

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE MEDICINA
VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

PRINCÍPIOS BÁSICOS DA FIXAÇÃO INTERNA DE FRATURAS EM
EQUINOS

KARINA CALIXTO DE ALMEIDA

Botucatu-SP

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE MEDICINA
VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**PRINCÍPIOS BÁSICOS DA FIXAÇÃO INTERNA DE FRATURAS EM
EQUINOS**

KARINA CALIXTO DE ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Programa de Graduação em Medicina Veterinária para obtenção do grau de Médico Veterinário.

Orientador: Prof. Titular Carlos Alberto Hussni

Coordenador de estágios: Prof. Assoc. José Paes de Oliveria Filho

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Almeida, Karina Calixto de.

Princípios básicos da fixação interna de fraturas em equinos / Karina Calixto de Almeida. - Botucatu, 2023

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Carlos Alberto Hussni
Capes: 50501070

1. Cavalos. 2. Fraturas. 3. Ossos. 4. Parafusos. 5. Placas.

Palavras-chave: Cavalos; Fraturas; Ossos; Parafusos; Placas.

RESUMO

Os ossos são estruturas orgânicas dotadas de grande capacidade de modelação e remodelação de acordo com os estímulos que recebem. Como todos os tecidos orgânicos, estão sujeitos a ações de forças externas, que podem ser superiores à capacidade fisiológica, o que resulta em colapsos. Os equinos são animais que, ao longo da história, sempre representaram uma importância econômica, seja como meio de trabalho ou mesmo com finalidade esportiva e de entretenimento. Da mesma forma como qualquer outro ser dotado de estrutura óssea, também está sujeito a fraturas, porém com o desafio de serem animais de grande porte, com estatura e peso corporal elevado, além de características comportamentais que tornam dificultosos os métodos de fixação de fraturas e o manejo pós-operatório. Nesse sentido, o uso da fixação interna, da mesma forma como em outras espécies, tem a finalidade de promover o retorno precoce da função do membro lesionado e, por conseguinte, levando-se em consideração o prognóstico de cada tipo de fratura e função do animal, à atividade que antes desempenhava.

Palavras-chaves: equinos; fraturas; ossos; placas; parafusos.

ABSTRACT

Bones are organic structures endowed with a great capacity for modeling and remodeling according to the stimuli they receive. Like all organic tissues, they are subject to the actions of external forces, which may exceed their physiological capacity, resulting in collapses. Horses are animals that, throughout history, have always represented an economic importance, whether as a means of work or even for sporting and entertainment purposes. In the same way as any other being endowed with bone structure, it is also subject to fractures, but with the challenge of being large animals, with high stature and body weight, in addition to behavioral characteristics that make the methods of fracture fixation and postoperative management. In this sense, the use of internal fixation, in the same way as in other species, aims to promote the early return of the function of the injured limb and, therefore, taking into account the prognosis of each type of fracture and function of the limb. animal, to the activity it previously performed.

Key-words: horses, fractures, bones, plates, screws.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
<i>ABSTRACT</i>	2
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Tecido ósseo.....	3
2.1.1. Tipos de tecidos ósseos.....	5
2.1.2. Classificação histológica dos ossos	5
2.1.3. Histologia da formação óssea	6
2.2. Comportamento biomecânico do osso	7
2.3. Tipos de fraturas	10
2.4. Princípios básicos do uso dos dispositivos de fixação interna	10
2.5. Implantes	10
2.5.1. Parafusos	10
2.5.2. Placas ósseas.....	12
2.5.2.1. Tipos de placas.....	13
3. CONCLUSÃO.....	14
4. Bibliografia.....	15

1. INTRODUÇÃO

Fraturas podem ocorrer em todos os tipos de ossos e em animais de todas as idades. Em comparação com pequenos animais, ruminantes e humanos, nos cavalos, a reparação da fratura ocorre de forma mais lenta (AUER e STICK, 2006), assim sendo vantajosa a aplicação de técnicas que favoreçam o rápido retorno do animal às atividades anteriormente desempenhadas. É com esse objetivo que métodos, como de fixação interna, já usadas amplamente em pequenos animais e seres humanos, ganharam espaço na medicina equina, constituindo um procedimento que visa a reparação mais rápida de certas fraturas.

