

# Mamíferos Aquáticos

Julia Bellucco da Cruz

Universidade de São Paulo (USP)

Prof. Dr. Marcos César de Oliveira Santos

2020

Nesse trabalho trataremos dos mamíferos aquáticos desde sua origem e evolução, passando por diversidade de espécies, morfologia geral, adaptações ao meio aquático, sistemas sensoriais, fauna e flora acompanhante, migração, biogeografia, alimentação, reprodução, dinâmica populacional, papéis ecológicos, transmissão de cultura em cetáceos, até as ameaças à sobrevivência e conservação.



## **SUMÁRIO:**

<b>CAPÍTULO 1: Introdução aos mamíferos aquáticos.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2: Origem e Evolução.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>13</b>
<b>Diversidade de Cetáceos.....</b>	<b>13</b>
<b>Diversidade de Sirênios.....</b>	<b>22</b>
<b>Diversidade de Pinípedes.....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 4: Morfologia geral de mamíferos aquáticos.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 5: Principais adaptações ao meio aquático.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO 6: Sistemas Sensoriais.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO 7: Fauna e Flora Acompanhante.....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO 8: Migração.....</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO 9: Biogeografia.....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO 10: Alimentação.....</b>	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO 11: Reprodução.....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 12: História de vida e dinâmica populacional.....</b>	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO 13: Papéis Ecológicos.....</b>	<b>86</b>
<b>CAPÍTULO 14: Transmissão de cultura em cetáceos.....</b>	<b>90</b>
<b>CAPÍTULO 15: Ameaças à sobrevivência e conservação.....</b>	<b>93</b>
<b>SOBRE A AUTORA.....</b>	<b>99</b>
<b>SOBRE A DISCIPLINA.....</b>	<b>99</b>

 **CAPÍTULO 1** 

---

***Introdução aos mamíferos aquáticos***

---

Falar sobre os mamíferos aquáticos não é tarefa fácil, mas se você começou a ler este trabalho creio que temos algo em comum. Independente do motivo que te levou a estar aqui, acredito que a curiosidade seja inerente a você e a mim.

Em minha busca por entender melhor o campo da Biologia Marinha, acabei me deparando com o ramo dos mamíferos aquáticos, que apresenta uma vasta gama de assuntos e problematizações. Por isso, começaremos tratando de algumas definições dentro de mamíferos aquáticos.

Nossa jornada começa na língua inglesa, analisando a terminologia usada para indicar esses organismos. “Marine Mammals” é o termo usado, que traduzido para o português literal seria: mamíferos marinhos, e aqui já encontramos a primeira terminologia equivocada da nossa lista. Se formos tratar de mamíferos marinhos, no sentido literal da palavra, não poderemos considerar mamíferos de água doce, como alguns peixes-boi e golfinhos, em nosso trabalho. Entretanto nos livros de língua inglesa, mesmo com o título “Marine Mammals”, são apresentados animais de água doce, fazendo com que um conhecimento equivocado seja ensinado e por força de uso passe a ser popular entre as pessoas. Por isso uma melhor terminologia para esses organismos seria mamíferos aquáticos, uma vez que aquático se refere tanto ao ambiente marinho, quanto ao de água doce ou até mesmo ao ambiente de água salobra (água com concentração de sais intermediária entre água doce e água salgada, encontrada por exemplo em manguezais) e assim a apresentação desses animais não estaria equivocada.

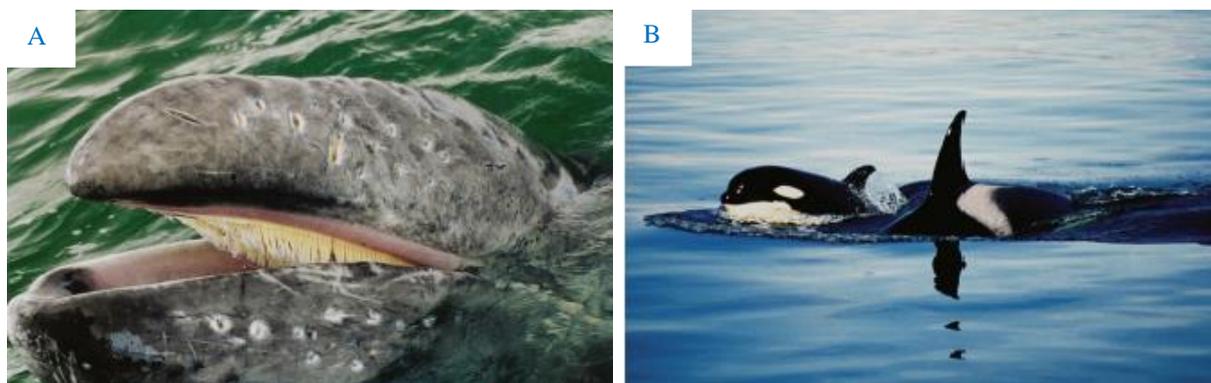
Além disso devemos deixar claro que a terminologia mamíferos aquáticos não é uma categoria taxonômica (grupo de organismos criado de acordo com as regras de nomenclatura da ciência para classificar seres vivos), mas sim uma maneira popular de agrupar esses mamíferos que habitam o ambiente aquático. Por isso devemos ficar atentos ao que se refere a nomenclatura científica e a nomenclatura popular.

Mas afinal, que animais são esses? Os mamíferos aquáticos, como o próprio nome já diz, são mamíferos que possuem como principais características: a presença de glândulas mamárias e o cuidado parental com os filhotes; a presença de pelo no corpo (apesar de entre os

mamíferos aquáticos, algumas espécies apresentarem pelos escassos); respiração pulmonar com a presença de um diafragma muscular e dentes diferenciados e especializados.

Os mamíferos aquáticos que iremos tratar nesse trabalho estão localizados dentro de três ordens diferentes (todos dentro da classe Mammalia), conhecidas na terminologia científica como: **Cetartiodactyla**, **Sirenia** e **Carnivora**.

Dentro dos Cetartiodactyla temos a subordem Cetacea, conhecidos como cetáceos, onde encontramos as baleias e os golfinhos. A palavra cetáceo deriva do grego antigo “ketos” latinizado para “cetus” que ao longo do tempo passou a significar “monstro marinho”, “grande peixe”, “baleia”. As **baleias** são classificadas dentro do grupo dos **misticetos**, pois ao invés de dentes, possuem placas de barbatanas para apreensão do alimento e os **golfinhos** são classificados dentro dos **odontocetos**, pois possuem dentes para alimentação.

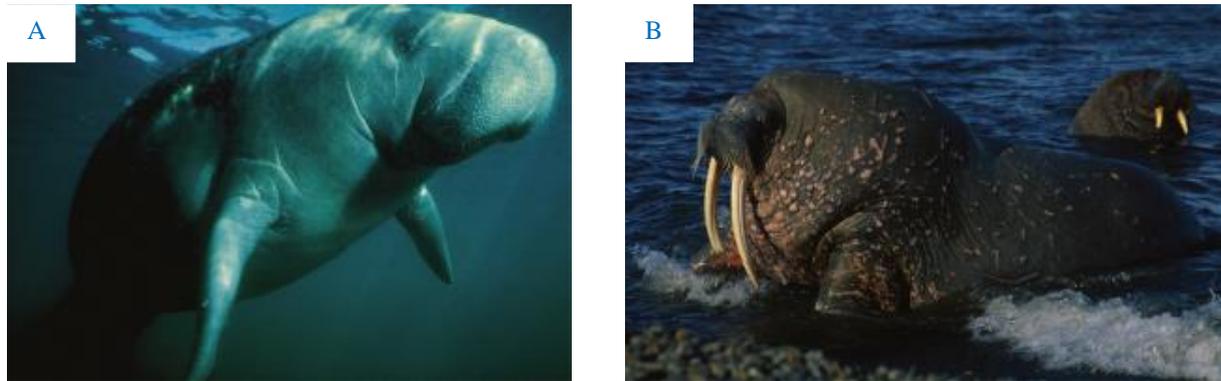


**Figura 1.1.** (A) Uma baleia-cinzenta (*Eschrichtius robustus*), membro da infraordem Mysticeti, mostrando a presença de placas de barbatanas na boca para apreensão de alimento. (B) Duas orcas (*Orcinus orca*), membros da infraordem Odontoceti, que possuem dentes na boca para apreensão de alimento. **Fonte:** Berta et al., 2015.

Dentro de Sirenia, estão os animais conhecidos como **sirênios**, chamados popularmente de **peixes-boi e dugongos**. Seu nome deriva da mitologia grega “siren” ou sereia e recebeu esse nome devido as lendas que diziam que esses animais foram descobertos por marinheiros solitários que os confundiam com sereias.

E por fim, dentro de Carnivora, temos a infraordem Pinnipedia, conhecidos como **pinípedes**, grupo no qual encontramos **as focas, os elefantes-marinhos, os lobos-marinhos, os leões-marinhos e as morsas**. Seu nome é derivado do latim “pina”: pena e “podos”: pés,

devido aos membros anteriores e posteriores serem nadadeiras com dedos longos e unidos por membranas.



**Figura 1.2.** (A) Um peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) representante da ordem Sirenia. (B) Duas morsas (*Odobenus rosmarus*) representantes da infraordem Pinnipedia. **Fonte:** Berta et al., 2015.

Apesar do que foi dito anteriormente, ainda existem muitas dúvidas ao redor dos mamíferos aquáticos devido principalmente a influência da diversidade cultural do nosso país que possui dimensões continentais, sobre as terminologias populares, fazendo com que ela varie de região para região.

Muitas pessoas ainda questionam se cetáceos são peixes, mas como foi dito anteriormente eles possuem diversas características que os classificam como mamíferos e não como peixes, podendo citar assim a presença de glândulas mamárias.

Outra pergunta muito comum é: o que é uma baleia? Com isso podemos definir **baleia** como: **um mamífero de grande porte que apresenta barbatanas na boca para apreensão de alimentos.** Mas, e o tubarão-baleia? É baleia ou tubarão? Devido a terminologia popular existe essa confusão, mas o tubarão-baleia é um peixe e o termo baleia em seu nome se deve ao fato do grande porte e ao hábito alimentar (filtrador) ser semelhante ao das baleias.

Outra confusão muito comum é se cachalote, orca e beluga são baleias ou não. A resposta é não, todas as três pertencem ao grupo dos odontocetos (possuem dentes na boca) e não ao grupo dos mysticetos, onde estão as baleias. E essa confusão se deve a língua inglesa que costuma chamar esses animais de baleias: baleia-cachalote, baleia-orca, baleia-beluga.

Falando das orcas, a terminologia popular é mais equivocada ainda ao chamá-la de baleia-assassina (“killer-whale”, em inglês), pois esse animal não é assassino, ele apenas caça o próprio alimento, que consiste em pássaros, lulas, polvos, tartarugas-marinhas, tubarões,

arraias, peixes em geral e outros mamíferos aquáticos como focas e dugongos. Os humanos são uma exceção na sua dieta.

Nos golfinhos a confusão também é grande já que parece haver várias definições para esses organismos: golfinhos, botos, marsopas, toninhas. A palavra **golfinho** tem origem no grego antigo “*delphys*” e pode ser definido como: **cetáceos de menor porte com dentes na boca para apreensão de alimento**. O que seria um boto então? Nas escolas é ensinado que golfinhos são animais marinhos e botos são de água doce, porém na concepção popular das comunidades pesqueiras do litoral brasileiro, botos são os pequenos cetáceos odontocetos que costumam viver mais próximo à costa enquanto os golfinhos são os pequenos cetáceos odontocetos que vivem mais em alto mar e as espécies chamadas de boto em uma região podem ser chamadas de golfinho em outra, por isso a terminologia “boto” é considerada popular e varia de região para região. Já o termo “marsopa” se refere a pequenos cetáceos do gênero *Phocoena*, sem rostro definido (ou seja, possuem o “bico” bem mais curto) e com dentes escapulados (em forma de espátula)”. E por fim o termo “toninha” pode ser definido como: pequeno cetáceo de rostro longo, olhos pequenos e coloração amarronzada.

Dentro dos sirênios a dúvida fica em definir se peixe-boi é um peixe ou um mamífero? Pelo seu hábito herbívoro e pastador e por viver na água recebeu o nome peixe-boi, mas esse animal apresenta todas as características de um mamífero como já explicado anteriormente.

E por último dentro dos pinípedes a dificuldade está em diferenciar o que são focas, o que são lobos-marinhos e o que são leões-marinhos. As focas pertencem a família Phocidae, juntamente com os elefantes-marinhos (que possuem um nariz alongado, semelhante a uma tromba) e podem ser diferenciados dos demais pois rastejam em ambiente terrestre, além de não apresentarem pavilhão auditivo externo (orelha). Já os lobos-marinhos e os leões-marinhos pertencem a família Otariidae e podem ser diferenciados dos demais pois se apoiam nos membros anteriores para se mover em ambiente terrestre e possuem o pavilhão auditivo externo (orelha). A diferença entre lobo-marinho e leão-marinho consiste na quantidade de camadas de pelagem, o leão-marinho apresenta uma camada enquanto o lobo-marinho apresenta duas camadas. E por último temos as morsas, pertencendo a família Odobenidae, que podem ser reconhecidas pelas enormes presas.

 **CAPÍTULO 2**

---

**Origem e Evolução**

---

Após uma breve introdução sobre quem são os mamíferos aquáticos, começaremos nossa viagem voltando um pouco ao passado e investigando as origens e a evolução desses organismos.

A primeira pergunta que poderíamos fazer é: Quando esses animais surgiram? Estudos indicam que os mamíferos surgiram a aproximadamente 220 milhões de anos atrás e que só a 55 milhões de anos surgiram os primeiros cetáceos, seguidos pelos sirênios a aproximadamente 50 milhões de anos e pelo pinípedes a aproximadamente 27 milhões de anos.

Evidências mostram que o primeiro mamífero surgiu durante o Triássico (220 milhões de anos atrás) e possuía um pequeno porte. Atualmente existem três clados (grupo de organismos que compartilham um ancestral comum exclusivo) de mamíferos:

- **Prototheria**, onde se encontram os monotremados (ornitorrincos e équidnas);
- **Metatheria**, onde se encontram os marsupiais (gambás, cuícas, cangurus) e
- **Eutheria**, onde se encontram os placentários (homem, cetáceos, sirênios, pinípedes).

Durante os 4,5 bilhões de anos do planeta Terra, mudanças de configuração dos continentes aconteceram e geraram mudanças no clima onde ambas foram importantes para o processo evolutivo e para o surgimento dos três clados de mamíferos estudados.

O clado Eutheria é caracterizado pelos organismos que possuem uma placenta que conecta a mãe ao filhote durante a gestação. Dentro de Eutheria temos quatro clados principais: Laurasiatheria, Euarchontoglires, Xenartha e Afrotheria. Os mamíferos aquáticos que estudaremos se encontram dentro dos clados **Laurasiatheria** (cetáceos e pinípedes) e **Afrotheria** (sirênios).

Durante a evolução dos mamíferos dois processos foram vitais: a **vicariância** (formação de barreiras que separaram os organismos e permitiram o surgimento de novas espécies) e a **dispersão** desses organismos pelo globo.

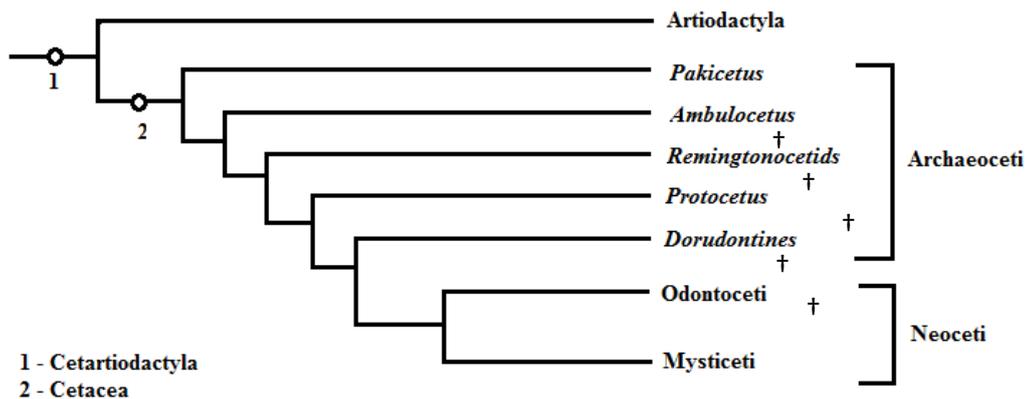
Começaremos nosso estudo de origem e evolução pelos cetáceos. Atualmente existem um pouco mais de 90 espécies de cetáceos, sendo 14 de mysticetos e 76 de odontocetos.

Os cetáceos se encontram dentro da ordem Cetartiodactyla que inclui os Artiodactyla, os Archaeoceti e os Neoceti, sendo esses dois últimos os membros da subordem Cetacea, considerada monofilética (grupo que possui todos os descendentes de um ancestral comum).

Dentro de Cetartiodactyla, o Artiodactyla é o grupo dos ungulados (aqueles que possuem patas com cascos) de dedos pares, grupo-irmão (parentes mais próximos na árvore filogenética) de Cetacea.

Já dentro de Cetacea, Archaeoceti representa todos os cetáceos já extintos, enquanto dentro de Neoceti se encontram os grupos de cetáceos atuais, os Mysticeti e os Odontoceti.

Os mamíferos surgiram no ambiente terrestre por isso os cetáceos, bem como os outros mamíferos aquáticos que iremos estudar, tiveram que **reconquistar o ambiente aquático**, o que é considerada a **primeira radiação adaptativa** (surgimento de diferentes espécies de um ancestral comum) dos cetáceos. Foi durante o Eoceno (55-50 milhões de anos atrás) no Mar de Tethys quando o planeta passava por um aquecimento global generalizado, com um pequeno gradiente de temperatura entre os trópicos e os polos, que os primeiros mamíferos aquáticos, parentes dos cetáceos, surgiram.



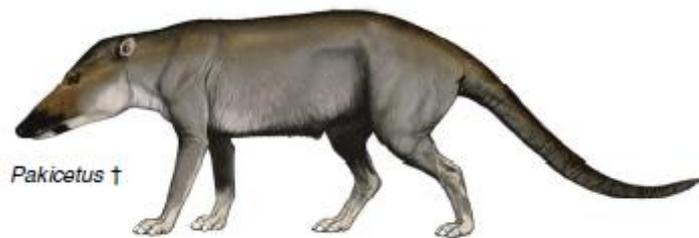
**Figura 2.1.** Cladograma mostrando as relações de parentesco dentro da ordem Cetartiodactyla. Grupos com † estão extintos. **Fonte:** Adaptado de Geisler, 2001; Thewissen et al., 2001.

O primeiro mamífero a frequentar o Mar de Tethys em busca de recursos e refúgio foi o *Indohyust*, considerado o ancestral dos cetáceos.



**Figura 2.2.** Representação do *Indohyus*. **Fonte:** Berta et al., 2015.

O cetáceo mais antigo conhecido é o *Pakicetus* (família Pakicetidae), que ainda possuía quatro patas, um corpo recoberto com pelo, uma cauda e narinas na ponta do focinho e viveu a aproximadamente 52-48 milhões de anos atrás.



