

ANATOMIA ÓSSEA E ASPECTOS HISTOFISIOLÓGICOS DO TECIDO ÓSSEO: REVISÃO DE LITERATURA

Luanda Camilo Portela^{1*}, Anna Maria Fernandes da Luz¹, Fábio Luis de Oliveira Maciel¹, Kamille Machado Oliveira¹, Higor da Silva Ferreira², Adriana Raquel de Almeida da Anunciação³.

¹Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Estadual do Maranhão - Uema – São Luís/MA – Brasil – *Contato: luandacamil@gmail.com

²Discente de Pós-doutorado em Ciência Animal – Universidade Estadual do Maranhão - Uema – São Luís/MA – Brasil

³Docente em Medicina Veterinária – Universidade Estadual do Maranhão - Uema – São Luís/MA – Brasil

INTRODUÇÃO

O osso é formado por um tecido conjuntivo especializado que, semelhantemente a outros tecidos conjuntivos, é um agregado de células e matriz extracelular, porém com sua matriz mineralizada⁸, e devido à essa grande quantidade de conteúdo mineralizado, os ossos não sofrem modificações *post-mortem*⁵. O sistema esquelético é formado durante o desenvolvimento embrionário, sendo desenvolvido a partir da lâmina mesodérmica que dará origem aos condroblastos e os osteoblastos; estas células são responsáveis pela produção da matriz das fibras de colágeno e óssea e consequentemente a formação do tecido cartilaginoso e do tecido ósseo⁵. O tecido ósseo é caracterizado como uma estrutura de sustentação para o organismo, e é considerado o principal componente do sistema esquelético devido à funções de: suporte para os tecidos moles, proteção para os órgãos vitais, armazenamento e liberação de íons (cálcio, fósforo, magnésio e outros), capacidade de absorção de toxinas e metais pesados, abrigar a medula óssea favorecendo a hematopoiese e, possibilitar a realização de contrações nos músculos esqueléticos, devido a inserção e a fixação desses músculos^{4,10}. Sendo assim, nesta revisão foi priorizado relatar os principais aspectos histofisiológicos do tecido ósseo e a anatomia do osso, destacando processos importantes do desenvolvimento embrionário, além de abordar a ação celular e da matriz extracelular e demonstrar a importância desse tecido para o organismo dos seres vivos.

MATERIAL ou MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma revisão de trabalhos científicos sobre a anatomia óssea e os aspectos histofisiológicos do tecido ósseo, utilizando-se como critério para a coleta de dados as expressões “tecido ósseo”, “histologia óssea”, “estrutura óssea”, “fisiologia óssea”, cujas buscas foram realizadas no banco de dados da plataforma Google Scholar. Como critério de inclusão foram utilizados capítulos de livros e artigos científicos que continham as palavras-chave no título, publicados nos últimos 6 anos, e como critério de exclusão foram descartados resumos de congressos, teses e dissertações.

RESUMO DE TEMA

O tecido ósseo no feto não se estrutura de acordo com os requisitos mecânicos, ele é constituído por um tecido ósseo base, chamado de osso primário ou reticular e, após o processo de remodelação, será substituído pelo osso secundário ou lamelar^{7,9}. Para que ocorra as formações ósseas é necessário que aconteça a ossificação, por isso existem dois tipos de ossificação a serem considerados: (a) a ossificação intramembranosa, que ocorre quando existe uma mudança direta do tecido mesenquimal em osso, esse tipo acontece em ossos planos da cabeça (Fig 1); (b) a ossificação endocondral, que ocorre quando o tecido embrionário derivado da mesoderme (mesênquima) se transforma primeiro em cartilagem para posteriormente se ossificar^{7,9} (Fig 2.).

Figura 1. Ossificação intramembranosa. **A.** Um centro de ossificação vai surgir no tecido conjuntivo mesenquimatoso. Esse centro é sintetizado pelas células osteoprogenitoras derivadas do mesênquima que, posteriormente, vão se diferenciar em osteoblastos. **B.** As células secretoras de matriz do tecido ósseo (osteoblastos) vão se acumular na periferia do centro de ossificação sintetizando osteoide. Nesse processo, o osteoide vai sofrer mineralização. Logo, os osteoblastos diferenciam-se em osteócitos. **C.** O tecido recém-formado tem estrutura de osso imaturo (não lamelar). **D.** O crescimento adicional e a remodelação óssea vão resultar na substituição do osso não lamelar por um osso maduro, compacto e lamelar (**Fonte:** Ross, 2016).