A despeito de serem uma estrutura rígida e, portanto, com a falsa impressão de “estáveis”, os ossos estão em constante remodelação, obedecendo a estímulos externos e internos, relacionados às pressões evolutivas e mesmo a ações ambientais a curto prazo, as quais podem interferir de modo destrutivo, como quando ocorre o colapso, assim originando as fraturas.

Os ossos podem ser longos, curtos, planos, pneumáticos ou irregulares, refletindo interações genéticas, nutricionais, mecânicas (KÖNIG e LIEBICH, 2016) e mesmo a função que o animal realiza. Como exemplo, pode-se apontar as raças de cavalos de corrida, selecionadas geneticamente ao longo dos anos para desempenharem a performance desejada (GOODSHIP e SMITH, 2007).

Ossos longos caracterizam-se pela subdivisão em regiões distintas, como epífise, metáfise e diáfise. São formados por uma região cortical, mais rígida, e uma mais interna constituída de osso esponjoso, a qual é preenchida por pequenos vasos sanguíneos e células que formam a medula óssea vermelha (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013). Há a epífise proximal e a epífise distal, recobertas por uma fina camada de osso cortical, e que, logo abaixo, são preenchidas por osso esponjoso (KÖNIG e LIEBICH, 2016).

As interações genéticas ao longo do processo evolutivo permitiram que o tecido ósseo fosse constituído por uma matriz extracelular mineralizada e por

células como os osteoblastos, osteoclastos e osteócitos, os quais, juntos, realizam o processo de constante remodelação e reparação óssea que depende da ação de células osteoprogenitoras presentes no endóstio e perióstio (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

No que se refere à formação dos ossos, podem ocorrer por meio de ossificação endocondral, quando é formado a partir de um molde de cartilagem hialina, ou intramembranosa, a partir de uma membrana conjuntiva (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Quando em desenvolvimento inicial, é formado por um tecido ósseo primário, que vai ser substituído pelo secundário, ou lamelar, o mais abundante nos adultos. No primeiro caso, o tecido apresenta fibras colágenas dispostas em várias direções aleatórias, enquanto no desenvolvimento secundário, as fibras dispõem-se em um padrão lamelar, podendo estar organizadas de forma concêntrica, inclusive ao redor de vasos sanguíneos, formando os canais de Havers ou ósteons (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Durante o processo de reparação de fraturas, duas características são essenciais: a presença de células mesenquimais e a proliferação das células precursoras de osteoblastos. Caso não ocorra movimento entre as bordas das fraturas, e haja uma pequena fenda que as separa, a reparação será primária - cicatrização primária -, assim formando-se osso lamelar diretamente sobre a fenda. Já no caso da cicatrização secundária, inicialmente forma-se um calo ósseo de tecido fibroso, o qual será substituído por tecido mineralizado (KÖNIG e LIEBICH, 2016).

Quanto às fraturas, podem ser do tipo transversa, oblíqua, em espiral, cominutiva redutível e cominutiva irredutível, além das fisárias, classificadas por meio do sistema Salter Harris (FOSSUM, 2014). Todas resultantes de princípios biomecânicos aplicados aos ossos, como forças de tração, torção, flexão, compressão e cisalhamento, além de características intrínsecas dos ossos aos quais as cargas são aplicadas (NIXON, 2020).

Com a finalidade de atingir a meta de retorno precoce do osso fraturado à função, bem como manutenção das condições fisiológicas dos tecidos

moles ao redor da fratura (AUER e STICK, 2006), são usadas as técnicas de fixação interna. Isso é feito por meio de parafusos e placas, além dos fios de cerclagem, os quais podem estar em conjunto com os outros dispositivos.