**Figura 2.3.** Representação de um membro da família Pakicetidae. **Fonte:** Berta et al., 2015.

Já a família Ambulocetidae, que viveu entre 52-35 milhões de anos atrás, possui uma de suas espécies, o *Ambulocetus natans*, conhecida como “the walking whale” – “a baleia que anda”.



**Figura 2.4.** Representação de um membro da família Ambulocetidae. **Fonte:** Berta et al., 2015.

Após temos a família Protocetidae, que viveu entre 52–45 milhões de anos atrás, onde seus indivíduos não passavam de três metros de comprimento, ainda possuíam quatro patas,

cauda, narinas na ponta do focinho e pelos pelo corpo, mas começavam a apresentar uma transição.



**Figura 2.5.** Representação de um membro da família Protocetidae. **Fonte:** Berta et al., 2015.

Na família Remingtonocetidae, que viveu entre 49–43 milhões de anos atrás, a transição já pode ser notada e é na família Basilosauridae, que viveu entre 45-34 milhões de anos atrás, que já podemos identificar um organismo totalmente aquático, que podia chegar a 18 metros, com membros transformados em nadadeiras, regressão dos membros posteriores, cauda transformada em nadadeira caudal horizontal e deslocamento das narinas para o topo da cabeça.



**Figura 2.6.** Representação de um membro da família Remingtonocetidae. **Fonte:** Berta et al., 2015.



**Figura 2.7.** Representação de um membro da família Basilosauridae. **Fonte:** Berta et al., 2015.

Durante o Oligoceno acontece uma **segunda radiação adaptativa** muito importante dos cetáceos, **o aparecimento de placas de barbatanas**, em alguns organismos, que mais para frente substituem por completo os dentes, dividindo assim os organismos em dois grupos: **Mysticeti** (aqueles que possuem barbatanas na boca para apreensão de alimento) e **Odontoceti**

(aqueles que possuem dentes na boca para apreensão de alimento). Mas o que poderia ter gerado uma mudança morfológica tão complexa? Hipóteses dizem ser devido a corrente Circumpolar Antártica no oceano Austral, uma corrente altamente produtiva, e as glaciações que diminuíram a temperatura dos oceanos e fizeram aparecer áreas de ressurgência. Com isso as barbatanas conferiram uma vantagem nessas áreas de alta produtividade biológica, já que elas permitem a apreensão de mais alimento do que os dentes. Entretanto foi nessa mesma época que os odontocetos desenvolveram a ecolocalização, o que também conferiu vantagens a esses organismos na hora de procurar recursos alimentares e na orientação.

Ainda durante as glaciações do Oligoceno há o surgimento do *blubber*, uma camada de gordura que permitiu que os cetáceos (e outros mamíferos aquáticos) se adaptassem as águas frias. Essa camada de gordura proporcionou um isolamento térmico, uma maior fluabilidade e uma reserva de energia e água.

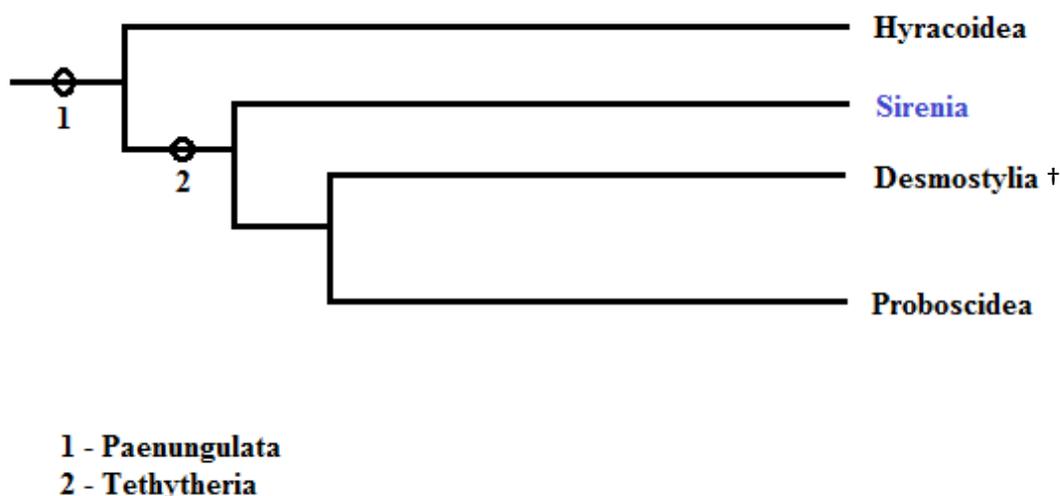
Já no Mioceno, de 15-5 milhões de anos atrás, houve uma **terceira radiação adaptativa** dentro dos cetáceos, onde **muitas famílias novas de Odontoceti surgiram**.

No Plioceno e Pleistoceno (5-3 milhões de anos atrás) foi quando os mysticetos se tornaram extremamente grandes, evento conhecido como **gigantismo dos mysticetos**. E será que esse gigantismo se deve a uma maior eficiência no forrageamento (busca e exploração de recursos alimentares)? Muito provavelmente sim, já que os mysticetos engolfadores possuem uma maior eficiência energética de forrageamento do que os odontocetos, e seu tamanho é bem superior ao deles.

Depois de falarmos dos cetáceos voltaremos agora ao passado dos sirênios, onde encontramos o fóssil mais antigo datado de 50 milhões de anos atrás. A ordem Desmostylia possui os mamíferos aquáticos extintos parentes dos sirênios que viveram do Oligoceno ao Mioceno.



**Figura 2.8.** Representação de um desmostílio (*Neoparadoxia cecialina*), parente extinto dos sirênios. **Fonte:** Berta et al., 2015.



**Figura 2.9** Relação entre Sirenia e grupos-irmãos. Grupos com + estão extintos. **Fonte:** Adaptado de Berta et al., 2015.

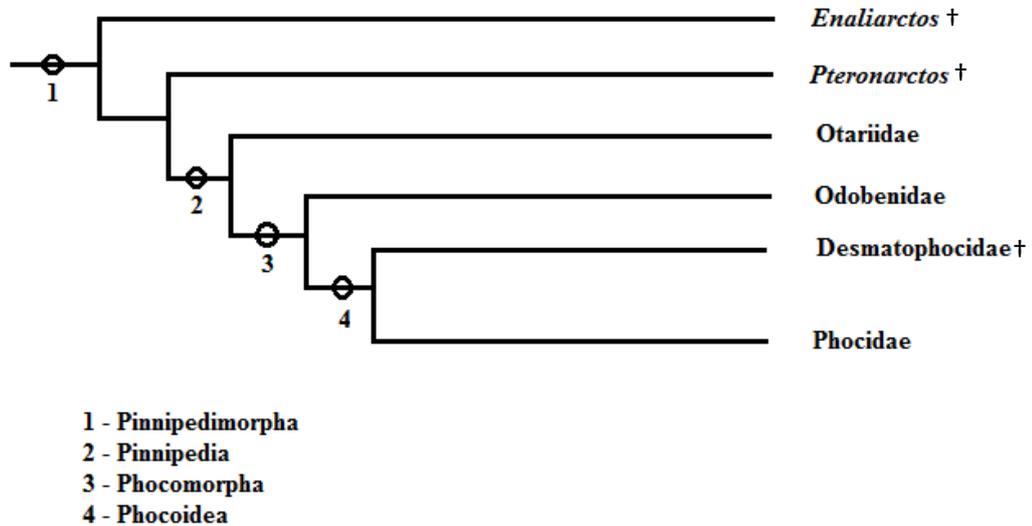
Os sirênios possuem um hábito aquático parcial já que são quadrúpedes (possuem quatro patas), são encontrados no mar, em rios e estuários e possuem hábito herbívoro. Acredita-se que esse hábito alimentar no ambiente aquático somado ao metabolismo lento, pode não ter ajudado no processo evolutivo.

A ordem Sirenia é monofilética e atualmente **é composta por quatro espécies** (todas ameaçadas de extinção), classificadas em duas famílias: Trichechidae (três espécies) e Dugongidae (uma espécie).

A família Trichechidae possui três espécies viventes: o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) que habita as águas marinhas, salobras e águas doce das Américas e pode chegar no máximo a quatro metros de comprimento; o peixe-boi-africano (*Trichechus senegalensis*) que habita as águas marinhas, salobras e águas doce da África Ocidental e pode chegar até três metros e meio e o peixe-boi-amazônico (*Trichechus inunguis*) que habita as águas doce da Amazônia e pode chegar até três metros de comprimento.

Já a família Dugongidae possui uma única espécie, conhecida como dugongo (*Dugong duron*) que habita águas do oceano Índico e Pacífico e pode chegar até três metros. No início do Eoceno houve a extinção de 19 gêneros dessa família e um exemplo recente de extinção é a vaca-marinha-de-Steller que foi extinta pelos humanos, no século XVIII, devido a caça. Essa espécie era encontrada no mar de Bering (única espécie conhecida de águas frias), podia chegar até oito metros de comprimento, pesava de quatro a dez toneladas e também era herbívora.

E por último iremos falar da origem e evolução dos pinípedes. Esses animais se encontram dentro da ordem Carnívora e da infraordem Pinnipedia que possui três famílias com 33 espécies viventes: **Phocidae** (focas e elefantes-marinhos), **Otariidae** (lobos-marinhos e leões-marinhos) e **Odobenidae** (morsas).



**Figura 2.10.** Cladograma mostrando a relação dos maiores clados de pinípedes. Grupos com † estão extintos. **Fonte:** Adaptado de Berta et al., 2015.

Os primeiros organismos com forma de pinípede (pinnipedimorpha) foram do gênero *Enaliarctos* e seus fósseis foram encontrados em Oregon no Pacífico Norte.



**Figura 2.11.** Representação do pinnipedimorpha *Enaliarctos mealsi*. **Fonte:** Berta et al., 2015.

Com isso foi constatada a origem dos pinípedes na América do Norte durante o Oligoceno (27-25 milhões de anos atrás), mais recente do que a origem dos cetáceos e dos sirênios.

Houveram vários eventos de vicariância e dispersão dentro desse grupo, como por exemplo o uso do Canal do Panamá para dispersão e a presença de indivíduos da família Phocidae em águas continentais, como a foca-do-lago-Baikal e a foca-do-mar-Cáspio.



## CAPÍTULO 3

---

### *Diversidade de Cetáceos*

---

Existe uma enorme diversidade de cetáceos no mundo e saber identificá-los corretamente não é uma tarefa fácil, com isso nosso objetivo principal deve ser detectá-los e registrá-los e a identificação deve vir posteriormente com a ajuda de guias de identificação e especialistas no assunto.

Para falar da diversidade de cetáceos precisamos lembrar de algumas de suas características gerais:

#### **Ordem Cetartiodactyla**

##### **Subordem Cetacea**

- ❖ Produzem leite materno.
- ❖ Possuem pelos em pelo menos um estágio da vida.
- ❖ Possuem uma nadadeira caudal na horizontal.
- ❖ Possuem uma camada de gordura, chamada *blubber*.
- ❖ Possuem um ciclo de vida completo em meio aquático.
- ❖ São cosmopolitas (ocorre em todas as águas oceânicas).
- ❖ Entre os mamíferos aquáticos são os que apresentam maior diversidade de espécies e morfológica.
- ❖ Atualmente são aproximadamente 90 espécies (14 mysticetos e 76 odontocetos).

#### **Infraordem Mysticeti**

- ❖ Aproximadamente 14 espécies.
- ❖ Variam de 6,5 metros até 33 metros e de 3,5 toneladas até 320 toneladas.
- ❖ As fêmeas adultas geralmente são maiores que os machos adultos.
- ❖ São filtradores de pequenos organismos (zooplâncton e peixes).
- ❖ Possuem **cerdas bucais ou placas de barbatanas** para apreensão do alimento:
  - São feitas de queratina.
  - Encontradas apenas nas maxilas.
  - As porções internas são franjadas.
  - Número, tamanho e cor ajudam a identificar as espécies.

- ❖ **Possuem dois orifícios respiratórios no topo da cabeça.**

### **Infraordem Odontoceti**

- ❖ Aproximadamente 76 espécies.
- ❖ Variam de 1,4 metros até 18,5 metros e de 60kg até 57 toneladas.
- ❖ Os machos adultos geralmente maiores que as fêmeas adultas.
- ❖ Possuem **dentes** para apreensão de alimento:
  - Peixes e lulas como alimentos principais.
  - Animais de “sangue quente” como alimento para algumas populações de orca.
  - Dentes geralmente na maxila e na mandíbula.
  - Número, tamanho e morfologia ajudam a identificar a espécie.
- ❖ Apresentam uma única denteição que se desgasta devido ao atrito.
- ❖ Possuem **ecolocalização**.
- ❖ **Possuem um único orifício respiratório no topo da cabeça.**

## **Diversidade de Mysticetos**

### **Infraordem Mysticeti:** quatro famílias

#### 1) **Família Balaenopteridae**

- ❖ Família com o maior número de espécies (oito espécies).
- ❖ Todas as espécies já foram reportadas no Brasil.
- ❖ Gêneros: *Balaenoptera* (sete espécies) e *Megaptera* (uma espécie).
- ❖ Conhecidas como “rorquais” por possuírem sulcos ventrais que expandem a boca para capturar mais alimento.
- ❖ Tamanho: 6,5 metros a 33 metros.

#### **Espécies:**

- *Balaenoptera musculus* (baleia-azul)
- *Balaenoptera physalus* (baleia-fin)
- *Balaenoptera borealis* (baleia-sei)
- *Balaenoptera edeni* (baleia-de-Bryde)
- *Balaenoptera omurai* (baleia-de-Omura)
- *Balaenoptera acutorostrata* (baleia-minke-comum)



**Figura 3.1.** Representação de uma baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil* ICMBio/CMA, 2019.

- *Balaenoptera bonaerensis* (baleia-minke-Antártica)

- *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte)

## 2) Família Balaenidae

- ❖ Apresenta quatro espécies.
- ❖ São robustas, sem nadadeira dorsal, sem sulcos ventrais.
- ❖ Chamadas de “right whales” em inglês, pois eram as baleias certas para se caçar devido à grande quantidade de gordura que possuem (baleias-franca em português).
- ❖ Três espécies do gênero *Eubalaena* (com calosidade).
- ❖ Uma espécie do gênero *Balaena* (sem calosidade e com o “queixo branco”).
- ❖ Tamanho: 17 metros a 20 metros.

### Espécies:

- *Eubalaena glacialis* (baleia-franca-do-Atlântico-Norte)

- *Eubalaena japonica* (baleia-franca-do-Pacífico-Norte)

- *Eubalaena australis* (baleia-franca-Austral) – **Única da família já registrada no Brasil.**

- *Balaena mysticetus* (baleia-da-Groenlândia)

## 3) Família Cethoteriidae

- ❖ Apresenta uma única espécie (pouco conhecida).
- ❖ Encontrada no hemisfério Sul.
- ❖ Tamanho: 6,5 metros e 3,5 toneladas.

### Espécie:

- *Caperea marginata* (baleia-franca-pigmeia)

## 4) Família Eschrichtiidae

- ❖ Apresenta uma única espécie.
- ❖ Encontrada no hemisfério Norte.
- ❖ Habita o oceano Pacífico.
- ❖ Possuem de duas a quatro ranhuras ventrais que não se expandem (não são sulcos ventrais).

- ❖ Barbatanas curtas – se alimentam de invertebrados no lodo.
- ❖ Tamanho: 15 metros.

**Espécie:**

- *Eschrichtius robustus* (baleia-cinza)

## Diversidade de Odontocetos

**Infraordem Odontoceti:** 10 famílias

### 1) Família Physeteridae

- ❖ Apresenta uma única espécie, já registrada no Brasil.
- ❖ Apresenta dimorfismo sexual (diferenças físicas entre machos e fêmeas) que está atrelado ao porte.
- ❖ São excelentes mergulhadores.
- ❖ A ecolocalização está associado ao melão (órgão).
- ❖ São cosmopolitas, principalmente de águas profundas.

**Espécie:**

- *Physeter macrocephalus* (cachalote)



**Figura 3.2.** Representação de um cachalote (*Physeter macrocephalus*). **Fonte:** Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA, 2019.

### 2) Família Kogiidae

- ❖ Apresenta duas espécies.
- ❖ Ambas registradas no Brasil.
- ❖ Habitam águas oceânicas, tropicais e temperadas quentes.

**Espécies:**

- *Kogia breviceps* (cachalote-pigmeu)

- *Kogia sima* (cachalote-anão)

### 3) Família Monodontidae

- ❖ Apresenta duas espécies.
- ❖ Não possuem nadadeira dorsal.
- ❖ Encontradas no hemisfério Norte.
- ❖ O narval possui um dente espiralado exteriorizado.

#### Espécies:

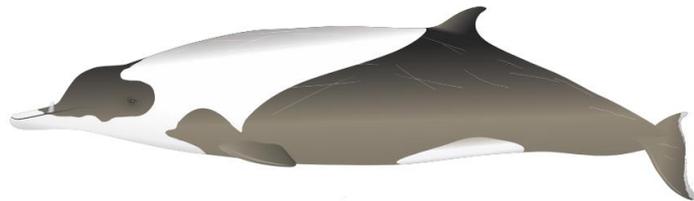
- *Monodon monoceros* (narval)
- *Delphinapterus leucas* (beluga)

### 4) Família Ziphiidae

- ❖ São 23 espécies nesta família.
- ❖ Possuem rostro estreito e mandíbula maior que a maxila.
- ❖ Nadadeira dorsal em posição mais posterior do que o usual.
- ❖ Ranhuras ventrais na “garganta” em forma de V.
- ❖ Habitam águas profundas, sendo excelentes mergulhadores.
- ❖ Número, forma e posição dos dentes ajudam na identificação das espécies.
- ❖ Nove espécies já foram avistadas no Brasil.
- ❖ Outras três espécies já foram possivelmente avistadas no Brasil.

#### Algumas espécies:

- *Hyperoodon planifrons* (baleia-bicuda-nariz-de-garrafa-do-sul)
- *Berardius arnuxii* (baleia-bicuda-de-Arnoux)
- *Ziphius cavirostris* (baleia-bicuda-de-Cuvier).



**Figura 3.3.** Representação de uma baleia-bicuda-de-Layard (*Mesoplodon layardii*). **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil* ICMBio/CMA, 2019.

**Observação:** O termo baleia é usado para mysticetos, entretanto todos os membros dessa família de odontocetos recebem o nome de baleia-bicuda devido ao uso popular durante muitos anos.

### 5) Família Delphinidae

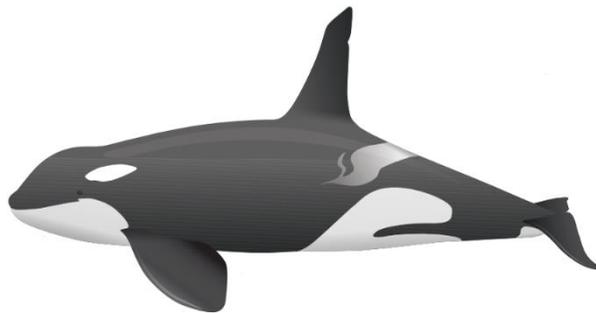
- ❖ É a maior família de odontocetos.
- ❖ Possui 37 espécies em 17 gêneros.
- ❖ Possuem grande variação de coloração.
- ❖ Tamanho: de 1,4 metros até 9 metros e 60kg até 10 toneladas.