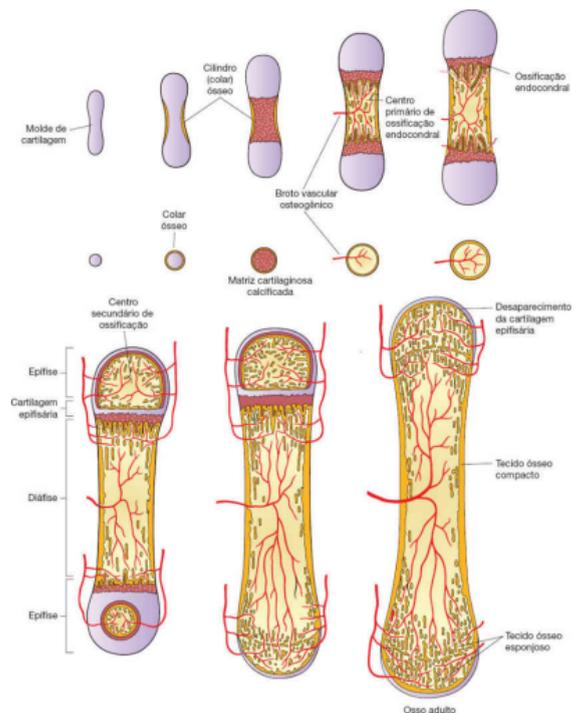
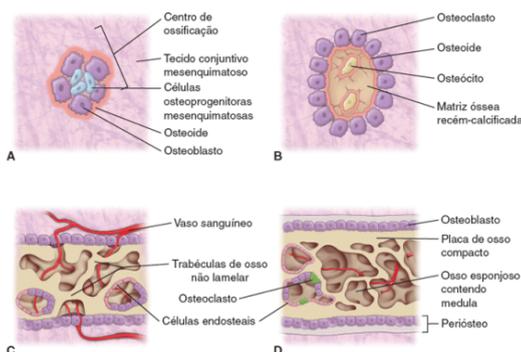


Figura 2. Ossificação endocondral. Ocorre a formação do osso longo a partir de um modelo cartilaginoso. A cartilagem hialina se calcifica com a formação do colar ósseo na parte média. No modelo mostra a fusão da diáfise com as epífises quando é determinada a parada do crescimento ósseo. (**Fonte:** Junqueira, 2018).

Por ser um tecido especializado de tecido conjuntivo, as células e o material extracelular calcificado são seus principais formadores⁴. As células do tecido ósseo pertencem a duas linhagens que se diferem: células de linhagem osteoblástica, compostas por osteoblastos e osteócitos, que se derivam de células osteoprogenitoras de origem mesenquimal; e por células da linhagem osteoclástica, composta por osteoclastos, originados pelos monócitos que provêm da medula hematopoiética⁴. Dessa maneira, os osteócitos vão manter a matriz extracelular e localizam-se no interior de peças ósseas, denominadas de lacunas⁴. Os osteoblastos produzem a parte orgânica da matriz e encontram-se na superfície de peças ósseas⁴. Logo, os osteoclastos são células grandes, que se movimentam e apresentam multinucleação que funcionam para absorver o tecido ósseo, participando do processo de remodelação dos ossos⁴. O osso é composto por uma matriz orgânica resistente, fortalecida por sais de cálcio³. A matriz orgânica óssea é constituída, predominantemente, por fibras colágenas, enquanto uma pequena porcentagem corresponde a substância fundamental, composta por líquido extracelular e por proteoglicanos, como o sulfato de





XII Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente

condroitina e ácido hialurônico³. Assim, os sais cristalinos (hidroxiapatita) depositados na matriz orgânica são constituídos por cálcio e por fosfato³.

As fibras de colágeno do osso são semelhantes às fibras dos tendões, já que possuem muita força tênsil, ao mesmo tempo que os sais de cálcio apresentam grande força compressiva³. Ao combinar essas propriedades, vai resultar em uma estrutura óssea dotada de força tênsil e compressiva³. As características da variação de forma, tamanho e resistência dos ossos que o mesmo indivíduo pode ter, são determinadas a partir da genética, da epigenética e por influências dinâmicas e estruturais⁵.

A anatomia óssea é composta pelas extremidades do osso (epífises), pelo corpo compacto e longo (diáfise) que, nos animais em crescimento, são separadas por matriz cartilaginosa (placa epifisária)⁶. A diáfise une-se à placa epifisária por meio de um osso esponjoso de transição (metáfise)⁶. A medula fica no centro da diáfise, a qual consiste em um cilindro de parede espessa de osso denso e compacto e com osso esponjoso no canal medular¹. Com base nisso, a matriz calcificada, produzida pelas células que compõem os ossos, é 50% composta de minerais (majoritariamente cálcio e hidroxiapatita) e 50% de compostos orgânicos como o colágeno, proteoglicanos e proteínas associadas a glicosaminoglicanos². O osso é sempre coberto e alinhado por uma fina camada de tecido e a medula óssea é alinhada por um endóstio composto de células osteoprogenitoras, osteoblastos e osteoclastos².