Existem diversos modelos de parafusos e placas, cada qual associado a uma técnica e finalidades distintas de reparação das fraturas. No caso das placas, podem apresentar função compressiva, de neutralização ou mesmo de ponte/apoio (FOSSUM, 2014), na dependência, além das próprias características da placa, do tipo de parafuso em associação.

Em relação aos parafusos, quando usados isoladamente, podem desempenhar funções compressivas e de aposição, a depender da técnica de inserção nos ossos e mesmo de propriedades como passo, comprimento do eixo, comprimento da rosca e comprimento total do parafuso (NIXON, 2020).

Há outros métodos de fixação interna, como fios de cerclagem, que podem ser usados em conjunto com parafusos para correção de deformidades angulares dos membros, e mesmo a combinação dessa técnica com a resina, em fraturas mandibulares.

De forma geral, o tipo de fratura, os danos aos tecidos periféricos, como suprimento sanguíneo, além da contaminação do foco de fratura, e os recursos e técnicas disponíveis, juntamente como o valor econômico e função atlética do equino serão determinantes para a escolha mais adequada da reparação do tecido ósseo lesionado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Tecido ósseo

O osso é formado por um tecido conjuntivo especializado composto por células responsáveis pelo constante remodelamento ósseo e cuja matriz extracelular é majoritariamente mineralizada.

A porção inorgânica da matriz extracelular é principalmente formada por cálcio e fósforo, que estão presentes na forma de cristais de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Já a porção orgânica é formada por fibras de colágeno tipo I, proteoglicanos e glicoproteínas os quais, em conjunto com a porção inorgânica do tecido, conferem resistência ao osso.

Além disso, o tecido ósseo abriga as células que, em conjunto, são responsáveis pela formação do osso. São elas os osteoblastos, osteoclastos e osteócitos.

Os osteoblastos são responsáveis pela síntese da parte orgânica do osso - colágeno tipo I, proteoglicanos e glicoproteínas -, além de produzirem fatores químicos, como a osteonectina e osteocalcina, que atuarão em osteoblastos distantes. São capazes de concentrar cálcio e fósforo para a composição da porção inorgânica e apresentam-se dispostas lado a lado, similarmente a um tecido epitelial. Quando os osteoblastos sintetizam a parte inorgânica, acabam ficando aprisionados e passam a se chamar osteócitos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Os osteócitos são células que apresentam diversas projeções citoplasmáticas na forma de canalículos que se comunicam com outros osteócitos para a troca de íons e nutrientes. Por mais que apresentem reduzida capacidade sintética, são indispensáveis para a manutenção da matriz extracelular e a morte dessas células significa a formação de lacunas dentro dessa matriz (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Já os osteoclastos são células de tamanho avantajado, multinucleadas e móveis. Sendo responsáveis pela absorção óssea e encontradas nos locais de reabsorção do osso, onde formam dilatações junto à matriz óssea, constituindo uma estrutura denominada de Lacunas de Howship.

Além das células mencionadas e os demais componentes da matriz óssea, é importante destacar que os ossos são revestidos externamente pelo perióstio e, internamente, pelo endóstio. O perióstio é constituído principalmente por fibroblastos e fibras colágenas, que emitem projeções para o interior do tecido ósseo, recebendo o nome de Fibras de Sharpey e contribuem com a fixação do perióstio ao osso (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

2.1.1. Tipos de tecidos ósseos

Há dois tipos: compacto e esponjoso.

Os ossos compactos são os presentes nas regiões corticais dos ossos longos, enquanto o seu interior é “oco” e a profundidade preenchida por tecido ósseo esponjoso.

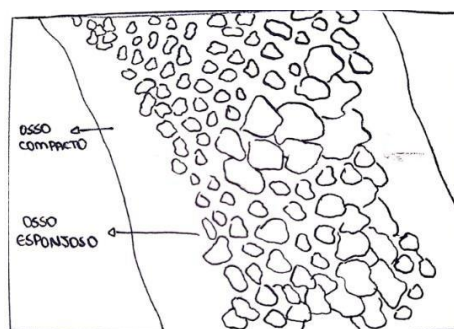


Figura 1- Esquema mostrando osso compacto e osso esponjoso.