#### “Black Fish”:

- ❖ Cinco gêneros com seis espécies.
- ❖ Padrão de coloração característico.
- ❖ Não possuem rostró definido.
- ❖ Tamanho: de 2 metros a 9 metros.
- ❖ Com três ou mais vértebras cervicais fundidas.

#### Algumas espécies:

- *Orcinus orca* (orca)
- *Globicephala melas* (baleia-piloto-de-peitorais-longas)



**Figura 3.4.** Representação de uma orca (*Orcinus orca*). **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil* ICMBio/CMA, 2019.

#### Demais Delphinidae:

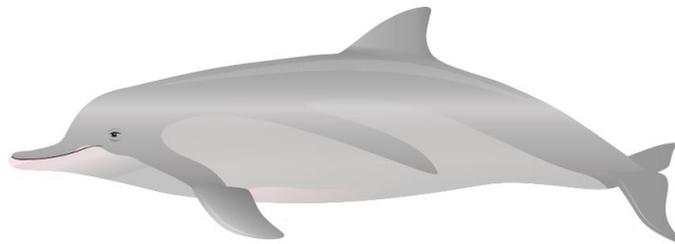
- ❖ Morfologia clássica de um golfinho.
- ❖ Com rostró definido e maioria com nadadeira dorsal.
- ❖ Duas ou mais vértebras cervicais fundidas.
- ❖ Tamanho máximo: 4 metros.
- ❖ Costumam formar grupos com vários indivíduos.
- ❖ 31 espécies em 12 gêneros.

**Algumas espécies:**

- *Steno bredanensis* (golfinho-de-dentes-rugosos)
- *Delphinus delphis* (golfinho-comum)
- *Sotalia guianensis* (boto-cinza) – **É o mais conhecido no Brasil.**
- *Sotalia fluviatilis* (tucuxi)
- *Tursiops truncatus* (golfinho-nariz-de-garrafa) – **É o mais conhecido no mundo.**
- *Stenella frontalis* (golfinho-pintado-do-Atlântico)
- *Stenella longirostris* (golfinho-rotador)

**Observação:**

- Não usar o termo “cardumes” para golfinhos e sim grupo.



**Figura 3.5.** Representação de um boto cinza (*Sotalia guianensis*). **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil* ICMBio/CMA, 2019.

**6) Família Phocoenidae**

- ❖ Conhecidos como “Porpoises” ou marsopas.
- ❖ Três gêneros com sete espécies.
- ❖ Não possuem rostro definido.
- ❖ Dentes escapulados.
- ❖ Duas espécies sem nadadeira dorsal (gênero *Neophocoena*)
- ❖ Cinco espécies com dorsal (gênero *Phocoena*)

**Algumas espécies:**

- *Phocoena phocoena* (marsopa-do-porto)
- *Phocoena sinus* (vaquita)

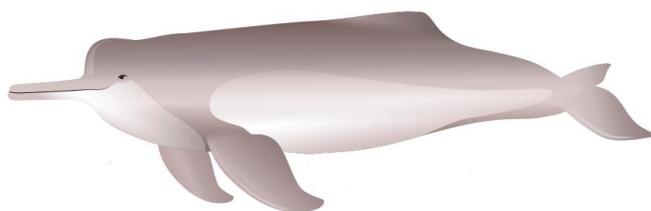
**7) Família Iniidae**

- ❖ Uma única espécie (o boto-cor-de-rosa).
- ❖ Com melão pronunciado.

- ❖ Possui heterodontia, olhos reduzidos e rostro longo.
- ❖ Vértex cervicais fundidas, com nadadeira dorsal rasa que ajuda com as manobras nos rios.
- ❖ Nascem cinzas e mesclam tons róseos com a idade.
- ❖ **Localização:** Bacia do Araguaia e do Amazonas.

**Espécie:**

- *Inia geoffrensis* (boto-cor-de-rosa ou boto-vermelho).



**Figura 3.6.** Representação de um boto-cor-de-rosa (*Inia geoffrensis*). **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil* ICMBio/CMA, 2019.

**8) Família Platanistidae**

- ❖ Apresenta uma única espécie.
- ❖ Olhos reduzidos, usados somente para detecção da luminosidade.
- ❖ Rostro longo, dentes exteriorizados, melão pronunciado.
- ❖ **Localização:** Índia, Bangladesh e Nepal (três bacias hidrográficas).

**Espécie:**

- *Platanista gangetica* (golfinho-do-rio-Ganges)

**9) Família Lipotidae †**

- ❖ Apresenta uma única espécie.
- ❖ Olhos reduzidos para detecção da luminosidade.
- ❖ Rostro longo e melão pronunciado.
- ❖ **Localização:** Rio Yangtzé, China.
- ❖ Em 2007 foi declarado extinto.
- ❖ Foi o 4º desaparecimento de uma família inteira de mamíferos desde 1500.
- ❖ Foi a 1ª extinção global de megafauna nos últimos 50 anos.

**Espécie:**

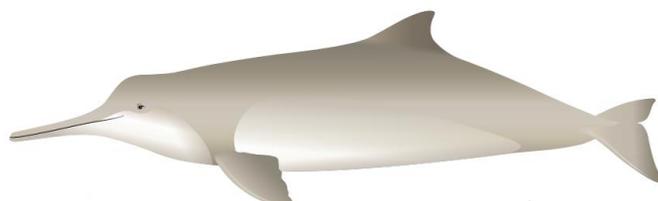
- *Lipotes vexillifer* (baiji)

### 10) Família Pontoporiidae

- ❖ Uma única espécie (toninha).
- ❖ Olhos reduzidos para detecção de luminosidade.
- ❖ Rostro longo e melão pronunciado.
- ❖ **Localização:** América do Sul – Brasil, Uruguai e Argentina.
- ❖ Águas costeiras e estuarinas.
- ❖ Ameaçado de extinção.

#### **Espécie:**

- *Pontoporia blainvillei* (toninha ou franciscana)



**Figura 3.7.** Representação de uma toninha (*Pontoporia blainvillei*). **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA, 2019.*

## *Diversidade de Sirênios*

Existem quatro espécies viventes de sirênios: peixes-boi (três espécies) e dugongos (uma espécie), divididos em duas famílias: Trichechidae (peixes-boi) e Dugongidae (dugongos).

- ❖ Habitam os trópicos e subtropicais.
- ❖ Os adultos medem de 2,8 metros a 4,5 metros.
- ❖ Passam a vida toda em meio aquático.
- ❖ **Biogeografia:** Amazônia, África, Oceano Índico e Pacífico, Américas.
- ❖ **Hábitos alimentares:** herbívoros pastadores.
- ❖ Habitam águas costeiras marinhas, estuarinas e doce.
- ❖ Não possuem nadadeira dorsal.

### 1) Família Dugongidae

#### *Dugong dugon*, Dugongo

- ❖ Nadadeira caudal sem furca.
- ❖ Sem unhas nas nadadeiras peitorais.
- ❖ Tamanho: 3,3 metros e 400kg.
- ❖ Habitam águas rasas dos oceanos Índico e Pacífico.

#### **Vaca-marinha-de-Steller (*Hydrodamalis gigas*)**

- Pertencia a família Dugongidae.
- Atingia até 8 metros e 10 toneladas.
- Herbívora.
- Habitava águas frias do hemisfério Norte.
- Foi extinta 27 anos depois de descrita, em 1768.

### 2) Família Trichechidae

#### *Trichechus inunguis*, Peixe-boi-amazônico

- ❖ Nadadeira caudal sem furca.
- ❖ Sem unhas na nadadeira peitoral.
- ❖ Exclusivos de água doce.
- ❖ Tamanho: 3 metros e 480kg.

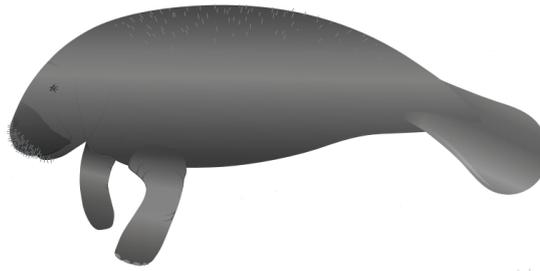
- ❖ **Localização:** Bacia Amazônica.



**Figura 3.8.** Representação de um peixe-boi-amazônico (*Trichechus inunguis*). **Fonte:** Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA, 2019.

***Trichechus manatus*, Peixe-boi-marinho**

- ❖ Nadadeira caudal sem furca.
- ❖ Com três a quatro unhas nas nadadeiras peitorais.
- ❖ Habitam águas marinha e salobra.
- ❖ Tamanho: 4 metros e 1,5 toneladas.
- ❖ **Localização:** América do Norte, Central e Sul (Oceano Atlântico).



**Figura 3.9.** Representação de um peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*). **Fonte:** Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA, 2019.

***Trichechus senegalensis*, Peixe-boi-africano**

- ❖ Nadadeira caudal sem furca e mais esbelta.
- ❖ Com nenhuma a quatro unhas nas nadadeiras peitorais.
- ❖ Habitam águas marinha, salobra e rios.
- ❖ Tamanho: 3,5 metros e 1 tonelada.
- ❖ **Localização:** Oeste da África.

## *Diversidade de Pinípedes*

Os pinípedes possuem uma diversidade de espécies e morfológica maior do que a dos sirênios e menor que a dos cetáceos.

- ❖ Tamanho: varia de 4 metros e 2,5 toneladas até 1,5 metros e 70 kg.
- ❖ Possui maior sucesso em altas latitudes.
- ❖ Existem espécies específicas de lagos separados do oceano: Lago Baikal e o Mar Cáspio (Europa/Ásia).
- ❖ São **carnívoros** que se alimentam de peixes, cefalópodes, bivalves, zooplâncton, pinguins e outros filhotes de pinípedes.

### **Ordem Carnivora**

Os pinípedes estão divididos em famílias monofiléticas com 33 espécies:

- **Odobenidae** (1 espécie) – morsas
- **Phocidae** (18 espécies) – focas e elefantes-marinhos
- **Otariidae** (14 espécies) – lobos-marinhos e leões-marinhos

**As diferenças estão na pelagem, fórmula dentária, apoio dos membros anteriores, unhas e pavilhão auditivo.**

#### **1) Família Phocidae**

- ❖ São 18 espécies.
- ❖ Conhecidas como focas verdadeiras e elefantes-marinhos.
- ❖ Ausência de pavilhão auditivo.
- ❖ Membros anteriores curtos.
- ❖ Pelos da região do focinho (vibrissae) curtos.
- ❖ Sem movimento quadrúpede em terra (rastejam).
- ❖ Locomoção na água por ondulação de membros posteriores.
- ❖ Grande diversidade de coloração.

#### **Espécies avistadas no Brasil:**

- *Mirounga leonina* (elefante-marinho-do-sul)

- *Leptonychotes weddellii* (foca-de-Weddell)

- *Lobodon carcinophaga* (foca-caranguejeira)

- *Hydrurga leptonyx* (foca-leopardo)



**Figura 3.10.** Duas focas-leopardo (*Hydrurga leptonyx*) representantes da família Phocidae.

**Fonte:** Berta et al., 2015.

## 2) Família Otariidae

- ❖ São 14 espécies.
- ❖ Conhecidos como lobos-marinhos e leões-marinhos.
- ❖ Presença de pavilhão auditivo externo.
- ❖ Membros anteriores longos.
- ❖ Vibrissae longa.
- ❖ Com movimento quadrúpede em terra.
- ❖ Locomoção na água por ondulação dos membros anteriores.
- ❖ Menor diversidade de coloração.
- ❖ Dimorfismo sexual entre machos e fêmeas.

### **Espécies avistadas no Brasil:**

- *Arctocephalus gazella* (lobo-marinho-Antártico)

- *Arctocephalus tropicalis* (lobo-marinho-subantártico)

- *Arctocephalus australis* (lobo-marinho-sul-americano)

- *Otaria byronia* (leão-marinho-sul-americano ou leão-marinho-da-patagônia) – **Forma pequenas colônias no sul do Brasil.**



**Figura 3.11.** Lobos-marinhos-subantárticos (*Arctocephalus tropicalis*) representantes da família Otariidae. **Fonte:** Berta et al., 2015.

### 3) Família Odobenidae

- ❖ Uma única espécie.
- ❖ Morsa (*Odobenus rosmarus*).
- ❖ **Localização:** Ártico.
- ❖ Ausência de pavilhão auditivo externo.
- ❖ Membros anteriores longos.
- ❖ Vibrissae longa.
- ❖ Com movimentos quadrúpedes em terra.
- ❖ Locomoção na água por ondulação dos membros anteriores.
- ❖ **Caninos longos e exteriorizados em adultos (maiores nos machos).**

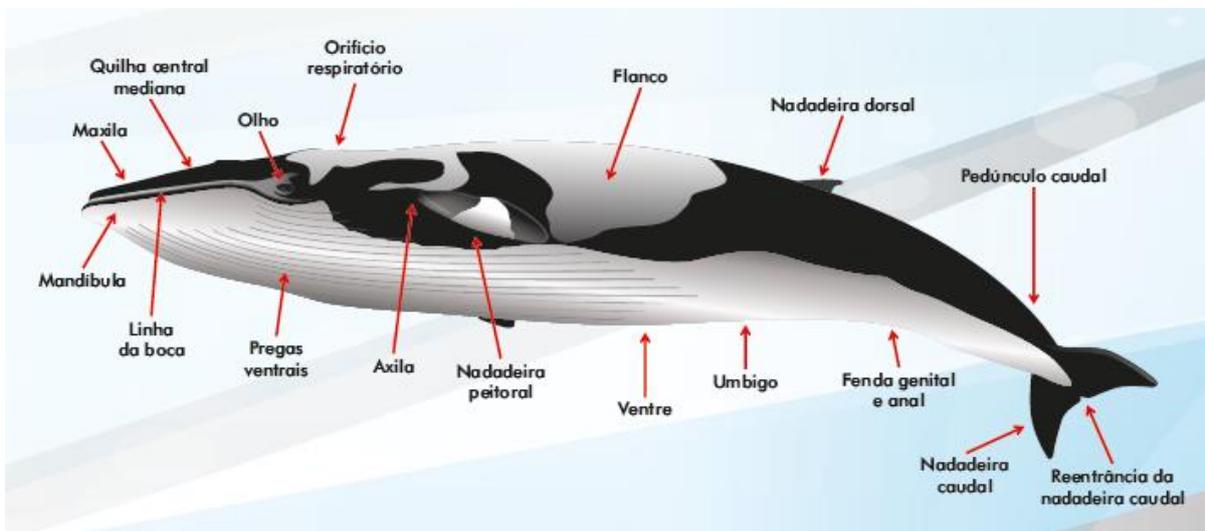


**Figura 3.12.** Duas morsas (*Odobenus rosmarus*) representantes da família Odobenidae. **Fonte:** Berta et al., 2015.

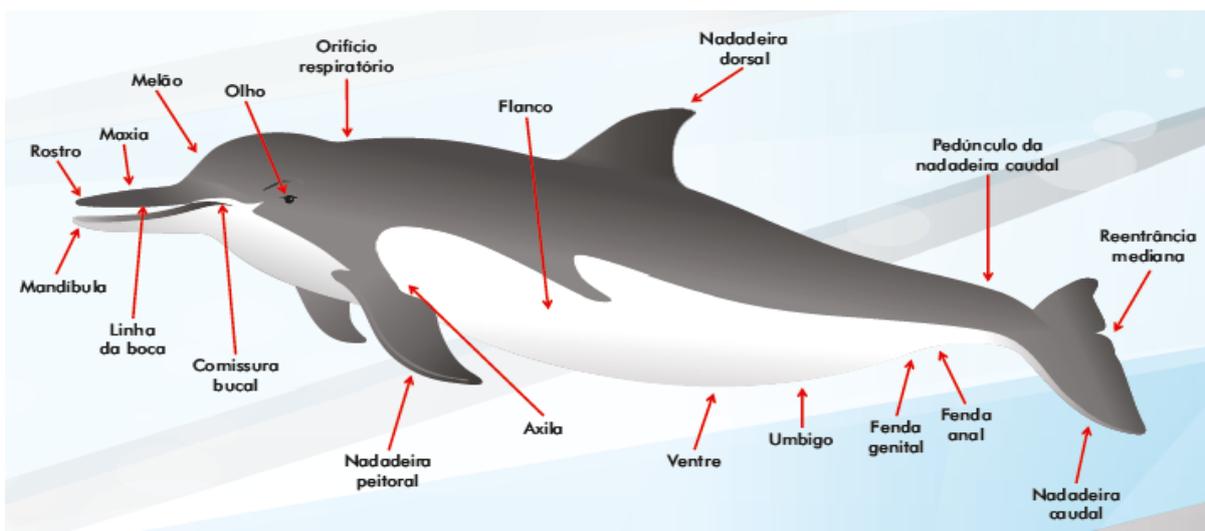
## CAPÍTULO 4

*Morfologia geral de mamíferos aquáticos*

Nesse capítulo iremos tratar resumidamente da morfologia externa e interna dos mamíferos aquáticos para que possamos aprofundar um pouco mais nosso conhecimento e assim facilitar o entendimento para os próximos capítulos.

**MORFOLOGIA EXTERNA DE CETÁCEOS**

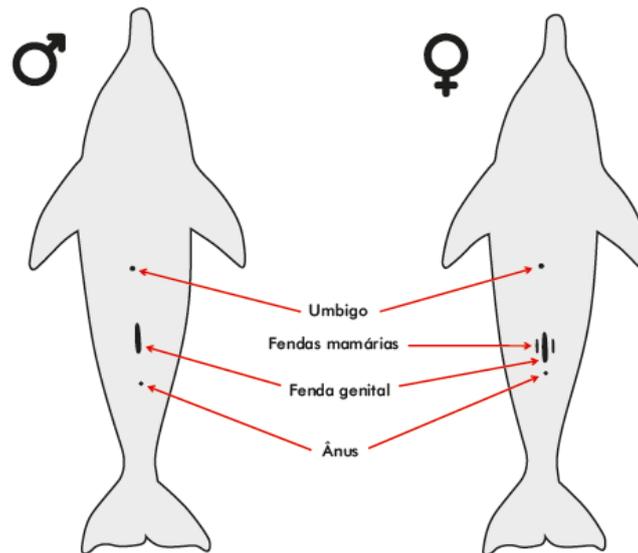
**Figura 4.1.** Morfologia externa geral de um misticeto. **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA, 2019.*



**Figura 4.2.** Morfologia externa geral de um odontoceto. **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA, 2019.*

- **Órgãos sexuais**

Os órgãos sexuais dos cetáceos estão posicionados na parte ventral do animal. Os machos possuem a fenda genital mais afastada da abertura anal dos que as fêmeas, que possuem a abertura anal, genital e a abertura das glândulas mamárias perto uma da outra e distantes do umbigo.



**Figura 4.3.** Vista ventral de um cetáceo, destacando as características externas que possibilitam a diferenciação entre os sexos. **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil* ICMBio/CMA, 2019.

- **Nadadeiras**

A **nadadeira caudal** é a responsável pelo deslocamento na água (propulsão), saltos, comunicação, defesa e apoio no substrato e está presente em todos os cetáceos.

Além disso a nadadeira caudal é usada na pesquisa para **identificação individual** por meio de sua forma e coloração. A mutilação parcial da nadadeira caudal pode acontecer e o tecido cicatriza, já a mutilação completa da nadadeira pode levar o indivíduo a morte.