A grande estabilidade dos ossos é resultado do tecido ósseo, o qual não é grande, nem homogêneo, e cada osso apresenta sua arquitetura própria⁵. Dessa forma, essa arquitetura apresenta um tubo oco que promove forte resistência contra as pressões; uma substância esponjosa que lhe fornece leveza e amortecimento de trações mecânicas juntamente com outras estruturas; a espessura da diáfise se molda à tensão sofrida pelo osso; pelo fato de suportarem maior peso, as paredes mediais dos ossos dos membros são mais espessas do que as paredes externas⁵. Além disso, os ossos são recobertos por camadas compostas de tecido conectivo denominadas de endóstio (camada interna) e perióstio (camada externa)⁵.

A camada mais externa do perióstio é composta por fibras colágenas e por fibroblastos⁴. Os feixes de fibras colágenas, chamadas de fibras de Sharpey, prendem o perióstio ao osso firmemente⁴. Logo, a camada interna do perióstio é a mais celularizada, apresentando as células osteoprogenitoras, essas células realizam mitose e diferenciam-se em osteoblastos, sendo responsáveis pelo processo de crescimento ósseo por aposição, que é extremamente importante na remodelação óssea e na reparação de fraturas⁴. Por seguinte, o endóstio vai revestir o osso internamente, constituí-se por uma camada delgada de células osteogênicas achatadas, revestindo as cavidades do osso esponjoso, o canal medular, os canais de Havers e os de Volkmann e fornece novos osteoblastos para crescimento, remodelação e recuperação óssea^{4,8}. Tanto o endóstio quanto o perióstio também são cruciais para a existência de vasos sanguíneos⁴. Dessa forma, osso maduro ou osso lamelar é composto por unidades cilíndricas, chamadas de ósteons (sistema de Havers)⁸. Os ósteons correspondem em lamelas concêntricas de matriz óssea, que circundam o canal central (canal de Havers), contendo o suprimento vascular e nervoso do ósteon⁸. Os canais de Volkmann estão presentes no osso lamelar e tem percurso transversal em relação ao eixo do osso longo, o qual serve de passagem de vasos sanguíneos e nervos que seguem seu trajeto para alcançar o canal de Havers⁸. Assim como conectam os canais de Havers entre si. Os canais de Volkmann não são revestidos por lamelas concêntricas⁸ (Fig 3.).

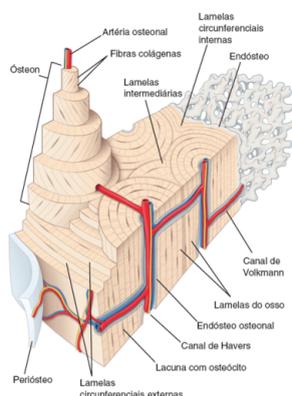


Figura 3. Diagrama de um corte retirado de um osso compacto longo. As lamelas que envolvem o canal de Havers constituem um ósteon. Ramos de nervos, artérias e veias são observados dentro dos canais de Havers e Volkmann. Esses vasos também irão nutrir o perióstio e endóstio (Fonte: Ross, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho trouxe um aparato literário sobre a morfologia anatômica, histológica e fisiológica do tecido ósseo desde sua fase de feto até a fase adulta, visto a importância desse estudo para a formação do médico veterinário, já que é preciso ter conhecimentos de um tecido saudável para perceber alterações patológicas no sistema, além disso, o estudo da morfofisiologia óssea é a base para o desenvolvimento de biomateriais que possam ser utilizados em ensaios clínicos para a regeneração óssea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos**. Ed 13. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2017.
2. GARTNER, Leslie P. **Color atlas and text of histology**. Ed 7. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2018.
3. HALL, John E. **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology**. Ed 13. Elsevier: Rio de Janeiro, 2017.
4. JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa. **Histologia básica: texto e atlas**. Ed 13. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2018.
5. KONIG, Horst Erich; Liebich, Hans-Georg. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**. Ed 6. Porto Alegre: Artmed, 2016.
6. KUNZ, Regina Inês et al. **Proposta didática no ensino integrado da morfologia: células e tecido ósseo**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 12, n. 2, p. 38-52, 2017.
7. LÓPEZ, José Luis Morales. **Fundamentos de Embriologia Veterinária**. Don Folio: Córdoba, 2020.
8. ROSS, Michael H. **Histologia: texto e atlas**. Ed 7. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2016.
9. T.A MCGEADY, P.J. Quinn et al. **Veterinary Embryology**. Ed 2. Wiley Blackwell, 2017.
10. ZHU, Guanyin et al. **Bone physiological microenvironment and healing mechanism: Basis for future bone-tissue engineering scaffolds**. *Bioactive materials*, v. 6, n. 11, p. 4110-4140, 2021.

APOIO:

GRUPO DE ESTUDOS EM ANATOMIA, ORTOPEDIA E FISIATRIA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO (GEOARF-UEMA)

