



HISTOLOGIA E MORFOLOGIA COMPARADA DA NADADEIRA DORSAL DO TUBARÃO-AZUL E DA ORCA

NILDIANE CARVALHO ROHR

RESUMO

O estudo em destaque tem por objetivo aprofundar o entendimento das características anatômicas e histológicas das nadadeiras dorsais de duas espécies distintas: os *Chondrichthyes*, representados pelos tubarões, e as orcas. A singularidade do esqueleto cartilaginoso dos *Chondrichthyes* é um aspecto relevante na diferenciação desses animais, já que a nadadeira dorsal dos tubarões apresenta uma composição tecidual única em comparação com a das orcas. O ponto central desta investigação reside não apenas na análise das diferenças morfológicas entre as espécies em destaque, mas também na exploração de variáveis histológicas entre as nadadeiras dorsais de tubarões-azuis e orcas. A nadadeira dorsal do tubarão, composta principalmente por tecido cartilaginoso, distingue-se da nadadeira dorsal da orca, que é caracterizada pela ausência de tecido ósseo e cartilaginoso, sendo predominantemente constituída por tecido conjuntivo fibroso denso (consistência básica de colágeno). Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos por meio da análise de textos e artigos, com ênfase na comparação histológica das nadadeiras dorsais das espécies supratranscritas. Uma abordagem específica incluiu a comparação do tecido cartilaginoso nos *Chondrichthyes* com o tecido conjuntivo encontrado nas orcas. Para enriquecer a pesquisa, foram examinadas as estruturas de filhotes de três tubarões-azuis, provenientes do Mercado Municipal de Peixe em Piúma/ES, em setembro de 2022. Os animais, que predominantemente são destinados ao consumo, foram recebidos, abatidos e refrigerados em conformidade com as normas, aprovadas pela Portaria nº 365 de 16 de julho de 2021, estabelecidas no Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Palavras-chave: cartilagem; características; *Chondrichthyes*; comparação; histológica.

1 INTRODUÇÃO

A classe dos *Chondrichthyes* é constituída por tubarões e raias, que se caracteriza pela presença de um esqueleto cartilaginoso que se mantém na fase adulta. Frente a peculiaridade do esqueleto cartilaginoso em tubarões, a presente pesquisa se dedicou ao estudo histológico dos componentes da nadadeira dorsal do tubarão-azul.

No tocante a histologia da cartilagem da nadadeira dorsal do *Condricte*, tem-se que a mesma, é constituída de cartilagem hialina com três regiões diferentes, onde seu interior é constituído por condrócitos, na periferia há cartilagem calcificada e suas bordas formadas por pericôndrios com a presença de colágeno tipo I, II e III (BRUNO, 2012).

É interessante destacar a relevância da nadadeira dorsal como matéria prima para a fabricação de medicamentos utilizados em terapia alternativa em tratamentos patológicos, como câncer. Vale expor ainda, que tal matéria prima também é uma iguaria culinária afrodisíaca na Ásia, para consumo humano, sendo um complemento mineral natural (BÁEZ et al., 2001; HERNÁNDEZ, 2010).

Além do estudo dos tecidos cartilagosos do condricte em destaque, está pesquisa destina-se a abordar a diferença histológica entre a nadadeira dorsal do tubarão, constituída de tecido cartilaginoso, e da nadadeira dorsal das orcas, que se caracteriza pela ausência de tecido ósseo e cartilaginoso, sendo constituída, predominantemente por tecido conjuntivo fibroso denso. Evidenciando ainda, distintas características morfológicas das espécies em destaque.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo em destaque envolveu uma pesquisa abrangente, integrando dados quantitativos e qualitativos obtidos por meio de pesquisas bibliográficas, incluindo livros, artigos e dissertações. A investigação baseou-se em documentos para descrever e comparar comportamentos, diferenças e outras características relevantes entre o tubarão-azul e a orca.

O ponto central desta pesquisa concentrou-se nas discrepâncias histológicas encontradas nas nadadeiras dorsais dos animais acima transcrito. Uma análise específica se deu através da comparação do tecido cartilaginoso presente nos *Condrictes* com o tecido conjuntivo encontrado nas orcas. Para enriquecimento deste estudo, foram examinadas as estruturas de filhotes de três tubarões-azuis, fornecidos pelo Mercado Municipal de Peixe em Piúma/ES, em setembro de 2022.