A **nadadeira dorsal** é responsável pelo equilíbrio e auxílio para lidar com correntes de água, e não está presente em todos os cetáceos.

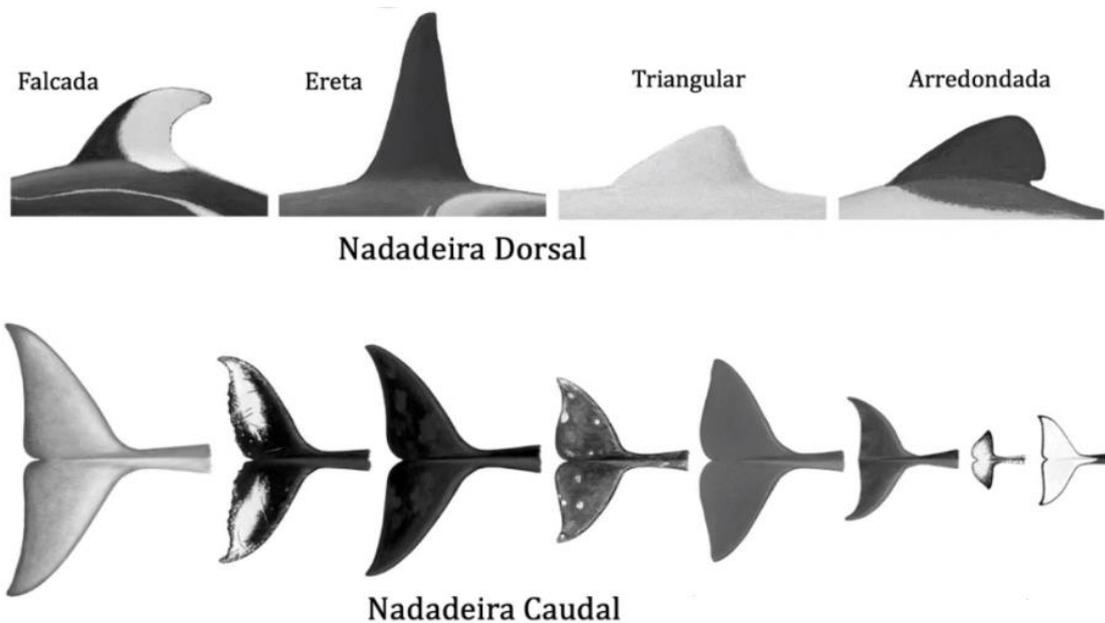
Além disso a nadadeira dorsal também é usada para **identificação individual** por meio da morfologia e de marcas permanentes feitas por meio de: interação social, idade e interação com artefatos humanos. A mutilação da nadadeira dorsal pode acontecer onde o tecido não se regenera apenas cicatriza e a maioria dos cetáceos sobrevive.

A **nadadeira peitoral** é responsável pela direção, comunicação, interação social e carregamento de objetos, além disso também está presente em todas as espécies de cetáceos.

A nadadeira peitoral não é normalmente utilizada para identificação individual.

Nadadeira caudal em peixes e cetáceos:	
<b>Peixes:</b> - Nadadeira caudal é na vertical. - Movimento para a esquerda e para a direita.	
<b>Cetáceos:</b> - Nadadeira caudal é na horizontal. - Movimento para cima e para baixo.	

Além disso as nadadeiras dos cetáceos possuem diferentes formas e tamanho o que também ajuda na hora de identificar as espécies.



**Figura 4.4.** Diferentes tipos de nadadeira dorsal e caudal de cetáceos. **Fonte:** Adaptado de Berta et al., 2006.

- **Porte**

Os cetáceos conseguem atingir **grandes portes**, como por exemplo a baleia-azul, o maior animal do planeta com 33 metros de comprimento, e isso se deve as condições possibilitadas pela reconquista do ambiente aquático. Além disso o grande porte **diminui muito o número de predadores** para essas espécies, entretanto os eventos de **encalhe** normalmente causam a **morte** do indivíduo, pois o efeito da gravidade sobre o grande porte acaba colapsando internamente o animal.

- **Revestimento e proteção**

A epiderme dos cetáceos é lisa e passa por trocas periódicas, podendo haver esfoliação da pele em águas mornas e salobras. Na hipoderme é onde se encontra o *blubber*, a camada de gordura que serve como isolante térmico, reserva de energia e auxilia na flutuabilidade. O *blubber* pode variar de espessura de acordo com a idade, o sexo e a sazonalidade e ainda pode haver variação interespecífica da concentração lipídica.

Os cetáceos não possuem nenhum tipo de glândula na pele e em algumas espécies há a presença de calosidades (como nas baleias-francas) que são concreções de pele.

A presença de pelos vestigiais é vista em filhotes de mysticetos e de pelos sensoriais táteis (mecanorreceptores e para orientação) é encontrada em odontocetos juvenis e adultos e em mysticetos filhotes, juvenis e adultos.

Os padrões de coloração variam de espécie para espécie dependendo da quantidade e de onde a melanina se concentra. Já foram relatados casos de albinismo e hipopigmentação em cetáceos.

## MORFOLOGIA INTERNA DE CETÁCEOS

- **Crânio**

O crânio de cetáceos é utilizado para identificação e descrição de espécies.

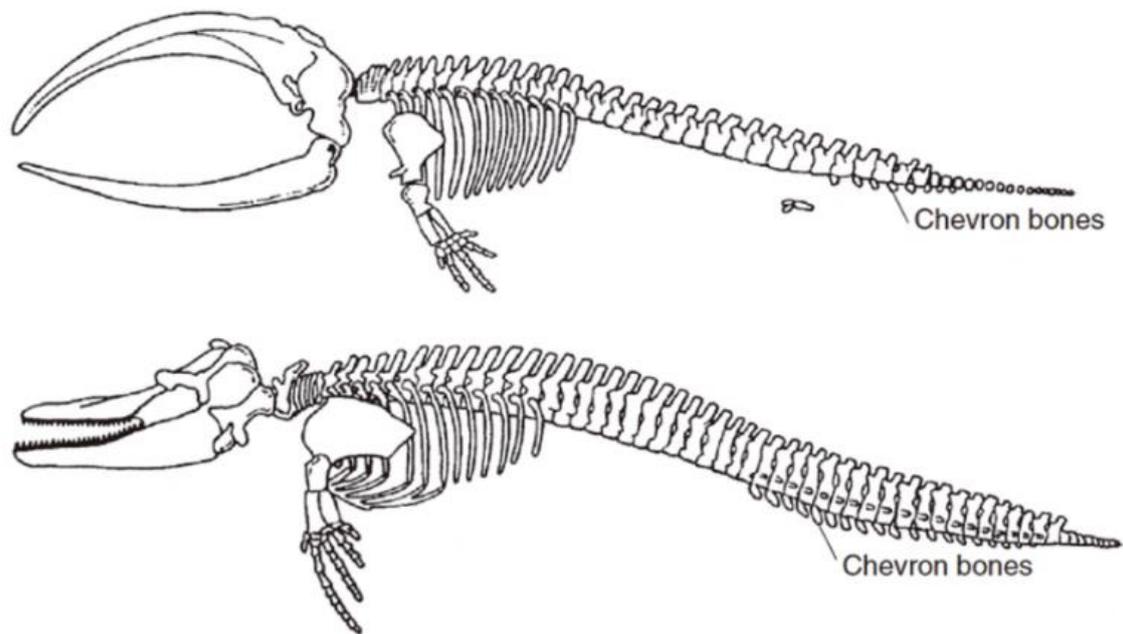
Por meio dos **dentes** (feitos de dentina) nos odontocetos é possível determinar a **idade** do animal e pelo número, formato e tamanho podemos **identificar a espécie**. Os dentes dos odontocetos são gastos conforme o uso, por isso indivíduos mais velhos possuem dentes mais gastos.

E por meio das **placas de barbatanas** (feitas de queratina) nos mysticetos, usando o número, cor e tamanho é possível **determinar a espécie**, mas não a idade, que é determinada por meio de um plug de cera no ouvido dos mysticetos.

- **Esqueleto axial**

A fórmula vertebral varia intra- e interespecificamente nos cetáceos. Eles possuem vértebras cervicais, torácicas, lombares e caudais. As duas primeiras vértebras cervicais são fundidas e nas vértebras caudais temos os *chevrons*, ossos que permitem que a nadadeira caudal se mova dorso-ventralmente.

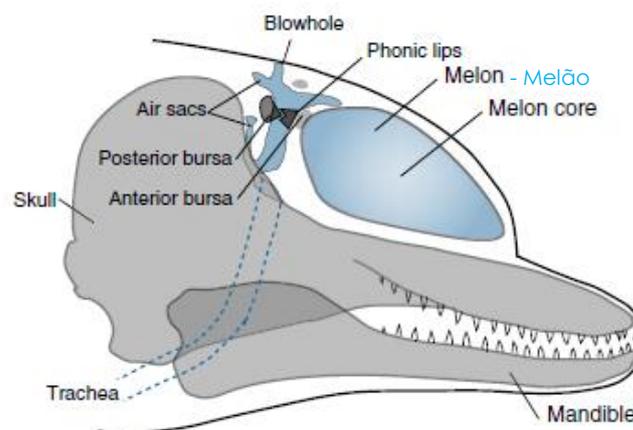
A nadadeira peitoral apresenta ossidificação e as nadadeiras dorsal e caudal não apresentam ossidificação, mas tecido conjuntivo denso.



**Figura 4.5.** Esqueleto de um mysticeto (acima) e de um odontoceto (abaixo) mostrando os *chevrons*, ossos que permitem que a nadadeira caudal se mova dorso-ventralmente. **Fonte:** Adaptado de Berta et al., 2015.

- **Melão (odontocetos)**

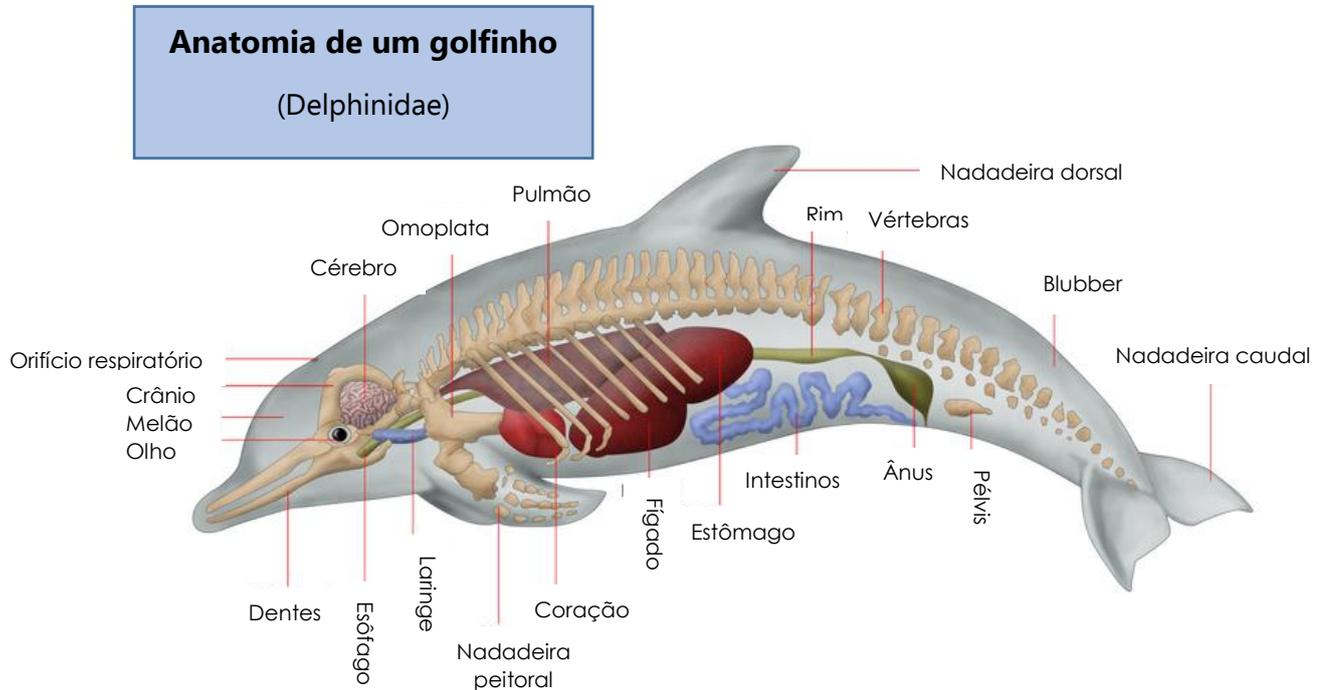
O melão é responsável por direcionar as ondas sonoras para o meio e é composto basicamente por gordura e possui uma conexão com o canal respiratório (o melão será melhor trabalhado no capítulo que falarmos de ecolocalização).



**Figura 4.6.** Ilustração da cabeça de um golfinho mostrando a posição do melão e de outras estruturas associadas a produção de som. **Fonte:** Adaptado de Berta et al., 2015.

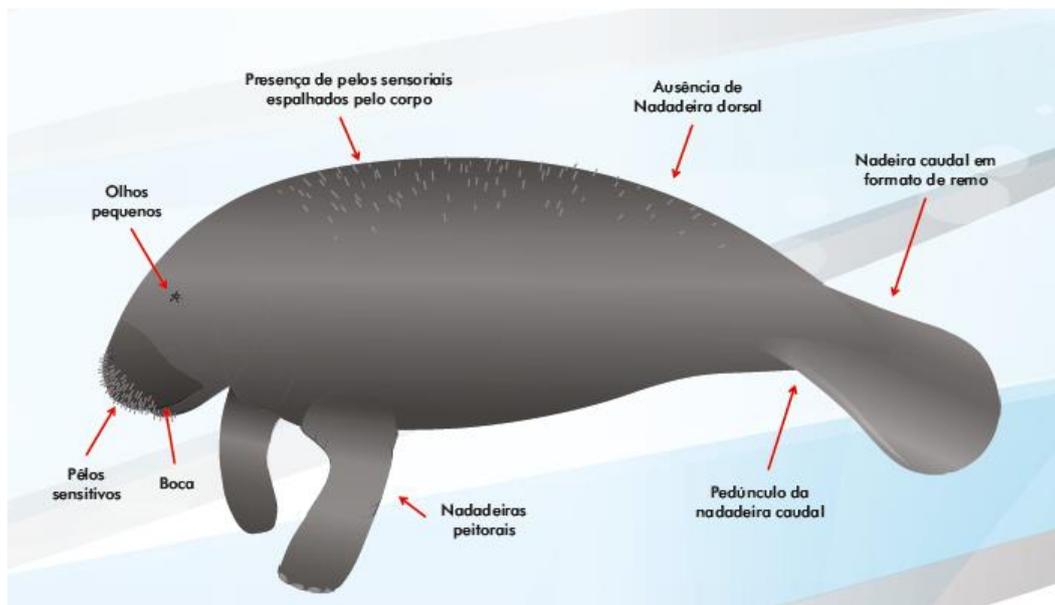
- **Anatomia dos órgãos internos**

Na imagem abaixo podemos ter uma noção da posição dos órgãos internos de cetáceos:



**Figura 4.7.** Anatomia interna de um cetáceo. **Fonte:** Adaptado de Wikimedia Commons\_Vetor por Wilfredor.

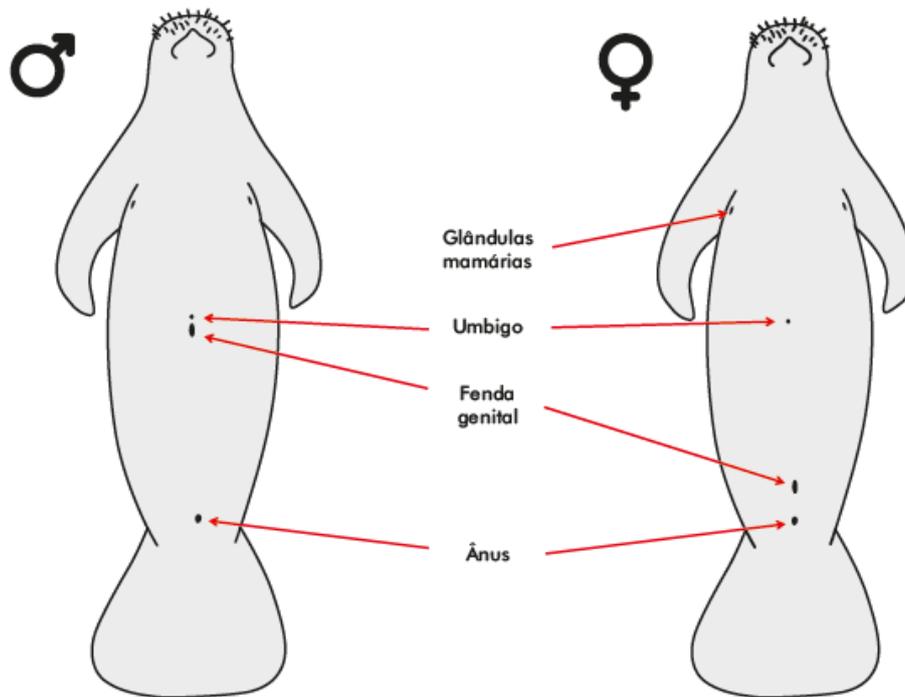
### MORFOLOGIA EXTERNA DE SIRÊNIOS



**Figura 4.8.** Morfologia externa geral de sirênios. **Fonte:** Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA, 2019.

- **Órgãos sexuais**

Os órgãos sexuais dos sirênios estão posicionados na parte ventral do animal. As fêmeas possuem a abertura genital longe do umbigo e próxima do ânus e os machos a abertura genital é próxima do umbigo e longe do ânus. Já as glândulas mamárias nos sirênios se encontram na base das nadadeiras peitorais.



**Figura 4.9.** Vista ventral de um sirênio, destacando as características externas que possibilitam a diferenciação entre os sexos. **Fonte:** *Guia Ilustrado de Identificação de Cetáceos e Sirênios do Brasil ICMBio/CMA*, 2019.

- **Nadadeiras**

As nadadeiras peitorais servem para alimentação (seguram o alimento) e para interações sociais. É muito comum que as nadadeiras peitorais fiquem presas em redes e armadilhas e acabem sendo mutiladas.

A nadadeira caudal de sirênios possui dois formatos diferentes dependendo da família ao qual o animal pertença. Na família Trichechidae a nadadeira caudal é mais arredondada e na família Dugongidae ela é semelhante a nadadeira caudal dos cetáceos.

Os sirênios não possuem nadadeira dorsal.

- **Lábios prensíveis**

Utilizados para pastagem, já que são animais herbívoros.

- **Unhas**

As unhas dos sirênios são rudimentares e se encontram no 2º, 3º e 4º dígitos dos peixes-boi-marinhos e peixes-boi-africano. O peixe-boi-amazônico e o dugongo não possuem unhas.

- **Revestimento e proteção**

Os sirênios possuem muitos melanócitos na epiderme o que dá a eles uma coloração cinza a cinza-escura. Possuem também uma derme muito grossa e na hipoderme se encontra o *blubber*.

Possuem pelos isolados pelo corpo, glândulas sebáceas rudimentares e vibrissae (pelos com função sensorial tátil) ao redor da boca.