Já os ossos esponjosos são aqueles com cavidades intercomunicantes. Na superfície são formados por estrutura mais densa (osso cortical) e no interior, pelas trabéculas ósseas, que assemelham a uma “esponja”. Estão presentes, principalmente, nos ossos chatos e regiões epifisárias dos ossos longos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

2.1.2. Classificação histológica dos ossos

São classificados em ossos primários e secundários, ou lamelares.

Ambos são compostos pelos mesmos constituintes, porém em proporções distintas.

O osso primário é o primeiro tipo de osso formado. Nele, a disposição das fibras colágenas ocorre de forma desorganizada, em direções aleatórias, havendo menor quantidade de material inorgânico e uma maior proporção de osteócitos. É principalmente notado na fase embrionária e de reparação óssea, mas também na fase adulta nas regiões de sutura óssea, osso alveolar e certas regiões de inserção de tendões.

No caso do tecido ósseo secundário, é principalmente encontrado no adulto. As fibras colágenas são dispostas em lamelas e apresentam uma matriz óssea proporcionalmente mais mineralizada em relação aos ossos primários. A principal característica é a disposição do colágeno em lamelas, podendo ser depositado sobre o osso de forma concêntrica em torno de vasos sanguíneos, formando os canais de Havers (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

2.1.3. Histologia da formação óssea

Os ossos podem ser formados por meio de ossificação intramembranosa ou endocondral.

Na ossificação intramembranosa, o que se observa é a formação a partir de uma membrana conjuntiva, em um local que recebe a denominação de centro de ossificação primária. Nesse centro de ossificação, células mesenquimais são diferenciadas em osteoblastos, que passam a sintetizar uma matriz ainda não mineralizada (osteóide), mas que logo se mineraliza. Os osteoblastos ficam presos na matriz mineralizada formando os osteócitos. Como há vários desses centros de mineralização sendo formados ao mesmo tempo, acabam confluindo e formando a estrutura que origina o osso esponjoso. Os vasos sanguíneos acabam preenchendo as lacunas dos ossos esponjosos e carregam consigo células mesenquimais que vão dar origem à produção de componentes da medula óssea (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Os ossos frontais, parietais, parte dos temporais, maxila, mandíbula e osso occipital são resultados da ossificação intramembranosa, a qual também contribui para o crescimento dos ossos curtos e o espessamento dos ossos longos.

Já a ossificação endocondral é aquela que parte de um molde cartilaginoso, sendo a principal responsável pela formação dos ossos curtos e longos.

Há duas etapas na formação dos ossos endocondrais. A primeira consiste na modificação da cartilagem hialina, ou seja, os condrócitos sofrem modificações, tornando-se hipertrofiados, e a matriz extracelular se retrai, dando origem a finos tabiques, que logo em seguida são mineralizados. Os condrócitos,

que antes estavam com tamanho aumentado, morrem por apoptose, deixando espaços na estrutura, que são contornados por tabiques mineralizados (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Em continuidade ao processo de ossificação endocondral, tem-se a segunda etapa, que consiste no preenchimento dos espaços, antes ocupados por condrócitos, por vasos sanguíneos, que carregam células osteogênicas para os locais de lacunas (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

As células osteogênicas sofrem diferenciação em osteoblastos, que secretam a matriz extracelular sobre os tabiques de cartilagem calcificada, resultando na formação do tecido ósseo onde anteriormente era ocupado por tecido cartilaginoso. É importante ressaltar que os tabiques de cartilagem servem apenas como pontos de ancoragem para o processo de ossificação (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

É possível notar, na formação dos ossos longos, que o primeiro tecido ósseo a se formar é oriundo de ossificação intramembranosa, o qual vai ocupar a região média da diáfise, dando origem a um “colarinho” ósseo. Concomitantemente, os condrócitos da região hipertrofiam, a matriz cartilaginosa é reduzida a tabiques cartilagosos e há a invasão de vasos sanguíneos da região periosteal em direção ao centro do osso em formação. Células osteogênicas, carregadas pelo sangue, modificam-se em osteoblastos, dando continuidade a todo o processo de ossificação endocondral (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

A porção média da diáfise é o centro de ossificação primário, enquanto o centro de ossificação secundário ocorre nas epífises. Os discos epifisários são um dos locais onde se restringem a cartilagem, bem como nas articulações.