Respeitando as normas estabelecidas no Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprovadas pela Portaria nº 365 de 16 de julho de 2021, os animais, que seriam destinados ao consumo, foram recebidos abatidos e refrigerados. O manuseio cuidadoso permitiu a exposição das estruturas presentes na nadadeira dorsal, assim como partes do esqueleto cartilaginoso, de acordo com os padrões éticos e sanitários estabelecidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tocante a morfologia das espécies analisadas, vale destacar que os tubarões, em geral, são denominados de *Elasmobranchii*, em detrimento de suas aberturas branquiais em formato de fendas anatomicamente localizadas na parte lateral do animal, na região próxima a cabeça (SZPILMAN, 2000; BRUNO, 2012). Outras características relevantes é o fato de os tubarões serem predadores ativos com corpos fusiformes, com caldas grandes e fortes, além de possuírem nadadeiras pareadas com bases restritas constituídas por tecido cartilaginoso, que estão pareadas e apresentam bases restritas. Diferentemente dos peixes ósseos que, os *elasmobrânquios* possuem fendas branquiais que estão posicionadas lateralmente (HILDEBRAND & GOSLOW, 2006; BRUNO, 2012).

A nadadeira dorsal do tubarão-azul (*Prionace glauca*) é em formato de “V”, apresentando margem posterior curvada e anterior reta, além de coloração azul escura e marcas de fibras que constituem a nadadeira internamente (HERNÁNDEZ et al., 2010).

No tocante a composição cartilaginosa, há diferenças entre a cartilagem do tubarão se comparado a cartilagem de outros vertebrados e a outros peixes ósseos. Com relação a calcificação, a ocorrência nos condrictes, em uma visão macro, se dá de maneira similar aos ossos, no entanto, quando analisada a nível microscópico, é possível observar algumas diferenças, uma vez que a cartilagem é menos densa e mais flexível que os ossos (Figura 1) (SPRINGER & GOLD, 1989; BRUNO, 2012).

Figura 1. Estrutura Cartilaginosa de um tubarão jovem (Fonte: Arquivo Pessoal, 2022).



O esqueleto cartilaginoso devido as características de maior elasticidade e menor densidade em comparação aos ossos, propicia aos tubarões vantagens quanto a flutuabilidade e flexibilidade (SPRINGER; GOLD, 1989; BRUNO, 2012).

A cartilagem encontrada nos *Chondrichies* é a hialina, de coloração branco-azulada, sua composição inclui uma significativa porção de fibras de colágenos muito finos, apresentando aproximadamente 10 a 20 nm de diâmetro. Também é possível encontrar esse tipo de cartilagem nos embriões de todos os vertebrados (STORER et al., 2003; BRUNO, 2012).

Essa cartilagem, inclusive a presente nas nadadeiras dorsais dos tubarões (Figura 2), é constituída por células aglomeradas e emparelhadas denominadas condrócito, condroblastos e condroclastos, e por uma matriz extracelular composta de fibrilares e não fibrilares, também presentes em outros vertebrados (SPRINGER; GOLD, 1989; BÁEZ et al, 2001; BRUNO, 2012).

Figura 2. Nadadeira dorsal de um tubarão jovem (Fonte: Arquivo Pessoal, 2022).



Histologicamente, a cartilagem da nadadeira do tubarão-azul revelou três regiões distintas: o interior formado por condrócitos; a periferia por cartilagem calcificada; e as

bordas por pericôndrio, com fibras de colágenos dos tipos I, II e III (BRUNO, 2012). Junqueira e Carneiro (1999), acrescentam que a cartilagem hialina é constituída por Pericôndrio, matriz cartilaginosa e condrócitos. Onde o pericôndrio localiza-se na região mais externa da cartilagem e a matriz cartilaginosa e os condrócitos na área mais central (DEAN; SUUMERS, 2006; BRUNO, 2012).

