e quebra do equipamento.

**Figura 5.** Utilização da técnica de tie-in, com pino ortopédico e estabilização com polimetilmetacrilato, em fratura de tíbia de um exemplar de tucano-toco (*Ramphastos toco*)



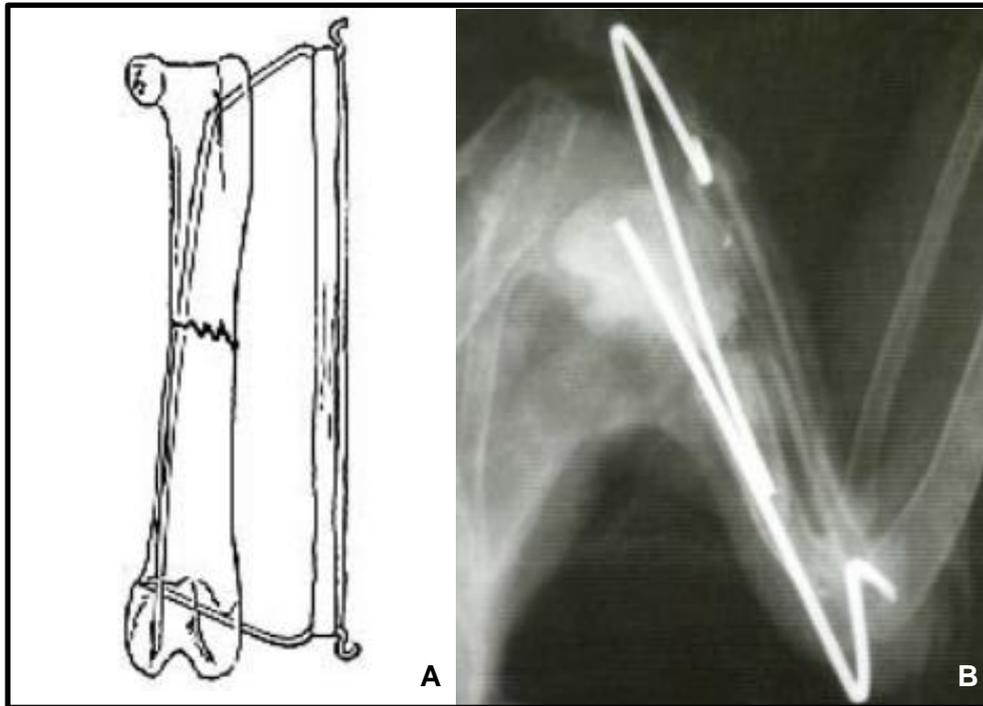
Fonte: arquivo pessoal

#### 3.4.3.2 Técnica de Doyle

Assim como tie-in, a técnica de Doyle combina o fixador externo e o pino intramedular. O pino é colocado a partir de uma das extremidades ósseas proximal ou distal, sendo exposto no sentido oposto, com sobras em ambos locais para que sejam formados “ganchos”. Esses servirão de ancoramento para elástico odontológico, para fixação e estabilização do foco de fratura (Figura 6).

Essa técnica permite que o diâmetro do pino intramedular seja inferior a 50% por exercer boa estabilização contra força de flexão, rotação e torção. Em aves é indicado o uso de fios de Kirschner de 0,028cm a 0,062cm em indivíduos superiores a 300 g, e agulhas hipodérmicas ou cateter, em exemplares menores. Como vantagens da técnica de Doyle, podem ser citadas a ausência de dano articular e trabecular, a boa compressão dos fragmentos e a baixa invasividade durante procedimento cirúrgico (MARTIN & RITCHIE, 1999).

**Figura 6.** Técnica de Doyle para redução de fratura em ossos longos. A: desenho esquemático. B: imagem radiográfica do uso da técnica em fratura de úmero de tucano-toco (*Ramphastos toco*)



Fonte: A: MARTIN; RITCHIE (1999); B: LIMA et al. (2014)

Lima et al. (2014) utilizaram a técnica de Doyle em um exemplar de tucano-toco (*Ramphastos toco*) com fratura transversa de úmero. Agulhas hipodérmicas (1,7x50mm) foram utilizadas como pinos, em cada segmento do osso, de forma normógrada para alinhamento e, posteriormente, de forma retrógrada até sua exteriorização. Após 60 dias os pinos foram retirados e o animal manteve a capacidade de voo.