### MORFOLOGIA INTERNA DOS SIRÊNIOS

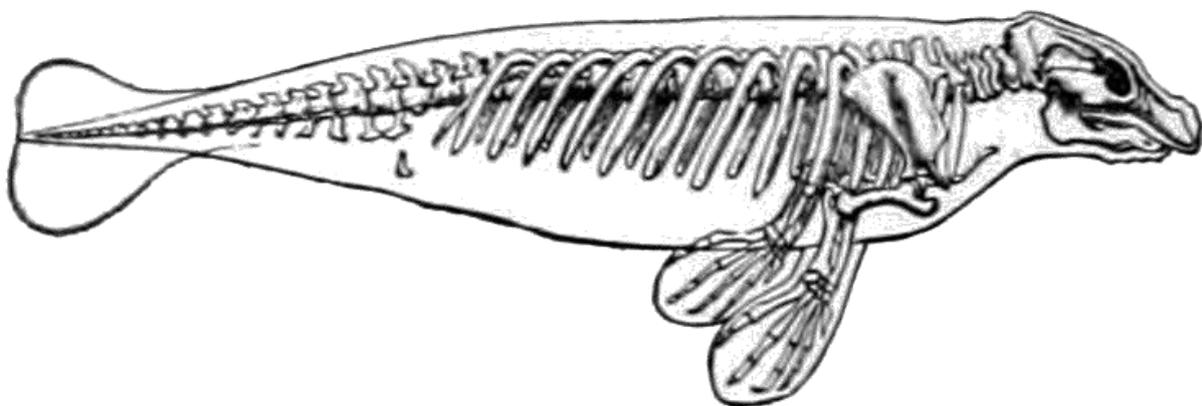
- **Crânio**

O crânio dos sirênios apresenta de 3 a 7 pares de dentes pós-caninos que são constantemente repostos, sendo que os dugongos apresentam menos dentes do que os peixes-boi.

No caso dos sirênios a determinação da idade ocorre através dos ossos no tímpano periótico.

- **Esqueleto axial**

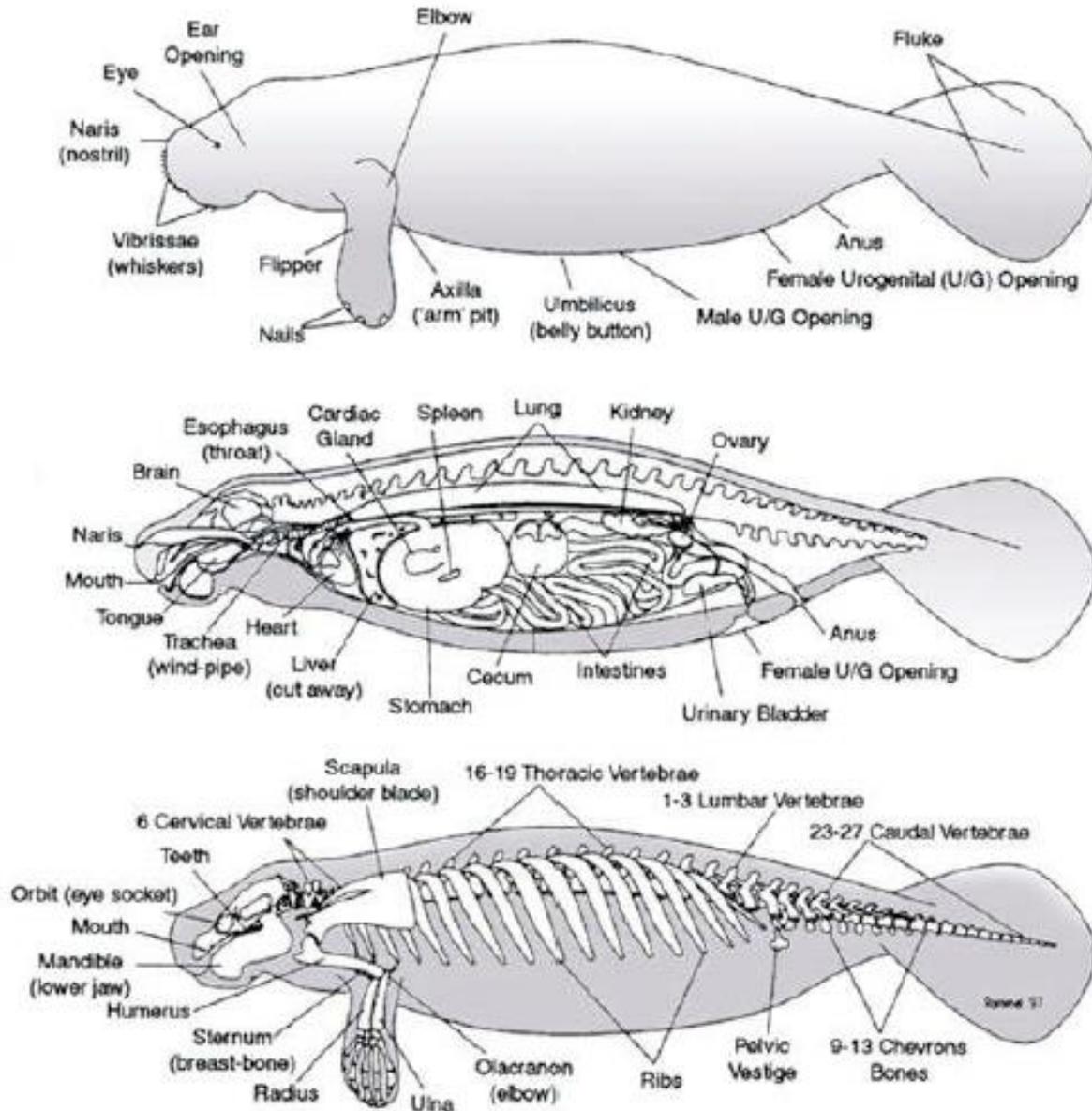
Os dugongos possuem entre 57 a 60 vértebras totais e os peixes-boi possuem entre 43 a 54 vértebras, além disso apresentam uma nadadeira peitoral óssea.



**Figura 4.10.** Esqueleto de um sirênio. **Fonte:** Wikimedia Commons.

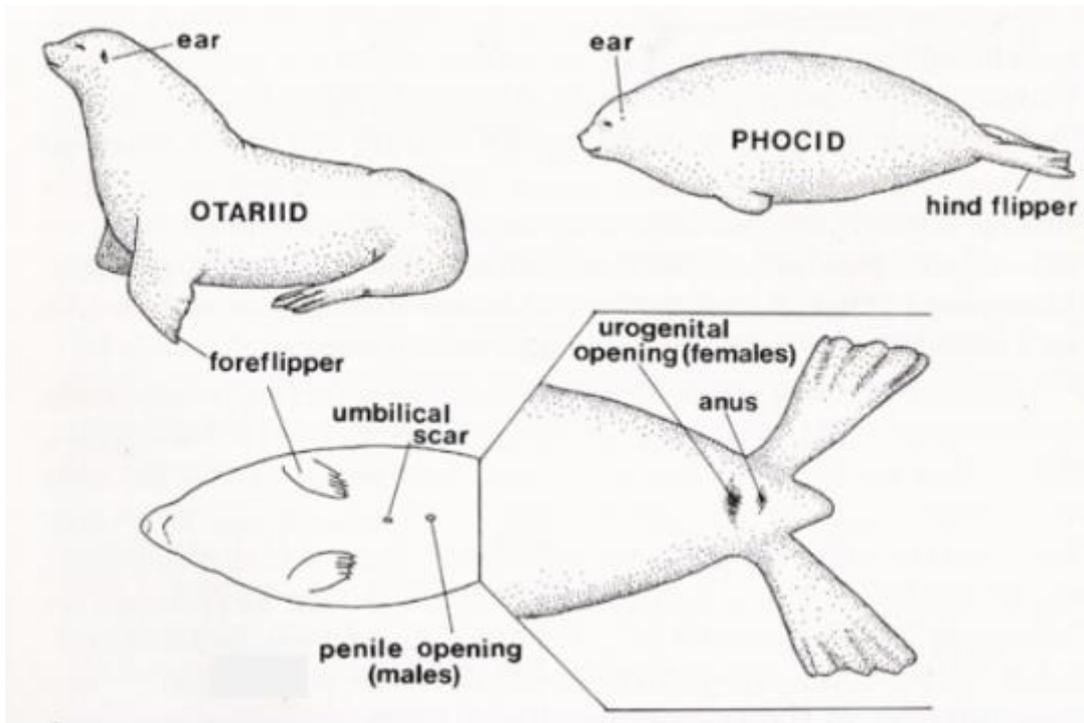
- Anatomia dos órgãos internos

Na imagem abaixo podemos ter uma noção da morfologia externa geral, da posição dos órgãos internos e do esqueleto dos sirênios:



**Figura 4.11.** Morfologia externa, interna e esqueleto de um sirênio. **Fonte:** University of Xavier - Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.

## MORFOLOGIA EXTERNA DE PINÍPEDES

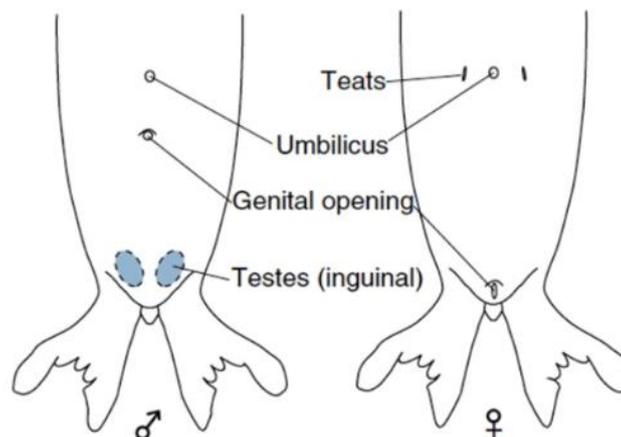


**Figura 4.12.** Morfologia externa geral de pinípedes. **Fonte:** Geraci & Lounsbury, 1993.

- **Órgãos sexuais**

Os órgãos sexuais dos pinípedes estão posicionados na parte ventral do animal. Os machos possuem a abertura genital próxima ao umbigo enquanto que nas fêmeas a abertura genital fica próxima do ânus e as glândulas mamárias próxima ao umbigo.

Em pinípedes o dimorfismo sexual é grande, principalmente na família Otariidae.



**Figura 4.13.** Vista ventral de um sirênio, destacando as características externas que possibilitam a diferenciação entre os sexos. **Fonte:** Berta et al., 2015.

- **Nadadeiras**

Os pinípedes possuem apenas as nadadeiras peitorais e caudal, chamadas respectivamente de **membros anteriores** e **membros posteriores**, sendo que os membros anteriores de Otariidae e Odobenidae possibilitam um movimento quadrúpede em terra, diferente de Phocidae onde os membros anteriores não têm essa função e com isso os animais rastejam em terra.

- **Pavilhão auditivo externo**

Apenas a família Otariidae possui pavilhão auditivo externo, ou seja, uma orelha, enquanto em Phocidae e Odobenidae está ausente.

- **Revestimento e proteção**

Diferente dos cetáceos os pinípedes possuem folículos pilosos, glândulas sebáceas e glândulas sudoríparas em sua pele e é na hipoderme que ocorre a camada do *blubber*.

O **pelo** em pinípedes confere a eles um **isolamento térmico** principalmente em regiões frias e podem ser encontrados em uma única camada ou duas. O crescimento desses pelos se dá por hormônios e sofre influência do fotoperíodo, da temperatura do ambiente e da reprodução.

O aumento da camada de pelos no pescoço ou o aumento de sua estrutura dérmica são consideradas características sexuais secundárias nos pinípedes.

O padrão de coloração se deve aos melanócitos presentes na epiderme e está relacionada a evolução com o ambiente, como por exemplo filhotes de foca que nascem no gelo e apresentam coloração branca, para camuflagem contra predadores, e que muda conforme o animal cresce.

Vibrissae é o nome dado aos pelos encontrados na face com funções sensoriais, como percepções táteis, detecção de sons e localização.

- **Unhas**

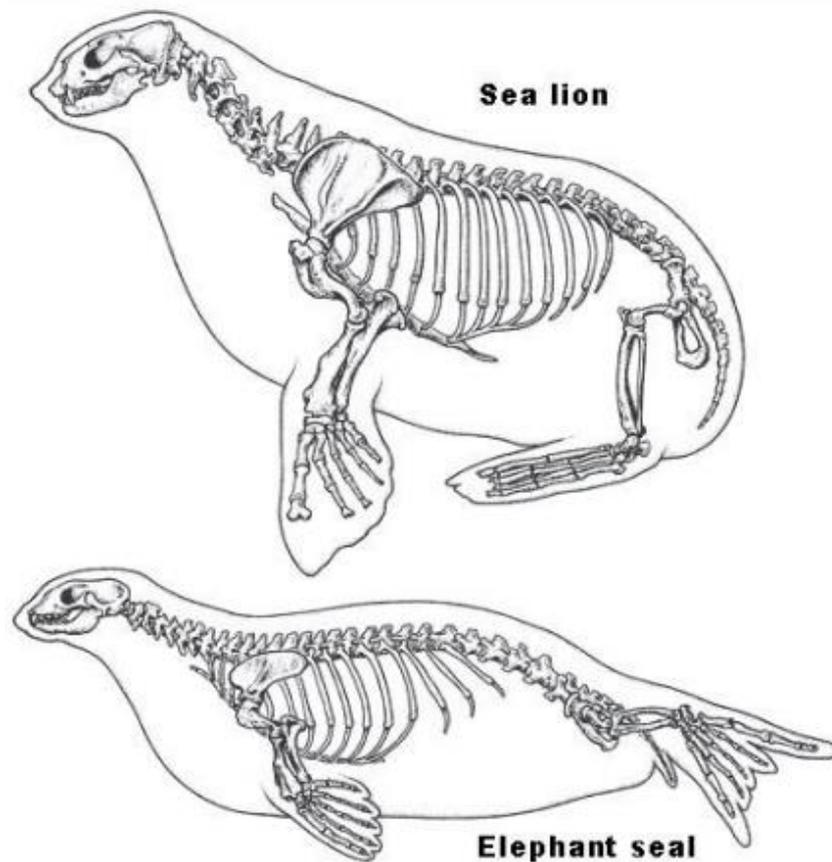
Possuem unhas nos membros posteriores e anteriores, usadas por exemplo para cavar tocas no gelo. Principalmente a família Phocidae possui unhas mais desenvolvidas.

## MORFOLOGIA INTERNA DE PINÍPEDES

- **Crânio**

A fórmula dentária em pinípedes é usada para identificar espécies e a determinação da idade se dá pela análise dos dentes caninos.

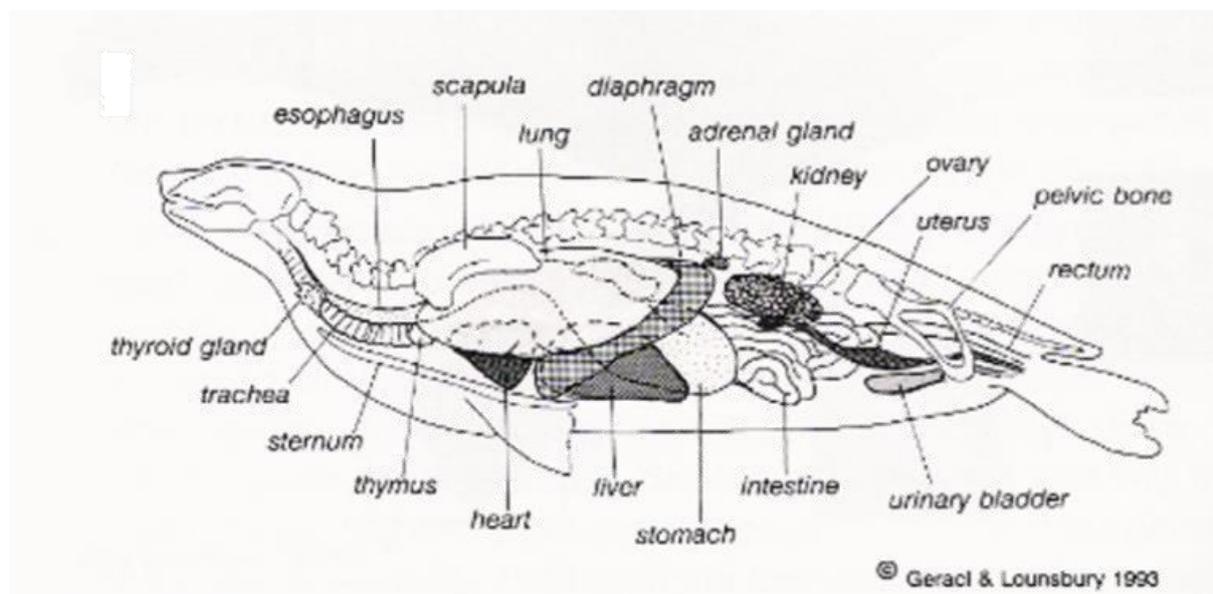
Os pinípedes são heterodontes (possuem dentes de diferentes tipos) e seus dentes de leite caem até o primeiro ano de vida.



**Figura 4.14.** Esqueleto de um leão-marinho (acima) e de um elefante-marinho (abaixo). **Fonte:** [www.ceres.udesc.br](http://www.ceres.udesc.br)

- **Anatomia dos órgãos internos**

Na imagem abaixo podemos ter uma noção da posição dos órgãos internos de pinípedes:



**Figura 4.15.** Anatomia interna de um pinípede. **Fonte:** Geraci & Lounsbury, 1993 modificado de Rommel, 1990.

CAPÍTULO 5

---

## *Principais adaptações ao meio aquático*

---

Como já sabemos os mamíferos aquáticos vieram de ancestrais terrestres e para se adaptar ao ambiente aquático algumas barreiras tiveram que ser superadas e nesse capítulo vamos falar um pouco mais sobre isso.

Diferentemente do ar, a água é 800 vezes mais densa e 60 vezes mais viscosa, além disso as forças que atuam sobre ela são o empuxo e a flutuação diferente do ar onde temos que lidar apenas com a gravidade. Tudo isso afeta a locomoção de um animal que era terrestre e passou a frequentar o ambiente aquático.

Os mamíferos aquáticos têm que lidar com três questões principais:

**BEM-ESTAR E LOCOMOÇÃO**, já que com o mergulho a pressão hidrostática (pressão da água sobre o corpo) aumenta, fazendo com que a locomoção seja mais difícil e os órgãos internos tenham que se adaptar a essa pressão para não colapsarem.

**MANUTENÇÃO DA TEMPERATURA CORPÓREA**, já que a condutividade térmica da água é 24 vezes maior que a do ar, fazendo com que o animal perca calor para a água mais rapidamente do que no ar.

**MANUTENÇÃO DA HOMEOSTASE OSMÓTICA**, devido a salinidade imposta pelo ambiente.

E quais seriam as principais diferenças entre o ambiente aquático e o terrestre?

1. Inabilidade para trocas gasosas o tempo todo.
2. Taxa elevada de perda de calor para o meio.
3. Falta de ação relativa da força de gravidade.
4. Resistência ao movimento.
5. Características de propagação do som.
6. Condições baixas de luminosidade (exceto na superfície).

Os cetáceos passam toda a vida no ambiente aquático e são mais complexos, em termos de adaptações, do que os sirênios e pinípedes, pois surgiram primeiro.