2.2. Comportamento biomecânico do osso

Segundo Nixon (2020), as propriedades mais importantes do osso são a força e a rigidez. Tais características podem ser melhores analisadas quando é aplicada uma força externa sobre o osso e é observado o comportamento da estrutura (figura 2).

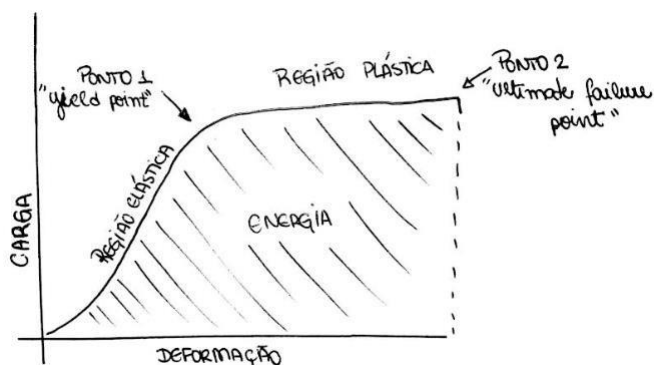


Figura 2 - Esquema da representação Carga x Deformação resultante da atuação de forças sobre o osso.

Na figura 2 nota-se a presença de uma região elástica e outra plástica. A região elástica compreende a porção no gráfico onde a carga externa pode ser aplicada ao osso de tal forma que, ao serem retiradas as forças (carga), o osso é capaz de voltar ao normal. Já na região plástica, uma menor carga já é capaz de produzir mais deformação e, após as forças deixarem de ser aplicadas, o osso não volta à mesma configuração anterior (NIXON, 2020).

Observando a figura 2, vê-se que *Yield point* é definido como o ponto onde, a partir deste momento, o osso não volta ao normal quando são aplicadas cargas externas.

Na região plástica, se a carga aumenta progressivamente, haverá um momento em que o osso colapsa, representado pelo *Ultimate failure point* (NIXON, 2020).

De acordo com Nixon (2020), há três parâmetros que determinam a força da estrutura e podem ser extraídos do gráfico: a carga que a estrutura comporta antes de colapsar; a deformação que a estrutura suporta antes do colapso e a energia que pode ser armazenada antes da falha. Juntos, esses três parâmetros mostram a dureza da estrutura.

A energia armazenada corresponde à área do gráfico abaixo da curva de cada região e está associada à tenacidade, que é dividida em energia elástica e energia plástica (NIXON, 2020).

A tenacidade é um conceito importante porque corresponde à energia que o osso suporta antes de fraturar, o que vai de encontro ao tipo de fratura, ou seja,

determina o grau de cominuição e o dano aos tecidos moles, o qual é secundário à energia liberada durante a ocorrência da fratura (NIXON, 2020).

Quanto às propriedades mecânicas, nota-se que o osso cortical é mais rígido em relação ao osso esponjoso, porém com uma capacidade menor de absorver energia antes de colapsar. Sendo assim, tende a ser uma estrutura mais frágil, portanto sustentando menos carga antes de fraturar.

Segundo Nixon (2020), as respostas biomecânicas do osso são diferentes para cada força que atua sobre ele e depende de fatores como a estrutura, geometria óssea, tipo da carga aplicada (tração/ torção), frequência dessa aplicação (única ou constante) e quantidade da carga. O tecido ósseo consegue suportar uma maior quantidade de carga, antes da falha, e armazenar uma maior quantidade de energia quanto mais rápida ocorre a aplicação da força, explicando o motivo da incidência menor de fraturas cominutivas em cavalos que treinam em velocidades mais baixas em comparação com os que treinam em alta velocidade. A força aplicada a uma velocidade elevada permite um maior armazenamento de energia e, conseqüentemente, maior dispersão dessa energia aos tecidos adjacentes à fratura (NIXON, 2020).