A retirada dos pinos, de forma geral, ocorre entre o 21<sup>o</sup> a 40<sup>o</sup> dia, dependendo da consolidação óssea. Como associação de técnicas, as bandagens são indicadas para reduzir as forças de rotação e flexão no foco da fratura. O uso de cerclagem é interessante quando há fraturas cominutivas e/ou oblíquas, para evitar a lesão de pele e reduzir a força exercida em um ponto de estresse (MARTIN & RITCHIE, 1999).

#### 3.4.4 Haste Bloqueada

A haste bloqueada é muito utilizada na medicina humana para correção de fraturas de ossos longos em fêmur e tíbia, por promover o retorno da locomoção imediato após procedimento (ZEHTAB et al., 2004). Seu emprego tem aumentado na medicina de pequenos animais em fraturas cominutivas de diáfise e metáfise, por proporcionar estabilização e resposta na formação do calo ósseo satisfatórias, além de rápida recuperação do paciente. Entretanto, seu uso em aves ainda é limitado pela dificuldade de encontrar materiais com diâmetro adequado para as mais diversas espécies trabalhadas.

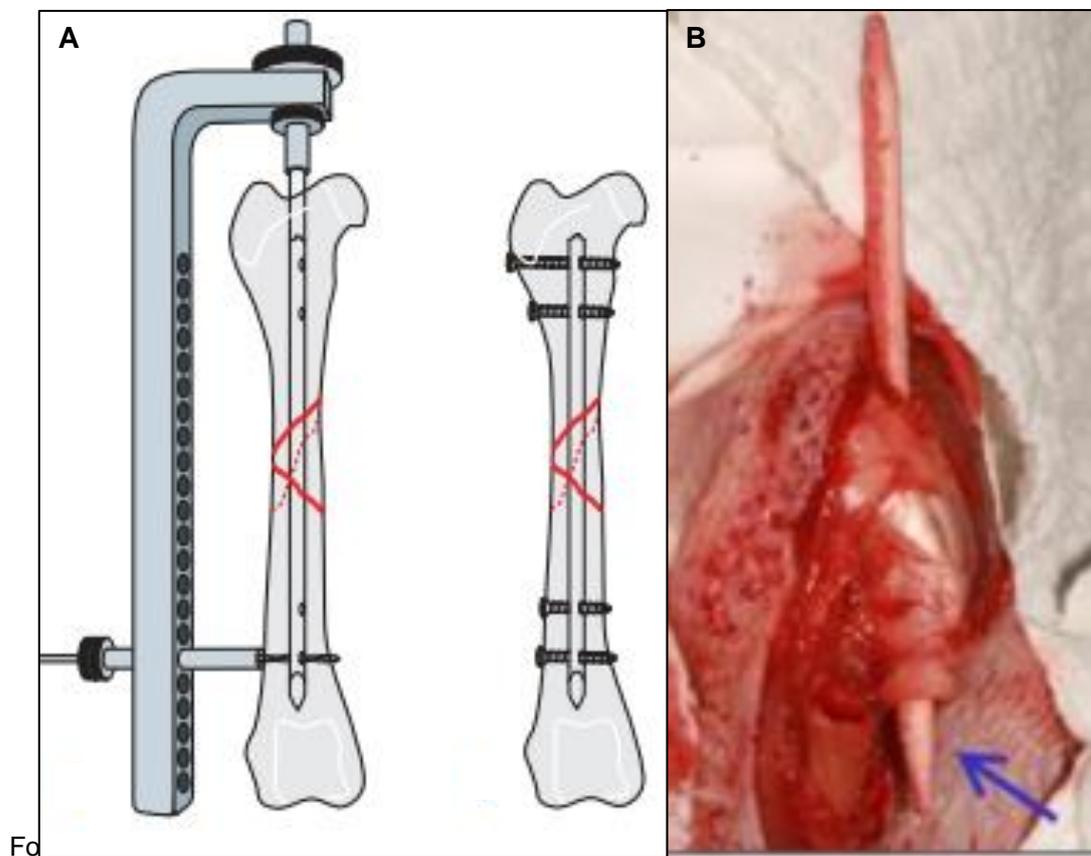
Para sua colocação, uma haste do dispositivo é inserida no canal medular ósseo e fixada a partir de parafusos transcorticais, que se fixam nos fragmentos e promovem a estabilização contra as forças mecânicas. Os parafusos são guiados a partir de uma alça de inserção que alinha o parafuso com o implante intramedular (Figura 7) (JOHNSON, 2005).