As adaptações dos cetáceos ao ambiente aquático são:

- A presença de um orifício respiratório no topo da cabeça, o que promove trocas gasosas mais rápidas e não precisam tirar os olhos de dentro d'água, porém ainda dependem do ambiente aéreo para ter acesso ao oxigênio.
- Capacidade de bloquear a respiração até 120 minutos (maior tempo de mergulho já registrado).
- Presença do *blubber* como isolante térmico, para ajudar na flutuabilidade e como reserva de energia.
- Sistema de contracorrente para a manutenção da temperatura corporal.
- Sem a força da gravidade agindo sobre seus corpos, conseguiram atingir portes muito maiores do que em terra.
- Não possuem pelos pois interferem na hidrodinâmica.
- Suas genitálias e glândulas mamárias são internas, uma forma de protegê-las.
- Possuem nadadeira caudal na horizontal.
- Uso da acústica (ecolocalização) é maior do que o da visão para captar informações do ambiente, já que os sons navegam mais rápido na água do que no ar e a visão pode ser prejudicada pela baixa visibilidade da água (turbidez da água).

Os sirênios também vivem suas vidas inteiras dentro d'água, porém suas adaptações para o ambiente aquático não são tantas como as dos cetáceos:

- Há a presença do *blubber*.
- Possuem narinas, com isso suas trocas gasosas não são tão rápidas e também dependem do meio aéreo para conseguir oxigênio.
- Não possuem ecolocalização, com isso a visão e tato são mais desenvolvidos para captar informações do ambiente.

Já os pinípedes não passam sua vida inteira dentro d'água, ficando certos períodos do ano em terra firme para reprodução e troca de pelo, além disso entre os três grupos estudados aqui os pinípedes possuem o surgimento mais recente evolutivamente.

Suas adaptações para o ambiente aquático são diferentes por pertencerem a linhagem Carnívora:

- “Pés transformados em nadadeiras”.
- A natação nos pinípedes é feita pelos membros anteriores e posteriores que também servem de apoio em terra firme.
- A pelagem é curta, densa e flexível para manutenção da temperatura corporal.
- Possuem um corpo hidrodinâmico.
- Possuem narinas, com isso suas trocas gasosas não são tão rápidas e também dependem do meio aéreo para conseguir oxigênio.
- Não possuem ecolocalização, com isso a visão e tato são mais desenvolvidos para captar informações do ambiente.

Ao listarmos acima as principais adaptações dos mamíferos aquáticos ao ambiente aquático percebemos que as características do ambiente foram os fatores-chave para que essas adaptações acontecessem e é por isso que vamos detalhar quatro desses fatores:

## **1. LOCOMOÇÃO E MORFOLOGIA x MEIO AQUÁTICO**

Os mamíferos terrestres possuem corpos adaptados ao ambiente terrestre, com membros esguios e uma pequena superfície planar para os que desejam atingir altas velocidades, já na água para atingir esse mesmo objetivo é necessário que o esqueleto apendicular seja reduzido, o corpo hidrodinâmico e os apêndices de propulsão largos.

Para a transição evolutiva de um modo de locomoção para outro, os custos energéticos são diferentes. Em uma locomoção terrestre os custos de manutenção e locomoção são baixos, em uma locomoção semiaquática a um aumento dos custos de manutenção e um grande aumento dos custos de locomoção e em uma locomoção aquática os custos para manutenção são semelhantes ao da locomoção semiaquática e o custo da locomoção diminuem ou se iguala ao da locomoção terrestre.

A hidrodinâmica em mamíferos aquáticos se dá pelo formato do corpo, a cobertura corporal (pelo ou pele lisa) e tamanho das estruturas propulsoras. Dentro da água a massa desses animais não interfere nas suas velocidades máximas e médias, o que importa mesmo é a estrutura propulsora.

## 2. FISIOLOGIA DO MERGULHO

Os pulmões de mamíferos aquáticos são semelhantes ao dos mamíferos terrestres em sua composição, entretanto apresentam diferenças nas funções.

Em mamíferos terrestres e em mamíferos aquáticos de superfície o sistema é aberto, ou seja, o armazenamento de oxigênio é igualitário nos sistemas respiratório, cardiovascular e nas células.

Já em mamíferos que mergulham em grandes profundidades existe um grande armazenamento de oxigênio nas células, proporcionado pela presença de mioglobina, uma proteína que armazena oxigênio na célula. Nesses mergulhos a um colapso dos pulmões (para diminuir a flutuabilidade), seguido pela bradicardia (diminuição dos batimentos cardíacos) e pela alteração na distribuição do sangue.

Os grandes mergulhadores possuem pulmões e órgãos com dupla capacidade: de resistência e de elasticidade. Além disso existe uma classificação dentro desses mamíferos mergulhadores, os **mergulhadores de superfície**, que possuem uma traqueia com anéis calcificados o que impossibilita mergulhos profundos e os **mergulhadores de profundidade**, que possuem uma traqueia que pode ser comprimida sem se danificar.

Durante mergulhos longos existem algumas limitações, principalmente no balanço entre demanda de uso e conservação de oxigênio. Por isso os mamíferos aquáticos utilizam o sangue e os músculos como reservatório de oxigênio (considerando que o pulmão de muitas espécies entra em colapso). Nesse processo existem três elementos essenciais para o sucesso do mergulho: a **mioglobina** que carrega e armazena oxigênio nos músculos, a **hemoglobina** que transporta oxigênio no sangue e a **rete mirabile**, uma complexa rede de artérias e veias em fluxo de contracorrente responsável pela troca de íons, calor e gases entre paredes, promovendo a termorregulação, a osmorregulação e o armazenamento de oxigênio. Essa rede está presente em peixes, aves e mamíferos e é muito mais complexa nos mamíferos mergulhadores, se espalhando pelo corpo todo. A rete mirabile é um componente anatômico de extrema importância aos cetáceos, pinípedes e sirênios.

Em mamíferos as respostas fisiológicas à submersão são: apneia (suspensão da respiração), bradicardia e a vaso constrição periférica (o que permite um suprimento maior de oxigênio em órgãos vitais). Após o mergulho a um aumento da taxa cardiorrespiratória.

Mas e o descanso desses animais depois de longos mergulhos? Estudos em cativeiro mostraram uma redução do metabolismo e um revezamento de hemisférios cerebrais.

### 3. TERMORREGULAÇÃO

Nesse tópico o desafio dos mamíferos é o de manter o corpo quente em águas frias e para isso houveram adaptações morfológicas e fisiológicas.

Para manter ou dissipar o calor os mamíferos aquáticos se utilizam da vasoconstrição e da vasodilatação e do sistema de contracorrente por meio da rete mirabile.

Para dissipar o calor os mamíferos aquáticos usam a respiração, colocam os membros anteriores e posteriores para fora d'água no caso dos pinípedes, transpiram por meio de glândulas sudoríparas também no caso dos pinípedes e por outros comportamentos específicos.

Para manter o calor os cetáceos, os sirênios e a família Phocidae usam sua camada de *blubber* enquanto que Otariidae e Odobenidae usam a pelagem e a camada de *blubber*.

### 4. OSMORREGULAÇÃO

A osmorregulação em mamíferos é o controle da concentração e do volume de fluidos interno em intervalos sem grandes desvios. Os mamíferos são considerados **hiposmóticos**, ou seja, seus fluidos possuem menos solutos do que o meio, que seria a água salgada, no caso dos mamíferos aquáticos, o que acarreta um perigo de perda de água para o meio.

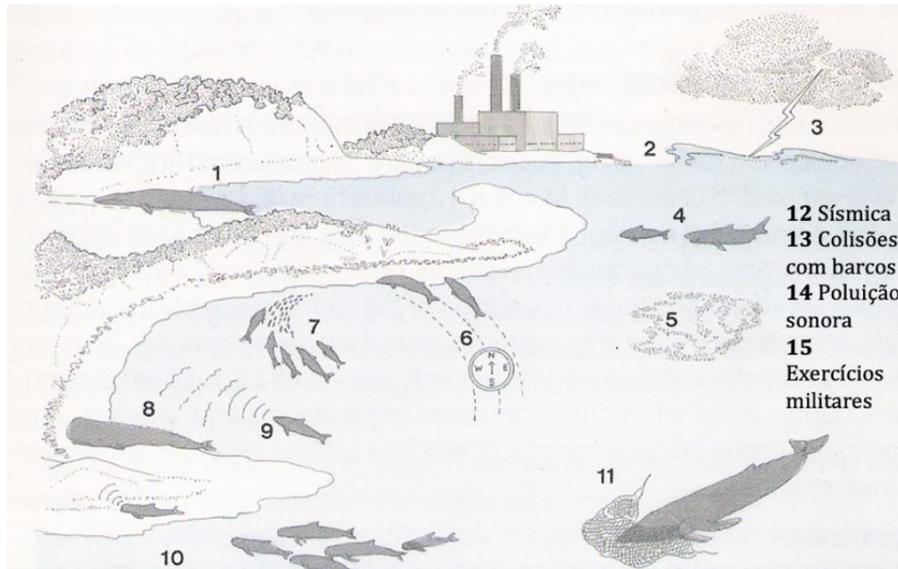
O rim é o principal órgão osmorregulador dos mamíferos. Em cetáceos, por exemplo, os rins filtram a água ingerida acidentalmente com o alimento e a água do próprio alimento, produzindo assim a urina. Os rins de mamíferos aquáticos marinhos são maiores e mais complexos; compostos por vários reniculus, podendo chegar a 3.000 unidades em mysticetos; do que os dos mamíferos terrestres devido ao meio em que vivem (água salgada).

O acesso a água se dá pelo alimento (60% a 80%), pelo metabolismo do *blubber* e pela água ingerida ao acaso. E a perda de água se dá pela respiração, pela pele (esfoleamento), pelo leite produzido pelas fêmeas e pelas fezes e urina. Já foi relato o comportamento de consumir gelo para obtenção de água, conhecido como “mariposia”. Nos ambientes de água doce, o consumo é direto. Sabe-se ainda que durante um período de jejum até 98% das reservas de gordura podem ser consumidas para obtenção de água e energia.

## EVENTOS DE ENCALHE: Contramão da evolução

Eventos de encalhe culminam na presença de mamíferos aquáticos à costa, cujas causas podem ser naturais ou antrópicas, sendo que os mamíferos podem estar mortos, morrerem em decorrência do encalhe ou podem ser encontrados vivos e liberados com ou sem ajuda humana.

A seguir listaremos 15 motivos que podem motivar encalhes em massa ou de um único indivíduo em mamíferos aquáticos:



**Figura 5.1.** Motivos que podem levar a encalhes de mamíferos aquáticos. **Fonte:** Adaptado de Geraci & Lounsbury, 1993. *Marine Mammals Washed Ashore: Field Guide For Strandings*.

1. Variação rápida da maré.
2. Poluição química.
3. Condições adversas do clima e oceanográficas (por exemplo tsunamis).
4. Fuga de predadores para águas rasas.
5. Marés vermelhas.
6. Desorientação dos polos magnéticos da Terra.
7. Perseguição de presas em águas rasas.
8. Doenças naturais.
9. Reverberação errada das ondas sonoras.
10. Coesão social.
11. Capturas acidentais em operações de pesca.
12. Sísmica (terremotos ou prospecção de petróleo).
13. Colisões com barcos.

14. Poluição sonora.

15. Exercícios militares.

➡ **Pode haver mais de um fator causador do encalhe.**

Ao encontrar um animal encalhado deve-se fazer uma avaliação do contexto para se descobrir a causa do encalhe:

1º) Avaliar o dia anterior ao encalhe.

2º) Avaliar os organismos do encalhe em todos esses 15 aspectos.



## CAPÍTULO 6

---

### *Sistemas Sensoriais*

---

Nesse capítulo falaremos um pouco sobre os sistemas sensoriais utilizados pelos mamíferos aquáticos nos mais variados aspectos de suas vidas.

Primeiramente precisamos lembrar como os fatores ambientais moldaram as principais adaptações dos cetáceos, sirênios e pinípedes ao meio ambiente:

#### OXIGÊNIO

Os mamíferos aquáticos precisaram adaptar meios de armazenar o oxigênio necessário enquanto mergulham, já que não conseguem respirar em baixo da água e dependem integralmente do meio aéreo e para isso desenvolveram a rete mirabile e o gerenciamento e armazenamento de oxigênio em músculos e no sangue.

#### TEMPERATURA DA ÁGUA

Para manterem a temperatura corporal constante os mamíferos aquáticos usaram de meios como o *blubber*, pelos (nos pinípedes), a rete mirabile, o sistema de contracorrente e a migração para áreas mais quentes.

#### PRESSÃO EM SUBMERSÃO

Para conseguirem suportar a pressão durante mergulhos em grandes profundidades, algumas estruturas foram adaptadas como os pulmões que são mais elásticos e resistentes e a restrição da circulação a órgãos vitais.

#### ACESSO À ÁGUA DOCE E OSMORREGULAÇÃO

Como o acesso a água doce é muito difícil para mamíferos aquáticos de água salgada eles tiveram que se adaptar a extração de água dos alimentos, a geração de água pelo metabolismo do *blubber* e a retirada diretamente do meio (acidentalmente ou não) e para isso seus rins foram modificados e a rete mirabile também ajuda nessa função.

## COMUNICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

Para se comunicarem os odontocetos utilizam os sons e a ecolocalização, os mysticetos utilizam os sons, seus pelos sensoriais e vibrissae e os pinípedes usam suas vibrissae e a visão bem como os sirênios.

## LUZ E TURBIDEZ DA ÁGUA

Em ambientes de pouca luminosidade e com águas turvas o uso da visão pode ser comprometido, por isso as vibrissae, a ecolocalização e o uso de sons na água são maneiras eficientes de se localizar.

➡ Para todas essas adaptações citadas os **sistemas sensoriais** são essenciais e discutiremos a seguir alguns deles:

### **VISÃO na terra e na água**

#### **Cetáceos**

- Seus olhos estão na lateral do corpo.
- Não apresentam glândulas lacrimais.
- Presença de glândulas de Harderian para produção de muco para lubrificação e proteção dos olhos.
- Não enxergam cores, distinguindo apenas tons mais claros e escuros.
- **Ecolocalização** em odontocetos (“enxergam” por meio de sons).
- Acomodação visual fora d’água.
- Possuem uma esclera muito grossa no olho para resistir à pressão.

#### **Sirênios**

- Possuem olhos pequenos.
- Presença de glândulas de Harderian para produção de muco para lubrificação e proteção dos olhos.
- Ocupam ambientes de turbidez variada.
- Possuem células receptoras do tipo cones e bastonetes.
- Possuem um visão bi-cromática.

## Pinípedes

- Possuem olhos grandes, com exceção das morsas.
- Protegidos por epitélio altamente queratinizado na córnea.
- Possuem uma esclera muito grossa no olho para resistir à pressão.
- Presença de glândulas de Harderian para produção de muco para lubrificação e proteção dos olhos.
- Acomodação na água e na terra.

## AUDIÇÃO na terra e na água

### Cetáceos

- Odontocetos de água doce: dependem muito da ecolocalização (melão – estrutura muito importante na ecolocalização – é proeminente).
- Odontocetos marinhos: melões menos proeminentes do que os de água doce, porém também muito dependentes da ecolocalização.
- Baleias-bicuda e cachalotes: são os melhores mergulhadores, com melões bem desenvolvidos para buscar presas em grandes profundidades e estruturas cranianas hiperalométricas (com tamanhos maiores).
- Misticetos: usam som para comunicação (sons de baixa frequência).
- Captação dos sons se dá pelo **blubber**.
- Não existe pavilhão auditivo externo – orelha.
- **Melão**: ótimo condutor de ondas sonoras.
- **Mandíbula**: receptora de sons.

## ECOLOCALIZAÇÃO

- Som se propaga mais rápido na água do que no ar.
- Usado por odontocetos e morcegos (é uma convergência evolutiva, ou seja, surgiu independente nos dois grupos).

### Como acontece a ecolocalização?

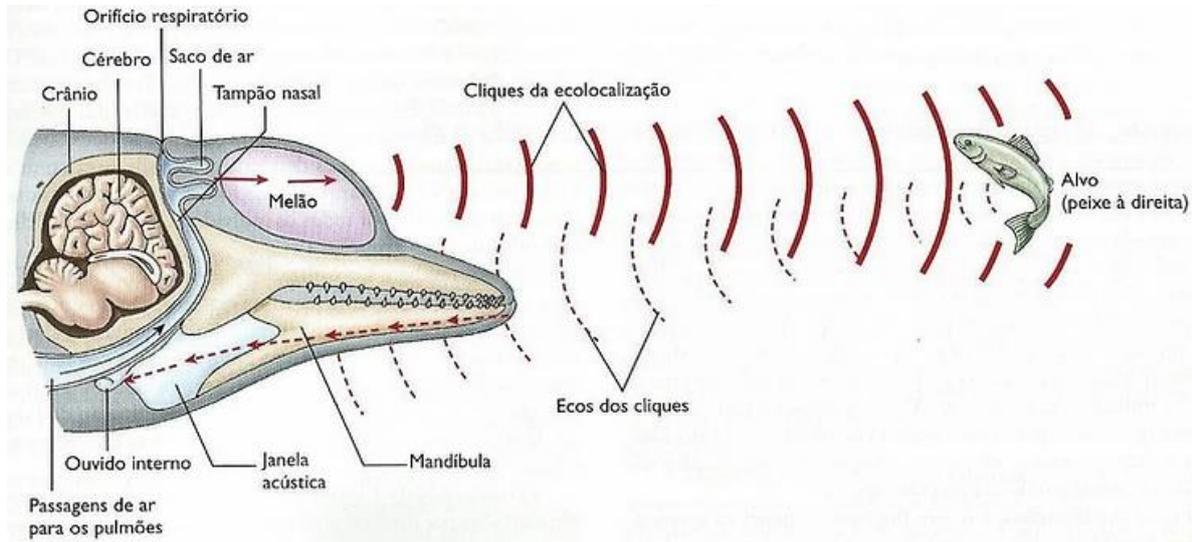
1º) **Sacos aéreos**: produzem as ondas sonoras.

2º) **Melão**: composto de gordura que direciona as ondas sonoras para o meio (localizado na cabeça – “testa”).

3º) Ondas sonoras atingem **presas, predadores, obstáculos e congêneres** e voltam.

4º) **Mandíbula:** Possui um canal de gordura que capta as ondas sonoras que voltaram.

5º) **Ouvido interno** transporta a informação ao **cérebro** que codifica as ondas sonoras.



**Figura 6.1.** Representação de como acontece a ecolocalização em odontocetos e as estruturas envolvidas. **Fonte:** Castro & Huber, 2012.

### VIBRISSAE para localização

- Encontrada nos mysticetos (não possuem ecolocalização).
- Detectam características químicas da água.
- Usada para orientação e captura de presas.

### COMUNICAÇÃO em cetáceos

- **Emissões sonoras:** canções, assobios.
- **Funções:**
  - Contato com congêneres.
  - Orientação.
- São sons de baixa frequência.
- Percorrem longas distâncias.

### Sirênios

- Usam os sons para comunicação.

**Pinípedes**

- Vocalização em terra para reprodução.
- Comunicação em meio aquático também por sons.