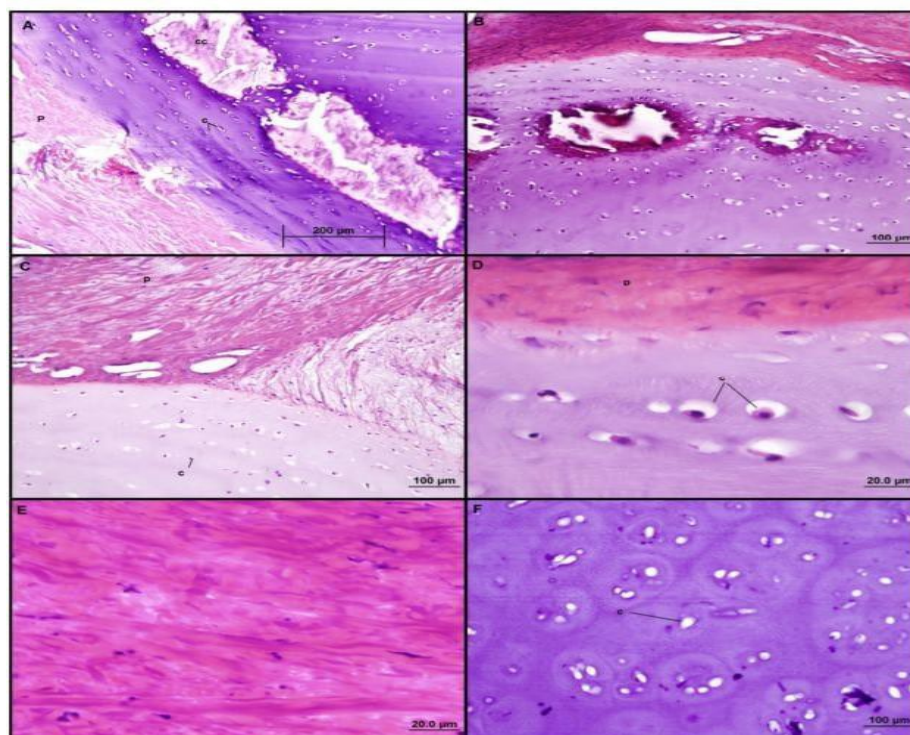
Nos vertebrados considerados superiores, como as orcas, a cartilagem é composta de 90% colágeno tipo II e apenas 10% de colágeno tipo I. No entanto, nos tubarões esses números se diferenciam, visto que a sua cartilagem é composta de 66% de colágeno de tipo II e de 33% de colágeno de tipo I (BÁEZ et al., 2001; BRUNO, 2012).

O colágeno tipo I pode ser encontrado na derme, ossos, tendões e aponeurose. São produzidos pelas células e fibroblastos, possuindo fortes ligações entre suas fibrilas, que atingem o grau máximo nos tendões. Vale expor ainda, que o colágeno do tipo I tem por característica a resistência a tensões (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2004; BRUNO, 2012).

Já o colágeno tipo II presente nas cartilagens, associam-se com as proteoglicanas que contém condroitinsulfato, que funcionam como uma esponja, uma vez que ao ser comprimida perde água e volta a sua forma normal após a adição do líquido. O que é um fator relevante para articulações sujeitas a pressão, tendo em vista que o tipo de colágeno produzido pelos condrócitos auxilia na resistência e pressão (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2004; BRUNO, 2012).

Em uma visão microscópica, Bruno (2012) descreve que histologicamente a nadadeira do tubarão-azul é constituída de cartilagem tipo hialina revestida de uma camada de pericôndrio, que também é revestida de uma túnica de tecido conjuntivo denso e não modelado. O autor supratranscrito observou ainda a presença de uma porção interna de “condrócitos, matriz cartilaginosa, regiões circulares com acúmulos de cartilagem calcificada e na região mais externa o pericôndrio” (BRUNO, 2012). Características essas que são possíveis de observar na Figura 3.

Figura 3. Corte citológico da nadadeira dorsal de um tubarão-azul (Fonte: MALAVASE-BRUNO, C.E., 2012).



Legenda: A: Pericôndrio, Cartilagem Calcificada e Condrócito; B: Pericôndrio, Cartilagem

Calcificada (cc) e Ccondrócito (c); C: Dois tipos de pericôndrio e condrócitos; D: Pericôndrio e condrócito; E: Pericôndrio; F: Condrócitos.

Já as orcas, diferentemente dos tubarões, são mamíferos, mais precisamente mamíferos da Ordem *Cetacea*, que inclui todas as baleias, golfinhos e botos. A presente espécie se caracteriza pela elevada taxa de renovação de células da pele, o que mantém a mesma e resulta no aumento da eficiência da natação, uma vez que reduz o atrito com a água (SANTOS, 2022). É interessante observar ainda, que as orcas apresentam uma camada de gordura (hipoderme) localizada sob a derme, tal camada apresenta uma estrutura entre 7,6 e 10 cm de espessura, composta por gordura e reforçada por fibras elásticas e colágeno (PABST et al., 1999). Uma característica marcante das orcas é a nadadeira dorsal alta e triangular, podendo atingir cerca de 1,8 m em um macho adulto, sendo a maior nadadeira dorsal de todos os cetáceos. Nas fêmeas, em sua grande maioria, a nadadeira dorsal é ligeiramente curvada para trás, ou falciforme, medindo em média, entre 0,9 e 1,2 m de altura (HEYNING, 1988). Vale expor ainda que o tamanho e forma da barbatana em estudo sofre influência de acordo com os diferentes *ecótipos*. No tocante as características histológicas, as orcas apresentam as nadadeiras dorsais constituídas, predominantemente, por tecido conjuntivo fibroso denso, principalmente o colágeno, com ausência de tecido cartilaginoso e ósseo. Em face de suas estruturas fibrosas bem desenvolvidas, tem como principal função o suporte e proteção (OLESIUK, 2005).