Uma haste de poliamida foi utilizada experimentalmente em galinhas, com resultados satisfatórios na neovascularização local e formação de calo ósseo em acompanhamento radiográfico. Os autores também relataram que não houve rejeição ou resposta inflamatória local em reação ao implante, demonstrando uma possibilidade na correção de fraturas com a haste bloqueada a partir de materiais mais leves e igualmente rígidos (CHEROBINI et al., 2017).

#### **3.4.5 Cerclagem**

Os fios de cerclagem são amplamente utilizados na cirurgia ortopédica em animais de companhia, porém, em aves, o seu uso é limitado pelo osso cortical delgado. Fios de aço ou nylon podem ser utilizados em aves, entretanto, há relatos da ocorrência de inflamação local e retardo na consolidação óssea com o uso do primeiro material (MARTIN & RITCHIE, 1999).

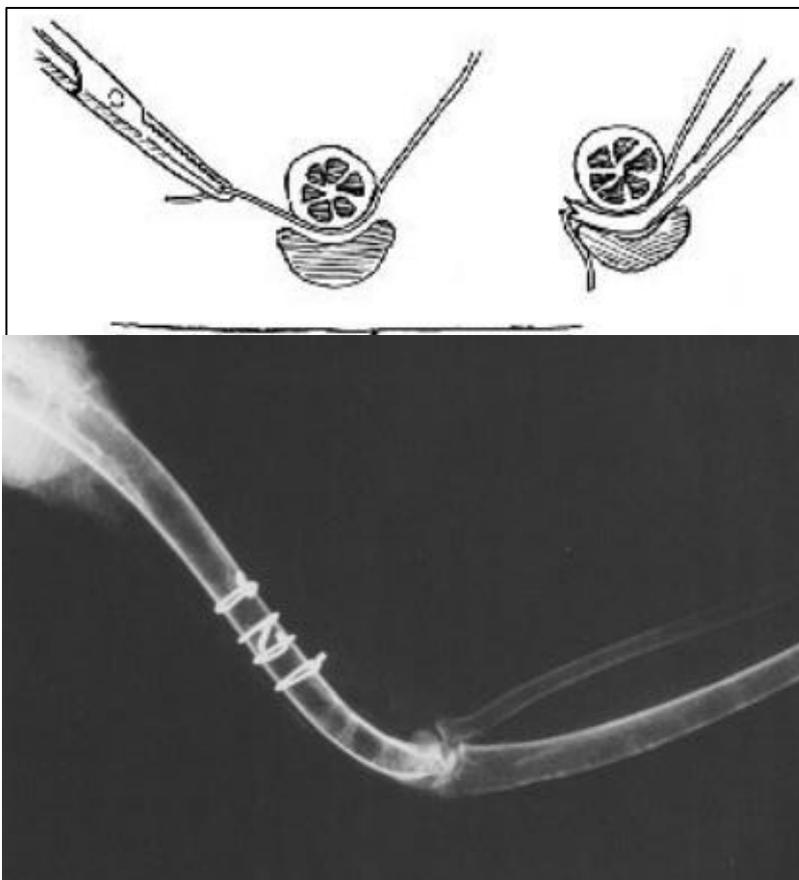
**Figura 7.** Haste bloqueada para redução de fratura cominutiva e oblíqua. A: desenho esquemático. B: uso de haste de poliamida (seta azul) em galinha (*Gallus gallus*)



A cerclagem é muito empregada para correção de luxação escapuloumeral em aves, fraturas e atrofia em gnatoteca ou rinoteca. Essa geralmente é associada a outras técnicas como placas ósseas e pino intramedular para auxiliar no controle da força de flexão, rotação e torção (CUEVA, 2019).