**TATO**

- Pinípedes: usam tanto no ambiente terrestre quanto no aquático.
- Cetáceos e sirênios: usam para localização de congêneres, socialização e interações (usando o corpo).
- Sirênios: Também usam o tato para alimentação.

**OLFATO**

- Não deve ser muito eficiente no meio aquático.
- Odontocetos adultos: sem bulbos olfativos ou nervos.
- Misticetos: bulbos olfativos reduzidos.
- Sirênios: órgão olfativo bem desenvolvido, usado para a escolha do alimento.
- Pinípedes: lobos olfativos pequenos que devem ser usados para interações sociais.

**PALADAR**

- Cetáceos: com papilas gustativas na língua, porém não mastigam o alimento.
- Sirênios: possuem mais papilas gustativas que os cetáceos e possuem também glândulas serosas e mucosas, além de selecionarem o alimento (herbivoria).
- Pinípedes: possuem papilas gustativas.

**SISTEMA NERVOSO**

- Cérebros relativamente pequenos.
- Odontocetos: hipertrofia da região auditiva do cérebro.
- Sirênios: sem circunvoluções na superfície do cérebro.

**INTELIGÊNCIA**

A inteligência deve ser compreendida por meio das histórias evolutivas dos distintos grupos em seus meios e muitas perguntas devem ser feitas como: O que seria inteligência? Como avaliar? Como extrair o componente antropogênico dessa avaliação?

**CAPÍTULO 7**

---

***Fauna e Flora Acompanhante***

---

Conforme os mamíferos aquáticos desbravam os oceanos, vários organismos, tanto da flora quanto da fauna, acabam se agarrando neles e são levados juntos para outras regiões, acompanhando-os durante o caminho, por isso nesse capítulo vamos detalhar um pouco mais esses pequenos viajantes.

**INTERAÇÕES ECOLÓGICAS**

Os diferentes organismos ao interagirem uns com outros acabam por estabelecer o que nós chamamos de interações ecológicas e que podem ser classificadas em:

**COMENSALISMO**

- Relação de ganho para um organismo e neutralidade para o outro.
- São as interações com cracas, copépodos (crustáceos), piolhos-de-baleia e peixes-rêmonas, quando não provocam injúrias aos cetáceos e sirênios.

**MUTUALISMO**

- Relação quando ambos saem ganhando.
- São as interações com as cracas quando as baleias as usam em interações agressivas entre elas.

**ECTOPARASITISMO**

- Relação onde um indivíduo sai ganhando e o outro perdendo.
- São as interações com piolhos-de-baleia quando causam injúrias as baleias, cação-charuto, peixes-bruxa ou feiticeiras, lampreias, carrapatos em pinípedes, cracas, colonização de algas se implicarem em resistência no deslocamento, aves marinhas e elasmobrânquios por meio da extração de tecido de um ou mais dos clados de mamíferos aquáticos estudados.

**ENDOPARASITISMO**

- Relação onde um indivíduo sai ganhando e o outro perdendo.
- São as interações com vermes e parasitas internos ao indivíduo.

## NEUTRA

- Relação neutra para ambos os indivíduos.
- São interações com diatomáceas e algas no geral.

Apesar dessas classificações, a **flora e fauna acompanhante sempre recebem vantagens** pois deslocam-se sem gasto de energia e muitas vezes se aproveitando de restos de alimentos e podem chegar em águas mais nutritivas do que aquela da qual saíram.

## FLORA E FAUNA ACOMPANHANTE

Iremos agora falar um pouco de cada espécie de flora e fauna acompanhante citada acima:

### CRACAS

- São de diferentes espécies e não devem ser confundidas com as calosidades em mysticetos.
- Afetam cetáceos e sirênios em sua maioria.
- São encontradas na cabeça, nos sulcos ventrais e nas nadadeiras de mysticetos e odontocetos.



**Figura 7.1.** Exemplo de cracas como fauna acompanhante. **Fonte:** Marcos Santos.

### COPÉPODOS

- Não causam danos.
- Apenas fixam-se na hipoderme (*blubber*) de mysticetos.

### PEIXES-RÊMOMA

- *Remona australis*: são oceânicos e afetam cachalotes e golfinhos-rotadores.
- *Echeneis naucrates*: são costeiros e afetam golfinhos-nariz-de-garrafa, botos-cinza e peixes-boi.
- Possuem uma nadadeira dorsal em forma de ventosa para adesão em outros indivíduos.



**Figura 7.2.** Exemplo de peixe-rêmona como fauna acompanhante. **Fonte:** Marcos Santos.

### PIOLHO-DE-BALEIA

- Cerca de 31 espécies de crustáceos.
- Causam leões de pele nas fendas genitais, cabeça, nadadeiras peitorais, sulcos ventrais, calosidades e orifícios respiratórios.
- Afetam cetáceos como a baleia-jubarte, a baleia-franca e a baleia-cinza.
- Podem ser ectoparasitas ou comensalistas.



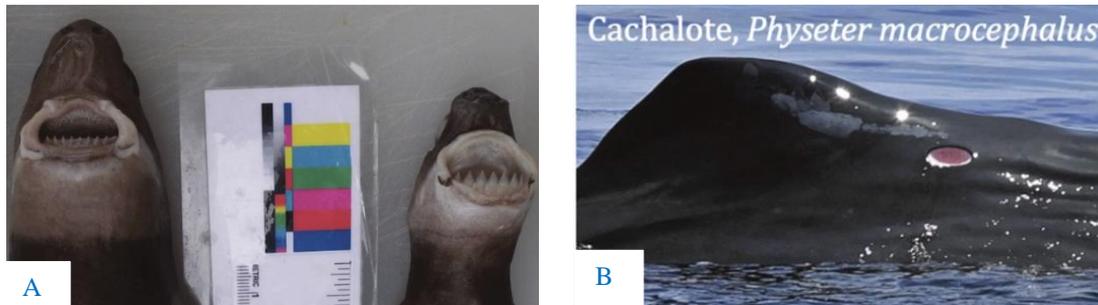
**Figura 7.3.** Exemplos de piolhos-de-baleia como fauna acompanhante. **Fonte:** (A) Hans Hillewaert (B) Feng Yu.

### FEITICEIRAS E LAMPREIAS

- Ectoparasitas que se alimentam do tecido do hospedeiro.

## TUBARÃO-CHARUTO

- Ectoparasita de cetáceos oceânicos.
- Vivem em águas profundas.
- Retira tecidos no formato de sua arcada dental do dorso ou da nadadeira dorsal da vítima.



**Figura 7.4.** Exemplos de tubarões-charuto e sua marca deixa em um cachalote (*Physeter macrocephalus*). **Fonte:** (A) Mark Grace (B) Carrie Sinclair.

## AVES MARINHAS

Registros foram feitos de gaivotas se alimentando da pele de baleias-franca-Austral na Argentina, um item alimentar que não constava na dieta dessas aves. Além desse registro, petréis-gigante-do-norte estão parasitando cachalotes nas proximidades da Ilha Geórgia do Sul, Crozet e Kergueten.

Registros como esses não são comuns já que a relação com os mamíferos aquáticos sempre foi de comensalismo, onde as aves se alimentavam dos restos alimentares dos cetáceos e pinípedes.



**Figura 7.5.** Gaivota se alimentando da pele de uma baleia-franca-Austral (*Eubalaena australis*). **Fonte:** François Gohier.

## ENDOPARASITAS

- Podem parasitar o estômago, o trato urogenital, os intestinos, os dentes, as narinas, o *blubber*, as glândulas mamárias, os músculos, o pâncreas, o fígado, os dutos da vesícula biliar, os pulmões, a traqueia, o cérebro, a bexiga urinária e o coração de mamíferos aquáticos.
- Sirênios possuem diferentes e menos endoparasitas por serem herbívoros.

## CARRAPATOS

- Afetam pinípedes por visitarem o ambiente terrestre.
- Pinípedes usam as unhas e a muda de pele para se livrar dos carrapatos.
- Longos mergulhos também podem ajudar.
- São considerados ectoparasitas.

## ALGAS

- Afetam cetáceos e sirênios.
- Interação neutra.
- Peixe-boi-marinho é normal ter associação com algas.
- Quando cetáceos, como as orcas e as baleias-jubarte, visitam os polos no verão geralmente se associam a diatomáceas.



**Figura 7.6.** Diatomáceas associadas a nadadeira caudal de uma baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). **Fonte:** Marcos Santos.

## COMPORTAMENTO

Essas interações causam comportamentos específicos nos indivíduos, como saltos (baleia-jubarte) e as coceiras (pinípedes), por isso é importante entender o contexto dos comportamentos desses animais.



## CAPÍTULO 8

---

### *Migração*

---

Nesse capítulo iremos falar sobre como ocorre a migração dentro dos mamíferos aquáticos, principalmente com enfoque nos mysticetos e nos elefantes-marinhos que possuem os padrões de migração mais conhecidos.

Primeiramente devemos deixar bem claro as diferenças entre **migração**, **dispersão** e **deslocamentos**.

**MIGRAÇÃO** é um movimento direcional e em massa, de um grande número de indivíduos de uma espécie, de um local a outro com retorno ao menos uma vez durante a vida (BEGON et al., 2007).

**DISPERSÃO** é o distanciamento de indivíduos entre si, como por exemplo: afastamento dos progenitores, imigração e emigração (BEGON et al., 2007).

**DESLOCAMENTO** é um movimento individual aleatório, em menor escala temporal, dentro de uma área de uso (STERN, 2009).

Devemos considerar esses movimentos no **tempo** e no **espaço**, analisando os **fatores** e os **recursos**.

Os **recursos** envolvem as necessidades exigidas por um organismo, cujas quantidades podem ser reduzidas pela sua atividade, como: água, nutrientes, gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), alimento, refúgio e parceiros (TOWNSEND et. Al, 2006). Já os **fatores** são condições ambientais abióticas que influenciam o funcionamento dos seres vivos, como: a temperatura da água ou do ar, a umidade relativa, a salinidade da água, o pH, a pressão atmosférica e a profundidade da água.

A migração é a busca por habitats favoráveis para suas atividades vitais, como alimentação e reprodução; para seu balanço energético (conservação de energia) e para se evitar predadores.

Cada espécie possui seu padrão de migração que vem evoluindo ao longo de milhares de anos. Os padrões atuais de migração dos mamíferos aquáticos são baseados na distribuição de presas, o que indica uma coevolução.

Os seus destinos são para **alimentação, reprodução (nascimentos e amamentação) e mudas** (Phocidae e belugas). Durante esse longo trajeto até a área desejada a fonte de energia desses animais é *blubber*, por isso eles investem bastante tempo e energia em alimentação antes dessa longa jornada.

## PRODUÇÃO PRIMÁRIA E MIGRAÇÃO

A grande quantidade de fitoplâncton produzida nos polos durante a primavera e o verão é o que sustenta grande parte da teia alimentar inclusive de animais que migram até lá.

- **PADRÃO DE MIGRAÇÃO DOS MISTICETOS**

- Acontece latitudinalmente (Norte-Sul).

- Longitudinalmente em menor escala.

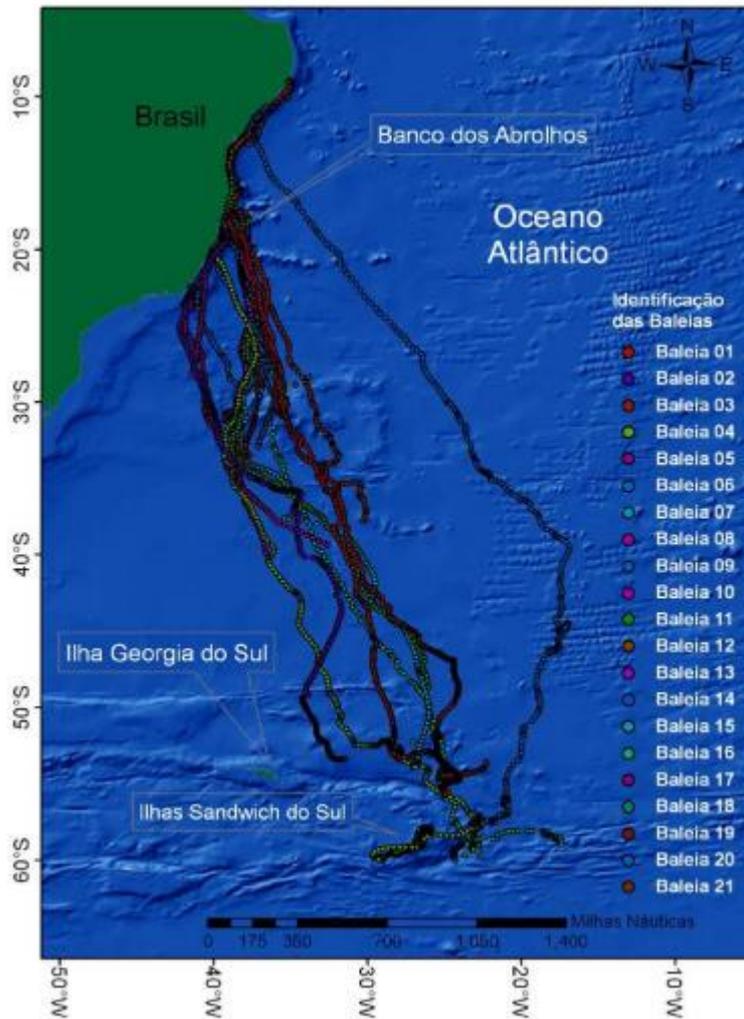
- **Filopatria** é a fidelidade a área de destino da migração, ou seja, sempre voltam para o mesmo local.

- Acontece uma segregação sexual, etária e espacial durante a migração, por exemplo as fêmeas migram sem os machos e vice-versa.

A migração dos misticetos é bastante conhecida e se dá de forma diferente nos hemisférios Sul e Norte. **Quando é verão os misticetos vão aos polos se alimentar e quando é inverno eles vão até a região do equador e dos trópicos se reproduzir.** Então quando é inverno no Sul, os misticetos do sul vão ao trópico se reproduzir e ao mesmo tempo no Norte é verão, então os misticetos do norte se dirigem ao polo para se alimentar. Já quando é verão no Sul, os misticetos do sul vão ao polo se alimentar e ao mesmo tempo no Norte é inverno e os misticetos de lá vão ao trópico se reproduzir.

**Mas por que os misticetos se reproduzem nos trópicos e não nos polos?** Isso acontece por que é mais seguro que os filhotes de misticetos nasçam em águas quentes, para que eles não percam calor para o meio (já que seu tamanho é menor que o do adulto, que consegue resistir em águas frias) e morram por hipotermia.

Aqui no Brasil, recebemos muitas visitas de baleias-jubarte na costa, que vem para se reproduzir durante o nosso inverno e depois voltam para se alimentar na Antártica durante o verão.



**Figura 8.1.** Monitoramento das rotas de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) feito no litoral brasileiro. **Fonte:** Arthur Andriolo, UFJF.

- **PADRÃO DE MIGRAÇÃO DOS ODONTOCETOS**

As migrações para os odontocetos ainda não é muito conhecida, existindo muitas dúvidas, como por exemplo: entre os cachalotes apenas os machos migram? As orcas e as baleias-bicudas passam o inverno em águas frias, isso seria uma migração? Existe uma migração relacionada com a troca de pele? Muito ainda precisa ser estudado para que tenhamos mais informações sobre a migração dentro dos odontocetos.

- **PADRÃO DE MIGRAÇÃO DOS PINÍPEDES**

Os padrões de migração mais conhecidos dentro de pinípedes são os dos elefantes-marinhos, mas sabe-se que os pinípedes migram para buscar alimento e migram para terra firme para se reproduzir.

Dentro de pinípedes já foram relatados comportamentos chamados de *haul-out* que seriam visitas para ambientes terrestres, normalmente com gelo, sem a finalidade de reprodução ou muda e longe das áreas de alimentação. Acredita-se que essas visitas a terra firme sejam para regulação térmica, evitar predação, descanso (diminuindo a taxa metabólica), interação social e redução da carga parasitária.

- **PADRÃO DE MIGRAÇÃO DOS SIRÊNIOS**

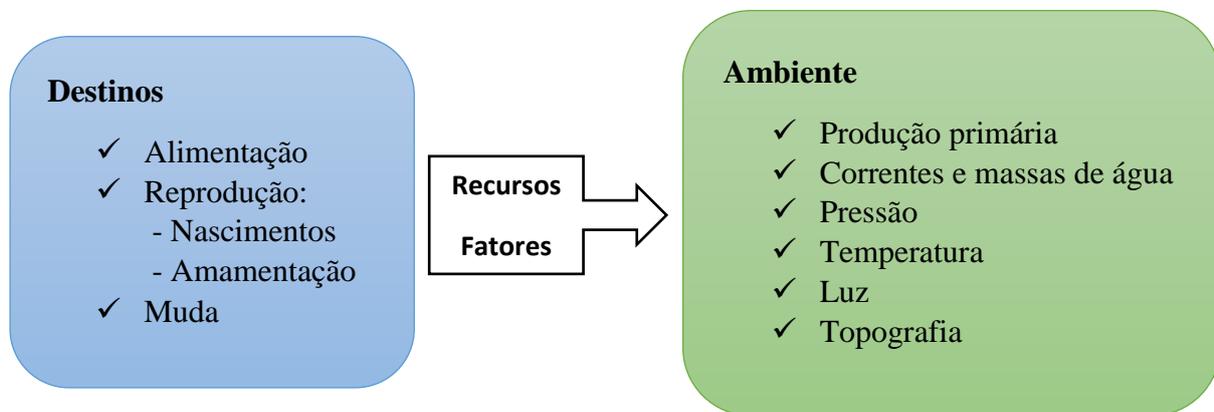
Os sirênios costumam migrar durante o inverno para águas mais quentes e no Estados Unidos aprenderam a se agregar perto de termoeletricas, onde a água despejada nos mares é quente.

### EXPLORADORES OU VAGANTES

São animais que passam a explorar outras áreas fora de sua área usual de distribuição e são casos diferente de migração.

➡ **Vale ressaltar aqui que fazer pesquisa sobre migração leva um longo período de tempo e deve ser feita com vários indivíduos de um mesmo estoque populacional.**

### MIGRAÇÃO E AMBIENTE



A migração desses animais está diretamente ligada aos recursos e fatores que vão variar dependendo do ambiente em que se encontram.

#### a) **Produção primária**

A produção primária é maior nas regiões polares e subpolares, principalmente no verão quando a luminosidade aumenta e é por isso que muitos mamíferos aquáticos migram para essas regiões durante esta estação.

**b) Ressurgência**

É o evento de aumento da produção primária em regiões temperadas (ressurgência de água fria com nutrientes vinda do fundo) que também pode ser um atrativo para a migração.

**c) Correntes de água quente**

Proporcionam recursos diferentes que podem ser aproveitados por mamíferos aquáticos.

**d) Ambiente 3D (profundidade)**

Os mamíferos aquáticos são adaptados a viver nesse ambiente onde pressão, temperatura e luz são diferentes do que em terra firme.

**e) Montes submarinos**

Ficam entre 1.000 e 4.000 metros de profundidade e existem mais de 60.000 montes submarinos conhecidos. Nesses montes a produtividade biológica é alta devido a ressurgência e mistictos e pinípedes podem utilizá-los como referência para localização.

**NAVEGAÇÃO**

Para saber como os mamíferos aquáticos navegam pelos oceanos são feitas inferências pois são poucas as evidências.