Durante atividades cotidianas, as forças são aplicadas em diversas direções e com intensidades diferentes, provocando tração, cisalhamento, compressão, flexão, torção ou mais de uma combinação diferente.

A tração compreende forças aplicadas ao mesmo tempo, só que em sentidos opostos. Portanto, quando submetido a esse tipo de força, o osso tende a alongar-se e estreitar-se, produzindo uma linha de fratura transversal (NIXON, 2020).

A compressão resulta de vetores de forças de mesma intensidade que convergem para um mesmo ponto, causando achatamento e alargamento. Esse tipo de ação das forças resulta, na maioria das vezes, em fraturas na região distal de úmero e fêmur (NIXON, 2020).

Flexão resulta de duas forças diferentes atuando sobre o osso: compressão e tração, porém atuando em lados opostos de um mesmo osso. Causa um tipo de fratura com fragmento *butterfly*.

A torção ocorre quando uma carga é aplicada de forma que faça o osso rotacionar sobre o próprio eixo e a fratura formada geralmente é em forma espiral.

2.3. Tipos de fraturas

As fraturas podem ser do tipo transversa, oblíqua, espiral, cominutiva redutível e cominutiva irreduzível, além das fraturas fisárias, que são classificadas de acordo com o sistema de Salter Harris, baseadas conforme a apresentação radiográfica em relação à localização da linha de fratura (FOSSUM, 2014).

2.4. Princípios básicos do uso dos dispositivos de fixação interna

A fixação interna surgiu com a finalidade de permitir o retorno precoce do membro fraturado à função, bem como reestabelecer precocemente o uso das articulações e a manutenção das condições fisiológicas dos tecidos moles ao redor da fratura (AUER & STICK, 2006). A meta é atingida por meio da redução anatômica da fratura associada à fixação interna, a qual faz uso de diversos dispositivos, cada qual desempenhando uma finalidade específica.

Caso o realinhamento ósseo seja inadequado, pode originar uma superfície articular irregular, predispondo a complicações, como a osteoartrite, pseudoartrose, além de outras alterações que retardam ou mesmo impedem a consolidação óssea e, por conseguinte, o retorno precoce da função do membro.

2.5. Implantes

2.5.1. Parafusos

Os parafusos são um instrumento de fixação óssea que pode ser usado nas fraturas com diversas finalidades, dentre elas a compressiva, de posição e associado a placas (FOSSUM, 2014). Essas funções estão relacionadas a

características como o passo, comprimento do eixo, comprimento da rosca e comprimento total do parafuso. Tais atributos estruturais classificam os parafusos em corticais, esponjosos, canulados e parafusos bloqueados.

Os parafusos corticais são os que possuem rosca em toda a sua extensão e podem ser usados com função de posição e mesmo de compressão interfragmentar, quando é feita uma superfície deslizante na região *cis* do osso e outra de rosqueamento, na porção *trans* (BRAMLAGE & RICHARDSON, *et al.*, 1999).

Parafusos esponjosos são aqueles cujo diâmetro interno é menor quando comparado ao diâmetro da rosca, e o passo da rosca é maior em relação aos parafusos corticais (AUER & STICK, 2006). Quando apresentam roscas em apenas uma região do comprimento, são usados com a finalidade de compressão interfragmentar e apenas em ossos esponjosos (BRAMLAGE & RICHARDSON, *et al.*, 1999).

Parafusos “bloqueados” são os que apresentam roscas também na região da cabeça, podendo ser fixados no orifício de placas ósseas específicas e, com isso, resistir ao aumento dos momentos fletores e às forças de cisalhamento induzidas por um fixador (AUER & STICK, 2006).

Há também os parafusos auto rosqueantes, contendo uma superfície de corte na extremidade, e os canulados, que são semelhantes aos parafusos esponjosos, mas apresentando um canal central, por onde pode ser passado um fio-guia (AUER & STICK, 2006).