A introdução do fio deve ser feita delicadamente, para preservar a musculatura adjacente e manter o periósteo intacto. Após seu posicionamento na cortical ou ao redor do osso, seu fechamento deve ser feito lentamente para que não lesione a vascularização do local (Figura 8) (SLUNSKY et al., 2017).

**Figura 8.** Técnica de cerclagem para reparação de fraturas. A: desenho esquemático. B: Imagem radiográfica de fios de cerclagem realizada em fratura de osso úmero de ave



Fonte: A: Martin e Ritchie (1994); B: Bennett e Kuzma (1992)

### 3.4.6 Placas Ósseas

As placas ortopédicas são pouco aplicadas em aves devido à estrutura óssea, que apresenta uma camada cortical delgada e pouco volume de tecido mole adjacente à maioria dos ossos. Outra dificuldade apresentada no uso desses materiais, está o alto custo e a maior complexidade da técnica cirúrgica (MARTIN & RITCHIE, 1999).

Além disso, deve-se avaliar a viabilidade do material em relação ao peso do animal. Atualmente, o indicado é que o indivíduo tenha, no mínimo, 350 g de peso corporal. Ossos rádio, carpometacarpos, tarsometatarsos, falanges,

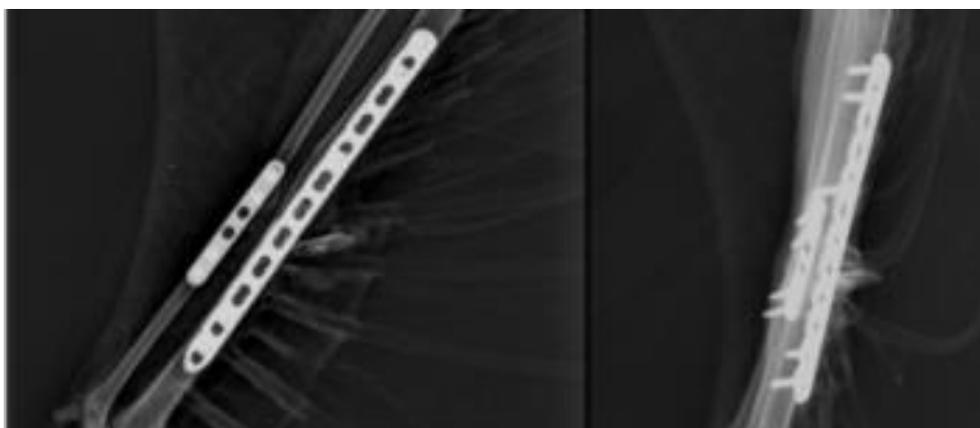
coracoide, entre outros, necessitam que o peso da ave seja superior, devido à pequena circunferência (DAVIDSON et al., 2005).

A vantagem ao fazer o uso de placas ósseas é a menor possibilidade de infecção no local, rápida resposta na formação do calo ósseo, fixação rígida, rápido retorno ao uso do membro e mínimo envolvimento articular. Algumas espécies de aves com alta habilidade no uso da ranfoteca, como membros da família Psittacidae, podem apresentar melhor resposta com uso da placa óssea pelo fato do material permanecer totalmente interno à pele, o que reduz a chance dos danos ou retirada do implante pela ave (DAO-BÓ, 2018; CARRASCO, 2019).

É contraindicado o uso da placa óssea em fraturas abertas e contaminadas pelo alto risco de osteomielite e, conseqüentemente, necrose tecidual. Esse fator deve ser avaliado assim que o animal é recebido pelo médico veterinário pois, independente da técnica escolhida, será um agravante na recuperação tecidual (JOHNSON, 2005).

Animais que retornarão para vida livre devem passar por novo procedimento para retirada da placa óssea. A soltura de aves com implantes permanentes pode dificultar o voo dos exemplares devido ao peso adicional, além de poder prejudicar outros animais que venham a predá-lo. É relatado também que a placa óssea pode gerar estímulo álgico no osso, bem como hipotermia local (SLUNSKY et al., 2018).