Por apresentar uma consistência básica de colágeno, com ausência de estrutura óssea na base e na nadadeira em si, tem-se que esse tecido é potencialmente mais vulnerável a injúrias quando comparado a outros tipos de tecidos rígidos como os ossos (SANTOS, 2022).

4 CONCLUSÃO

Através da análise histológica realizada, foi possível desvendar a complexa estrutura das nadadeiras do *Prionace glauca*, popularmente conhecido como tubarão-azul. Proporcionando, dessa forma, uma compreensão mais aprofundada da constituição dessas nadadeiras, revelando uma cartilagem hialina que se distingue por apresentar, dentre outras características, três regiões distintas. Essas regiões se diferenciam em núcleo, constituído por condrócitos que desempenham um papel fundamental na formação do tecido cartilaginoso; periferia, composta por cartilagem calcificada que contribui para a resistência da estrutura; e bordas com a presença de colágeno, abrangendo os tipos I, II e III (BRUNO, 2012).

Além disso, foram abordadas as diferenças identificadas na nadadeira dorsal da orca, quando comparada à do tubarão-azul. Nesse sentido, tem-se que a orca apresenta em sua constituição um tecido conjuntivo fibroso denso, em um nítido contraste com a predominância de tecido cartilaginoso na nadadeira do tubarão-azul. Por fim, vale expor que essa distinção histológica oferece uma perspectiva intrigante frente a adaptação evolutiva dessas espécies marinhas, revelando a significativa diversidade morfológica e histológica dos órgãos locomotores.

REFERÊNCIAS

BÁEZ, M. E.; MORALES, R. O.; DÍAZ, L. J.; PEÑA, R.C. **Cartílago de Tiburón: Acciones Biológicas, empleo y perspectivas**. Revista Cubana Investigaciones Biomédicas, La Habana, v. 20, n. 3, 2001.

BRUNO, Carlos Eduardo Malavasi. **Análise morfológica da nadadeira do tubarão-axul, Prionace glauca**. Linnaeus, 1758 (Carcharhiniformes: Elasmobranchii), 2012.

DEAN, M. N.; SUMMERS; A. P. **Mineralized cartilage in the skeleton of chondrichthyan**

fishes. Zoology, Jena, v.109, n. 2, p.:164-8, 2006.

HERNÁNDEZ, S.; ESCÁRATE, C. G.; BORREGO, J. Á.; GONZÁLEZ, M. T.; HAYDE, P. A. **A Multidisciplinary Approach to identify pelagic shark fins by molecular, morphometric and digital correlation data**. Revista Hidrobiológica. Iztapalapa, v.20, n, 2010.

HEYNING, John E. **Presence of Solid Food in a Young Killer Calf Whale (Orcinus orca)**. Marine Mammal Science 4: 68-71, 1988.

HILDEBRAND, M.; GOSLOW, G. **Análise da Estrutura dos Vertebrados**. 2 ed. São Paulo, 2006.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021. **Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: portaria-365-2021.pdf (www.gov.br). Acesso em: 12 nov. 2022.

OLESIUK, P. F., G. M. Ellis and J. K. B. Ford. **Life history and population dynamics of Northern Resident Killer Whales (Orcinus orca) in British Columbia**. Canadian Science Advisory Secretariat, Research Document 1005/045, 2005.

PABST, Ann D., S. A. ROMMEL and MCLELLAN, William A. McLellan. **The Functional Morphology of Marine Mammals**. In: Reynolds J. E. and S. A. Rommel, Biology of Marine Mammals. Smithsonian Institution Press. Washington: 15-72, 1999.

SANTOS, M.C. de O. **Orca é baleia ou golfinho? As perguntas mais comuns sobre os cetáceos finalmente respondidas**. LABCMA, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Ebook. 412 p. 2022.

SPRINGER, V. G.; GOLD, J.P. **Sharks in Question**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1989.

STORER, T. I.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C.; NYBAKKEN, J. W. **Zoologia Geral**. 3 ed. Barcelona: Omega S/A, 2003.

SZPILMAN, Marcelo. **Peixes Marinhos do Brasil**, Rio de Janeiro: Mauad, 2000.