A fim de que o parafuso cortical realize a função compressiva, é necessário que a região *cis* do córtex do osso seja perfurada com uma broca de mesmo tamanho do diâmetro externo da rosca do parafuso, assim formando uma superfície chamada de deslizante; enquanto a região *trans* deve ser perfurada com uma broca de diâmetro igual ao diâmetro interno do parafuso, originando a superfície rosqueante. Conforme o parafuso vai sendo apertado, ocorre a compressão interfragmentar (AUER & STICK, 2006).

No caso da função de posição, os parafusos são colocados permitindo que as roscas fiquem localizadas tanto no córtex *cis* quanto no córtex *trans* (AUER & STICK, 2006). Devem adentrar o osso de modo que permaneçam paralelos à linha de fratura (BRAMLAGE & RICHARDSON, *et al.*, 1999). Nesse sentido, se uma fratura é em espiral, deve-se colocar os parafusos de forma a acompanharem o desenho da espiral (BRAMLAGE & RICHARDSON, *et al.*, 1999).

2.5.2. Placas ósseas

Quando se usam as placas ósseas, há diversos fatores que são considerados para resultar em fixação, incluindo as propriedades dos ossos, interface entre parafuso-osso, número de parafusos, forças aplicadas, material dos parafusos, interface placa-osso e a colocação da placa, que vai interferir na distribuição das forças entre o osso e a placa (NIXON, 2020).

No caso das propriedades ósseas, se o osso que está junto com a placa é pouco resistente, a carga atuante sobre o conjunto vai ser desigual e a placa pode colapsar (NIXON, 2020).

As cargas podem ser distribuídas entre o osso e a placa por meio dos parafusos e do contato que se estabelece entre o implante e o tecido ósseo.

Placas com função compressiva são usadas quando a configuração dos orifícios permite a colocação do parafuso de forma excêntrica para que, ao ser rosqueado, seja aplicado o princípio do deslizamento esférico, no qual a forma cônica da cabeça do parafuso é representativa da “bola”. A função compressiva só é atingida quando a fratura for transversa ou oblíqua curta (FOSSUM, 2014).

Na função de neutralização, o objetivo é manter os fragmentos em uma posição estável, contribuindo com a diminuição das forças de tensão, flexão, compressão e rotação, porém sem promover compressão interfragmentária. Sendo recomendado no caso de fraturas com mais de um fragmento passível de ser reduzido ou quando as fraturas são oblíquas longas (FOSSUM, 2014).

As placas são usadas como ponte/ apoio quando há multi fragmentos (cominutivas). Nesse caso, a intenção é apenas conferir sustentação para a

reparação óssea e impedir a ação das forças externas sobre a cominuição. Logo no pós-operatório, é a placa, juntamente com os parafusos, que vai fornecer toda a sustentação às cargas aplicadas na fratura. Portanto, trata-se do implante com maior facilidade para colapsar (FOSSUM, 2014).

Quanto ao princípio de aplicação, é preciso levar em conta o comportamento biomecânico da fratura. Por exemplo, na hipótese de uma fratura simples transversa, devido às cargas axiais atuantes, haverá uma região de tração e outra de compressão. Quando o animal caminha, a placa estará sujeita a ciclos de compressão e de tração (NIXON, 2020). Caso a placa, nesse exemplo de fratura, seja colocada na face do osso onde predomina a força de compressão, o implante torna-se menos resistente e pode colapsar. Portanto, a placa deve ser colocada na face convexa da fratura, pois vai transformar as forças de tração em compressivas (BRAMLAGE & RICHARDSON, *et al.*, 1999).

2.5.2.1. Tipos de placas

Diversos tipos de placas são possíveis de serem usados na fixação interna. A mais usada em cavalos continua sendo a DCP (*dynamic compression plate*) - placa de compressão dinâmica -, a qual é produzida em aço inox (BRAMLAGE & RICHARDSON, *et al.*, 1999).