**Figura 9.** Imagens radiográficas da aplicação de placa óssea para redução de fratura em rádio e ulna de Gavião-caboclo (*Buteogallus meridionalis*)



Fonte: Dao-bó (2018)

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar da casuística de aves fraturadas, principalmente em membros locomotores, ser bastante elevada, ainda não há um consenso na escolha do melhor protocolo e melhor momento para realizar a abordagem cirúrgica. As diversas técnicas relatadas neste trabalho possuem aplicabilidade ampla e a sua escolha vai depender do tipo e local de fratura, com necessidade de uma correta avaliação inicial do exemplar a partir da anamnese e exames complementares, sobretudo os de imagem como a radiografia.

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas para adaptar e desenvolver biotecnologias e utilização de materiais que são rotina na medicina humana e de animais de companhia para as aves. Porém, a biologia e anatomia adaptadas ao voo fazem com que técnicas menos invasivas de reparação da descontinuidade óssea promovam uma recuperação mais rápida desses pacientes.

Deve-se pontuar que, além da técnica ortopédica eleita, outros fatores também são essenciais no sucesso do tratamento. A terapia de suporte e estabilização inicial das aves, juntamente com um protocolo anestésico e analgésico ideal, reduzem os efeitos deletérios causados por níveis elevados de estresse, que reduzem o bem-estar dos animais, aumentam a liberação de corticoides, causam imunossupressão, retardam a osteogênese e a formação do calo ósseo.

Adicionalmente, exemplares de vida livre representam um desafio ainda maior aos médicos veterinários por necessitarem de uma visão mais ampla de sua terapêutica. Essas aves geralmente se apresentam com altos níveis de estresse e a terapêutica deve ser direcionada à manutenção da capacidade de voo e retorno do exemplar à natureza o quanto antes.

#### **5. CONCLUSÃO**

O emprego de pino intramedular e fixadores externos ainda são as técnicas mais utilizadas em aves, por permitir rápida intervenção cirúrgica e mínima

manipulação dos tecidos adjacentes, fatores importantes para acelerar a recuperação do paciente.

O sucesso da terapia ortopédica em aves dependerá da espécie e origem do exemplar, viabilidade dos tecidos adjacentes, ausência de infecção no local e grau de invasividade da técnica eleita. Radiografias seriadas para acompanhamento da formação do calo ósseo e consolidação definitiva são importantes para acompanhar a evolução do quadro e determinar a alta hospitalar. A redução do estresse que o cativo exerce sobre as aves, sobretudo exemplares de vida livre, é importante para manter o bem-estar desses indivíduos e auxiliar na recuperação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACH, E.C.; COSTA, A.; LUNARDELI, B.; BALDNI, M.H.M.; OLESCOVICZ, N.; CASAGRANDE, R.A.; MORAES, A.N. Estudo retrospectivo da casuística de curicacas (*Theristicus caudatus*) recebidas pelo Projeto de Atendimento a Animais Selvagens do Planalto Catarinense no período de 2003-2014. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V.37, n.5, p. 551-515. 2017.

BAIER, D.B.; GATESY, S.M.; JENKINS, F.A. A critical ligamentous mechanism in the evolution of avian flight. **Nature**, v. 445, p. 307-310 2007.

BENNETT, R.A.; KUZMA, A.B. Fracture Management in Birds. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**. v. 23, n. 1, pp. 5-38. 1992.

BURDEAUX, R.R.; WADE, L. Successful management of open, contaminated metacarpal fractures in an adult snowy owl (*Bubo scandiacus*) with a minimal type II external skeletal fixator. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 32, n. 3, p. 210–216. 2018.

CARRASCO D.C; SHIMIZU N.S; FORBES N.A. Review and advances in avian orthopaedic surgery: part 1 — introduction. **Companion Animal**.; v.22, n.2, p.104–108. 2017.

CARRASCO, D. C.; SHIMIZU, N.; FORBES, N. A. Avian orthopaedic surgery part 2: assessment, options, conservative management. **Companion Animal**, v. 23, n. 2, p. 64–72. 2018.

CARRASCO, C.D. Fracture Management in Avian Species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v.22, n. 2, p. 223–238. 2019.

CHAVEZ, W.; ECHOLS, M.S. Bandaging, Endoscopy, and Surgery in the Emergency Avian Patient. **Veterinary Clinic North America: Exotic Animal Practice**. v. 2 n. 10, p. 419-436. 2007.