Na DCP, os orifícios foram projetados para produzir uma compressão dinâmica enquanto o parafuso é rosqueado sobre o osso como já dito anteriormente. A DCP está sendo substituída pela LC-DCP (placa de compressão dinâmica de mínimo contato). Em humanos, há estudos comprovando que as placas de compressão dinâmica levam à osteoporose na face de contato com o osso, porém isso não é observado em equinos. Além disso, a DCP, devido à configuração dos furos, fornece menos resistência. No caso dos equinos, essa característica foi minimizada pela colocação de parafusos ao longo de toda a placa (AUER & STICK, 2006).

Já a LC- DCP, contém, ao longo de toda a sua estrutura, a mesma quantidade de material - proporcionado pela retirada de peças de metal em forma de meia-lua da parte inferior da placa - levando a uma disposição intercalada dos orifícios. No caso dos humanos, esse tipo de placa proporcionou redução da formação de osteoporose, uma vez que reduziu o dano ao suprimento sanguíneo na região de perióstio. Também, os sulcos em meia-lua permitem a formação de lamelas ósseas mais curtas, porém mais resistentes, além de não permitir que o osso cresça sobre a placa (AUER & STICK, 2006).

A placa bloqueada, por sua vez, funciona com o mesmo princípio do fixador externo, porém colocado internamente. Tanto o orifício da placa quanto a cabeça do parafuso são rosqueados, permitindo o “bloqueio” das estruturas. Como os parafusos permanecem sempre fixos na placa, se houver um afrouxamento dos parafusos em relação ao osso, ainda assim a placa permanece fixa no mesmo lugar. Como vantagens, no cavalo, pode-se citar a possibilidade de uma fixação estável em fraturas simples e complexas quando comparado ao uso da DCP para as mesmas finalidades, além do uso de técnicas menos invasivas, como nas osteossínteses minimamente invasivas (NIXON, 2020).

Apesar de serem consideradas como o padrão ouro na fixação interna de fraturas de ossos longos em equinos, ainda assim as placas bloqueadas são usadas com pouca frequência nos hospitais veterinários do Brasil (SOUZA & NÓBREGA, *et al.*, 2020).

3. CONCLUSÃO

Todos os tipos de ossos estão sujeitos a combinações diferentes de vetores de forças externas e, portanto, suscetíveis ao colapso. Nos equinos, a imobilização das fraturas e osteossíntese tornam-se desafiadoras à medida em que é necessário considerar não apenas os aspectos da fratura, mas também o porte do animal, comportamento, e os implantes adequados disponíveis no hospital, custos do tratamento e a função que o paciente desempenha.

Nesse sentido, as imobilizações internas, ao levarem em consideração os aspectos mecânicos e biológicos dos ossos, surgiram com o propósito de permitir um retorno precoce do movimento da estrutura fraturada, assim permitindo aos animais retornar o quanto antes às atividades previamente desempenhadas.

4. BIBLIOGRAFIA

AUER, J. A.; STICK, J. A. **Equine Surgery**. 3ed. ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, v. único, 2006.

BRAMLAGE, L. R. et al. **AO Principles of Equine Osteosynthesis**. Germany: Thieme, 1999.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de Pequenos Animais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, v. único, 2014.

GOODSHIP, A. E.; SMITH, R. K. W. Skeletal physiology: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; , R. J. G.; KANEPS, A. J. **Equine Exercise Physiology**. 1. ed. [S.l.]: Saunders Ltd, v. único, 2007. Cap. chapter 2.2, p. 476.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 13. ed. Rio de Janeiro - RJ: Guanabara Koogan LTDA, v. Único, 2013.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. **Anatomia dos Animais Domésticos: texto e atlas colorido**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, v. único, 2016.

NIXON, A. J. **Equine Fracture Repair**. 2. ed. [S.l.]: WB Saunders, v. único, 2020.

SOUZA, A. F. et al. Cirurgia ortopédica em equinos no Brasil: Evolução e estudo retrospectivo dos. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, SP, 01 jun. 2020. 98-108.