CHEROBINI, E.P.; CARVALHO, L.L.; GARCIA, D.O.; DIAS, F.G.G.; MALTA, C.A.S.; FACIN, A.C.; MATTOS-JUNIOR, E.; MAGALHÃES, G.M.; DIAS, L.G.G.G. Applicability of polyamide 12 intramedullary locked rods in the stabilization of induced humeral fracture in cockerels (white plymouth rock) - in vivo study. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**. n. 4, v. 69, p. 771-776. 2017.

CUEVA, L.O.B.; RAHAL, S.C.; MESQUITA, L.R.; MAMPRIM, M.J.; ALVES, A.C.T.; KANO, W.T.; FILHO, T.G.; MATSUBARA, L.M. considerações sobre fraturas em aves. **Revista Veterinária e Zootecnia**. n. 27. P. 1-11. 2020.

DAL-BO, I.S. et al. Osteossíntese de rádio e ulna em Gavião Caboclo (*Buteogallus meridionalis*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 38, n. 2, p. 335-339. 2018.

DASCALU, R.; SABAU, M.; PROTEASA, A.; SCHUSZLER, L.; SALA, A.; SERB, M.; IGNA, C. Contributions to the treatment of traumatic orthopedic disorders in birds. **Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine**. v. 59, n. 3, p. 2014.

DAVIDSON, J.R.; MITCHELL, M.A.; RAMIREZ, S. Plate Fixation of a Coracoid Fracture in a Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). **Journal of Avian Medicine and Surgery** v. 9, n. 4, p. 303–308. 2005.

DECAMP C.E; JOHNSTON S.A; DÉJARDIN L.M; SCHAEFER S.L. Fractures: Classification, Diagnosis, and Treatment. **Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair**. 5th edition. Elsevier. p. 24-152. 2008.

ESTAY-STANGE, A.; OIDOR-MÉNDEZ, A.; RAMÍREZ, J.S. Physiotherapy in tibiotarsal fracture rehabilitation in raptors. **Journal of Wildlife Rehabilitation**. v. 37, n. 3, p. 17-21. 2018.

JAISWAL, S, DUBEY, A, LAHIRI, A.D.; DAS, A.K. Biocompatibility and biodegradability evaluation of magnesium-based intramedullary bone implants in avian model. **Journal of Biomedical Materials Research. Part A**. 2020.

JANG J.; LEE M.; PARK Y.; KIM M.; YUN Y.; Surgical Repair of Proximal Humeral Fracture in Common Kestrel (*Falco tinnunculus*). **Journal of Veterinary Clinics**. v. 35, n. 2 p.46–9. 2018.

JOHNSON, A.L.; HOULTON, J.E.F.; VANNINI R. **AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat**. Alemanha. Publicado: Georg Thieme Verlag. 1. ed. 2005. 529 p.

KATOGIRITIS, A.; SABRINA L.; BARRY, N.F. Key Ring Fixator: A Novel External Fixation Technique for Avian Long Bone Stabilization. **Journal of Avian Medicine and Surgery**. v. 33, n. 2, p. 161-170. 2019.

KAYIKCI, C.; KUŞCU, Y.; DURMUŞ, A.; ASLAN, L. "Fractures and Treatment Methods in Wild Avians. **Van Veterinary Journal**. v. 30, n. 2, p. 115-119. 2019

KIM, T.; JEONG, H.-H.; CHOI, D.S.; KWON, Y.S. Successful Treatment of Ulna Fracture in a Small Raptor. **Journal of Veterinary Clinics**. v. 35, n. 6, p. 266–268. 2018.

LIMA, D.B.C. et al. Técnica de Doyle na correção de fratura completa em úmero de tucano (*Ramphastos toco*): relato de caso. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 66, n. 6, p. 1676-1680. 2014.

MACCOY, D.M.; HASCHEK, W.M. Healing of transverse humeral fractures in pigeons treated with ethylene oxide-sterilized, dry-stored, onlay cortical xenografts and allografts. **American Journal of Veterinary Research**. v. 49, n. 1, p. 106-11. 1988.

MATHEWS, K.V et al. Avian fracture healing following stabilization with intramedullary polyglycolic acid rods and cyanoacrylate adhesive vs. polypropylene rods and polymethylmethacrylate. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**. v. 158, n. 7, p.27-38. 1999.

MARTIN H.; RITCHIE B.W. Orthopedic surgical techniques. p. 1137-1171: RITCHIE BW, HARRISON GJ, HARRISON LR. Lake Worth :Wingers Pub. 1. ed. **Avian medicine: principles and application**. 1999. 1384 p.

NAZHVANI, S.D.; ETEMADI, S.; MOHAMMADI, M. Humeral fracture treatment in pigeons by bone pins made from ovine and canine bones. **Heliyon**. v.5, i. 11. 2019.

OROSZ, S.E. Clinical considerations of the thoracic limb. **Veterinary clinics of North America: exotic animal practice**. v. 5, n. 1, p.31-48. 2002.

OROSZ S.E; ENSLEY P.K; HAYNES C.J. **Avian surgical anatomy thoracic and pelvic limbs**. 1. ed, Philadelphia: WB Saunders; 1992. 83 p.

POLLOCK, C. Postoperative management of the exotic animal patient. **Veterinary clinics of north america: exotic animal practice** v 5, n. 1, p.183-212. 2002.

RINKEVICH, B; BEN-YAKIR, S. Regeneration of Amputated Avian Bone by a Coral Skeletal Implant. **Biological Bulletin**. v. 197, n. 1, p. 11-13. 1999.

RODEWALD, A.D; GEHRT, S.D. Wildlife Population Dynamics in Urban Landscapes. **Springer Science+Business Media, Urban Wildlife Conservation: Theory and Practice**. v.1, n.8, p.117-147 .2014.

RUI, L.A.; VIANA, D.C; DORA, A.B.; FRATINI, P. External fixation to correct tarsal-metatarsal fracture in rock pigeon (*Columba livia*). **Revista Ceres**. v. 64, n. 1, p. 25-30. 2017.

SLUNSKY, P.; HALTER, L.; FLORCZAK, S.; HAAKE, A.; BRUNNBERG, L.; MÜLLER, K. Repair of a femoral fracture in a congo african grey parrot (*psittacus erithacus erithacus*) with a paracortical-clamp-cerclage technique. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**. V.48 n.4, p.1204-1209. 2017.

SANTOS, G.C et al. Doenças de aves selvagens diagnosticadas na Universidade Federal do Paraná (2003-2007). **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V.28, n.11, p. 565-570. 2008.

SLUNSKY, P; WEISS, J; HAAKE, A; SHAHID, M; BRUNNBERG, L; MÜLLER, K. Repair of a tibiotarsal fracture in a pomeranian goose (*Anser anser*) With a Locking Plate. **Journal of Avian Medicine and Surgery**. v.32 n.1, p.50-56. 2018.

TULLY, T.N. Basic avian bone growth and healing. **veterinary clinics of north america: exotic animal practice**, vol. 5, no. 1, p.23-30. 2002.

VASIU, I.; OBER, C.; MUREȘAN, C.; LĂCĂTUȘ, R.; OANA, L.; DAȚBROWSKI, R.; PEȘTEAN, C. Retrograde long bone intramedullary pinning in wing fractures of the common buzzard (*Buteo buteo*). **Medycyna Weterynaryjna.**, v. 76, n.10, p.597-601. 2020.

VETTER H.R; SEGOVIA, G.P. descripción de caso: fractura multiple en humero y ulna en un gavilan de patas largas (*geranospiza caerulescens*) resuelta mediante la utilizacion de clavo de steinmann n°2 y vendaje inmovilizador. **Compendio de ciencias veterinarias**. v.8, n.2, p.44-48. 2018.

WANDER, K.W.; SCHWARZ, P.D.; JAMES, S.P.; POWERS, B.E.; TAYLOR, B.; WIMSATT, J.H. Fracture Healing After Stabilization With Intramedullary Xenograft Cortical Bone Pins: A Study in Pigeons. **Veterinary Surgery**. vol.29, p.237-244, 2000.

WRIGHT, L.; MANS, C.; OLSEN, G.; DOSS, G.; AMENE, E. W.; BRITSCH, G.; HEATLEY, J. *Retrospective Evaluation of Tibiotarsal Fractures Treated With Tape Splints in Birds: 86 Cases (2006–2015)*. **Journal of Avian Medicine and Surgery**. v. 32 n. 3, p. 205–209. 2018. doi:10.1647/2016-2241