Sabemos que eles fazem uso de **comportamentos** (aprendizagem), dos **sistemas sensoriais** e de **características do ambiente físico**, como: topografia do substrato; referências em terra (costeiras); gradientes de temperatura e salinidade (quimiorreceptores); correntes e massas de água (mecanorreceptores); odores, paladar e audição; corpos celestiais (fotoperíodo) e o geomagnetismo.

 **Devemos ter em mente que nem todas as espécies de cetáceos migram e que nem todas as populações migram.**

Por isso, quando falamos de migração estamos nos referindo a uma adaptação ao ambiente imprevisível, variável em escalas espaço-temporais em relação a recursos-chave para atividades vitais como alimentação, reprodução e descanso. Os efeitos da migração são: uma maior dinâmica e variabilidade populacional, um maior fluxo gênico, necessidades maiores na conservação das espécies e de estudos epidemiológicos.



## CAPÍTULO 9

---

### *Biogeografia*

---

Biogeografia é a distribuição dos organismos no espaço e no tempo, e nesse capítulo trataremos da biogeografia dos mamíferos aquáticos que estamos estudando.

Dentro da biogeografia podemos, por exemplo, tentar responder os seguintes questionamentos: como uma espécie veio a ocupar sua distribuição atual? Como eventos geológicos influenciaram os padrões de distribuição atuais? Por que algumas espécies têm distribuição cosmopolita e outras restritas a pequenas porções do globo?

A biogeografia engloba as áreas da biologia, ecologia, oceanografia e geologia e estuda temas como evolução e processos evolutivos, extinções, dispersão e vicariância, distribuição geográfica e história natural.

#### **PADRÕES BIOGEOGRÁFICOS**

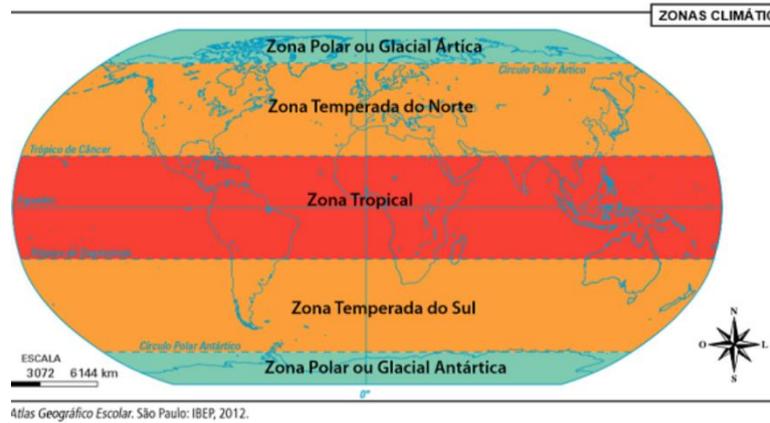
- **Cosmopolitas:** apresentam ampla distribuição, ou seja, por todas ou na maioria das bacias oceânicas.
- **Endêmicas:** apresentam distribuição restrita a áreas particulares.
- **Disjuntas:** apresentam distribuição em múltiplas áreas separadas por barreiras.

#### **DISTRIBUIÇÕES:**

- **Cosmopolita:** pelo mundo todo.
- **Circumpolar:** ao redor do polo.
- **Antitropical:** não ocupam a faixa do equador.
- **Pantropical:** ocupam os trópicos.

#### **ZONAS CLIMÁTICAS MARINHAS:**

- Polar
- Subpolar
- Temperada
- Subtropical
- Tropical



**Figura 9.1.** Mapa das zonas climáticas do planeta Terra. **Fonte:** *Atlas Geográfico Escolar*, IBEP, 2012.

## BIOGEOGRAFIA DOS MAMÍFEROS AQUÁTICOS

### MISTICETOS

Existem populações migradoras e não migradoras de misticetos, onde para as populações não migradoras sua biogeografia é mais fácil de entender. Já para as migradoras, milhares de quilômetros separam as áreas de alimentação das áreas de reprodução e sua biogeografia varia com a estação e com os hemisférios.

### ODONTOCETOS

Há uma grande diversidade de padrões de distribuição, como por exemplo:

- Cachalotes são cosmopolitas de águas profundas e a exploração do meio é diferenciada pois é dividida por castas sociais.
- Narvais e belugas tem distribuição circumpolar ártico.
- As famílias Ziphiidae e Kogiidae habitam águas profundas.
- Existem os golfinhos de rios.
- Pequenos cetáceos normalmente ocupam a plataforma continental.

Mas a maior concentração de odontocetos se dá em áreas tropicais e subtropicais (principalmente em áreas de ressurgência).

## SIRÊNIOS

Como existem apenas quatro espécies suas distribuições são mais conhecidas, ocupando os trópicos e subtropicais. São costeiros de águas rasas devido a sua alimentação com base em plantas aquáticas (o que foi um limitante para sua dispersão). Usualmente vivem em águas com mais de 18°C e profundidade menor que seis metros. Os dugongos são exclusivamente marinhos e os peixes-boi podem ser de água doce, salobra ou marinha.

## PINÍPEDES

São os mamíferos aquáticos menos adaptados ao ambiente aquático e são menos diversos que os cetáceos, entretanto possuem um sucesso em abundância e distribuição global. São encontrados em todas as latitudes, com maior concentração nos polos, onde superam os cetáceos e vivem permanentemente lá. Existe também uma espécie de água doce (a foca-do-lago-Baikal) e uma espécie que vive em um lago salino (a foca-do-mar-Cáspio).

## FATORES que afetam os padrões biológicos

### FATORES ECOLÓGICOS

Esses fatores pode ser:

- Abióticos
- Bióticos

Como por exemplo:

- **Temperatura da água:**

- Um exemplo de mudanças na temperatura da água é o El Niño, um fenômeno meteorológico e oceanográfico que ocorre em um intervalo de tempo por alguns anos, bloqueando correntes frias de água da Califórnia ao Peru.

- **Produtividade primária:**

- Interfere diretamente na disponibilidade de alimento já que é a base da teia trófica.

- As variações sazonais e espaciais da produção primária se devem principalmente a:

**1. Intensidade de luz:** muito importante na fotossíntese e responsável pelo aquecimento da água superficial, que muda de densidade conforme esquentando e possibilita sua mistura na vertical.

**2. Temperatura da água****3. Abundância de nutrientes****4. Pressão de pastagem****5. Estabilidade/mistura do sistema**

- A produção primária é baixa nos giros centrais oceânicos do globo, moderada nas zonas costeiras e alta nas costas com ressurgência.

**EVENTOS GEOLÓGICOS E CLIMÁTICOS****RECONSTRUÇÃO DE PADRÕES BIOGEOGRÁFICOS**

Olhando para o passado, por meio de fósseis e de relações evolutivas entre as espécies é possível fazer a reconstrução de padrões biogeográficos. Busca-se conhecer e entender o início da história evolutiva, em que era geológica esses grupos surgiram no planeta, quais eram as condições do planeta, quais os fatores ecológicos e eventos geológicos e climáticos que levaram esses grupos a reconquistar o ambiente aquático e a se dispersar nesse ambiente.

Existem alguns exemplos de eventos que podem influenciar na distribuição das espécies e que são citados abaixo:

- **Corredor de dispersão:**

Rota que permite a dispersão de muitos indivíduos de uma mesma espécie de uma área a outra (SIMPSON, 1936).

- **Barreiras físicas:**

Dificultam a dispersão das espécies de maneira física, como por exemplo: continentes e ilhas.

- **Barreiras climáticas:**

Dificultam a dispersão das espécies por meio de fatores abióticos relacionados ao clima, como por exemplo: altas temperaturas do equador e baixas temperaturas dos polos.

- **Barreiras bióticas:**

Dificultam a dispersão das espécies por meio de fatores bióticos, como por exemplo: uma baixa produtividade primária.

## **Variação Geográfica de Espécies**

Como a definição de espécies e de subespécies ainda é motivo de discussões e de controvérsias, fica difícil fazer essa definição dentro de mamíferos aquáticos já que cetáceos, pinípedes e sirênios podem variar geograficamente em muitos aspectos como no tamanho, na morfologia externa, na coloração, no comportamento, entre outros.

## **MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS**

Com as mudanças climáticas globais os mamíferos aquáticos estão sendo afetados em vários níveis diferentes com por exemplo: nas teias alimentares alteradas, principalmente nos polos, afetando ursos-polares, pinípedes e cetáceos locais; perda de habitats e mudanças na qualidade lipídica de suas presas.

## CAPÍTULO 10

### Alimentação

Para conseguirmos informações sobre a alimentação dos mamíferos aquáticos são empregadas diversas estratégias como: observação in situ (em seu lugar natural), análise de conteúdos estomacais, estudos de fezes (pinípedes e sirênios), lavagem estomacal (em cativeiro e em reabilitação), ácidos graxos na camada de gordura, bioacústica passiva, com o uso de câmeras acopladas ao animal, entre outros. Por meio da ecologia alimentar também podem ser feitas inferências sobre a alimentação desses animais, através dos conhecimentos sobre as presas e valores nutritivos dessas presas.

#### HÁBITOS ALIMENTARES

##### CETÁCEOS

Costumam se alimentar de:

- Peixes – mysticetos e odontocetos.
- Cefalópodes (lulas e polvos) – odontocetos.
- Crustáceos: krill, copépodos – mysticetos.
- Quelônios marinhos.
- Aves (pinguins).
- Pinípedes.
- Outros cetáceos.

Orcas

##### PÍNÍPEDES

Se alimentam de:

- Peixes.
- Cefalópodes.
- Bivalves – morsas.
- Krill.
- Aves (pinguins e outras).
- Filhotes de outros pinípedes.

## SIRÊNIOS

São herbívoros se alimentando de grama marinha (“seagrass”), plantas flutuantes e os dugongos da Austrália também ingerem ascídias, poliquetas e outros invertebrados do fundo marinho.

## SISTEMAS DIGESTIVOS

### CETÁCEOS

- Não possuem glândulas salivares.
- Possuem um canal digestivo longo.
- O esôfago tem a função de preparar o alimento e estocagem.
- O estômago geralmente possui quatro câmaras:
  - Anterior: sem glândulas e com bactérias anaeróbicas que promovem a fermentação.
  - Fúndica ou principal: produz o suco gástrico.
  - Conectivo: produção de muco no produto da digestão.
  - Pilórico: absorção dos nutrientes.
- Não apresentam vesícula biliar.

### ESPECIFICIDADES DOS ODONTOCETOS

- Possuem dentes para apreender o alimento.
- Apresentam uma única dentição que é desgastada pelo atrito.
- Não mastigam o alimento, servem apenas para apreender e manipular a presa na boca.
- O número, tamanho e forma dos dentes variam entre as espécies.



**Figura 10.1.** Dentes de odontocetos. (A) Dentes de golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*). (B) Dente de cachalote (*Physeter macrocephalus*) cortado ao meio. **Fonte:** Marcos Santos, IO/USP.

## ESPECIFICIDADES DOS MISTICETOS

- Cerdas bucais ou placas de barbatanas para apreender o alimento.
- Filtra a água para conseguir o alimento.
- Barbatanas feitas de queratina.
- Possuem um crescimento contínuo.
- São desgastadas pelo atrito.
- O número, tamanho e cor variam entre as espécies.



**Figura 10.2.** Placas de barbatanas de misticetos. **(A)** Placas de barbatanas de um juvenil de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). **(B)** Placas de barbatanas de uma baleia-azul (*Balaenoptera musculus*). **Fonte:** Marcos Santos, IO/USP.

## PINÍPEDES

- Possuem glândulas salivares pequenas, produzindo muco para engolir as presas.
- Dentes para capturar, rasgar e cavar.
- Não mastigam o alimento.
- Não produzem enzimas digestivas na boca.
- Possuem um esôfago com glândulas mucosas, muscular e dilatável.
- Com estômago simples com glândulas para digestão.
- Sem divisão clara entre intestinos.
- Fígado grande.
- Com vesícula biliar.

## SIRÊNIOS

- Dentes para pastar e moer vegetação.
- Com cinco a sete dentes funcionais.
- Os dentes crescem continuamente enquanto são gastos.

- Possuem lábio prensíveis para manipular e selecionar a vegetação.
- Possuem glândulas salivares bem desenvolvidas.
- Trato digestivo longo.
- Estômago é um saco simples.
- Ceco e intestino grosso tem a função de reabsorver as fibras.
- Microflora intestinal digere a celulose.
- Intestinos longos.
- Com vesícula biliar.

### **INTERAÇÃO ECOLÓGICA: PREDACÃO**

Apesar do grande porte de muitos mamíferos aquáticos, muitos são predados por outros organismos como veremos a seguir.

Os cetáceos são normalmente predados por outros cetáceos como as orcas, por ursos-polares e elasmobrânquios como o tubarão-branco, o tubarão-cabeça-chata e o tubarão-tigre, já as raias normalmente causam apenas lesões externas após-contato ou lesões internas pós-ingestão (perfuração de órgãos).

Os pinípedes são predados por orcas, ursos-polares, elasmobrânquios como o tubarão-branco, por outros pinípedes, por mamíferos terrestres quando estão em terra, como os lobos, pumas e hienas e os filhotes podem ser predados também por aves.

Já entre os sirênios os eventos são mais raros pois não há uma sobreposição de áreas de uso com predadores, mas os peixes-boi podem ser predados por elasmobrânquios e os dugongos por orcas e elasmobrânquios.

### **ALIMENTAÇÃO NA MIGRAÇÃO (misticetos e pinípedes)**

A alimentação de mamíferos aquáticos durante a migração está relacionada a área de destino, se for uma migração para reprodução ou para alimentação.

Os misticetos passam os verões nos polos para se alimentar pois como o fotoperíodo é maior, a produção primária tende a aumentar, aumento assim a quantidade de zooplâncton e de krill, um dos principais alimentos consumidos pelos misticetos.

### O krill é a base da cadeia alimentar Antártica:

- Existem cerca de 85 espécies de krill.
- Sua biomassa estimada é de dois bilhões de toneladas.
- A espécie *Euphausia superba*, conhecida como krill antártico, é a mais abundante na região.
- O krill não é considerado um zooplâncton.
- Fica distribuído em manchas pela água.
- Também é capturado pelo ser humano e usado para fazer rações.



**Figura 10.3.** Krill Antártico (*Euphausia superba*). **Fonte:** Russ Hopcroft – *Censo da Vida Marinha Antártica*.

Já no inverno os mysticetos se dirigem aos trópicos para se reproduzirem (cópula, nascimento dos filhotes e amamentação). Nessas regiões a quantidade de predadores é menor e a temperatura da água maior. E esses mysticetos se alimentam nessas áreas? Há evidências que os juvenis se alimentam, mas os adultos não.

Já entre os pinípedes, a migração dos elefantes-marinhos é a mais conhecida, por isso sabe-se que eles passam de oito a nove meses na água se alimentando de lulas mesopelágicas capturadas por mergulhos. Esses animais fazem duas visitas a terra firme: uma para reprodução e outra para muda, não se alimentando durante essas visitas que duram entre três a quatro meses. Além disso machos e fêmeas possuem áreas de alimentação diferente.

No hemisfério Norte sabe-se que de janeiro a março os elefante-marinhos se reproduzem em terra, de março a junho eles se alimentam, em junho voltam a terra firme para a muda e de julho a dezembro voltam a para a água se alimentar.

## ESTRATÉGIAS ALIMENTARES

### CETÁCEOS

- Alta complexidade envolvendo morfologia corpórea e/ou coesão social.

### MISTICETOS (morfologia corpórea)

- Presença/ausência de sulcos ventrais.
- Cerdas bucais/placas de barbatanas.

- Anatomia do aparato bucal.
- Podem escavar o fundo para buscar alimento, deslizar sobre a água, pegar goles de água com a boca ou usar rede de bolhas, tudo isso como forma de capturar seu alimento.

#### ODONTOCETOS

- Capturas em grupos coordenados ou individualmente.
- Usam o som para atordoar suas presas, bem como batidas da cauda e do corpo.
- Dilaceram as presas maiores.
- Fazem a sucção de lulas para dentro da boca.
- Possuem estratégias variadas e complexas de captura de seu alimento (como as orcas e os golfinhos-nariz-de-garrafa).

#### SIRÊNIOS

- Herbívoros com menor mobilidade e sociabilidade.
- Lábios prensíveis e nadadeira peitoral para manipulação do alimento.

#### PINÍPEDES

- Carnívoros vorazes.
- Geralmente incursões individuais por Phocidae e Odobenidae.
- Geralmente incursões em grupos por Otariidae (cercam cardumes).
- Odobenidae: morsas fazem a sucção de bivalves do substrato.

## CAPÍTULO 11

### Reprodução

A maior parte das informações que possuímos de reprodução é sobre pinípedes, seguidos pelos sirênios e por último os cetáceos que por passarem a vida inteira nos mares são mais difíceis de se obter informações.

#### SISTEMAS REPRODUTIVOS

##### MONOGAMIA

- Indivíduo com apenas um parceiro na estação reprodutiva.

##### POLIGAMIA

- Indivíduo com vários parceiros na estação reprodutiva:
  - POLIGINIA: quando o macho tem mais de uma parceira.
  - POLIANDRIA: quando a fêmea tem mais de um parceiro.
  - POLIGINANDRIA/PROMISCUIDADE: quando machos e fêmeas possuem vários parceiros.

➡ **Machos e fêmeas possuem papéis diferentes e por isso suas energias investidas e pressões de seleção são diferentes. Para as fêmeas seu papel é de gerar e cuidar da prole e para os machos é o sucesso reprodutivo.**

##### Poligamia em Mammalia

Dentro dos mamíferos a poliginia e a promiscuidade são os sistemas reprodutivos mais comuns. Existe uma disparidade funcional na biologia reprodutiva entre os sexos, onde as fêmeas arcam com os custos da gestação, lactação e do cuidado maternal enquanto os machos arcam apenas com os custos da competição pelas fêmeas.

##### Grau de agregação das fêmeas no tempo e no espaço

As fêmeas podem se encontrar concentradas, com o macho defendendo esse território ou podem estar espalhadas, onde o macho faz a corte e vai até a fêmea. Essa agregação depende de três fatores: **distribuição dos recursos** (alimento, esconderijo), **pressão de adaptação** e os **custos da vida em grupo**.

## DIMORFISMO SEXUAL

Dimorfismo sexual é quando o macho e a fêmea apresentam características diferentes um do outro para a diferenciação dos sexos, enquanto monomorfismo é quando ambos, machos e fêmeas, não possuem características secundárias que possam diferencia-los.

Entre essas características se encontram o porte, a morfologia, ornamentos (caninos, nadadeiras, cheiro, produção de sons) e fisiologia.

Existe uma competição entre os machos da mesma espécie na hora da conquista da fêmea, que consiste em lutas/embates, comportamentos e até competição espermática.

### Caracteres Sexuais Secundários

- **Otariidae:** crista sagital no crânio de machos.
- **Elefantes-marinhos:** os machos possuem uma tromba enorme, caninos desenvolvidos e espessamento do pescoço.
- **Morsas:** machos possuem presas maiores.
- **Foca-de-capuz:** machos com septo nasal inflado para atrair a fêmea.
- **Odontocetos:** machos de orca com nadadeiras dorsais maiores e machos de narval com dentes exteriorizados.
- **Misticetos:** baleias-franca machos batem suas cabeças para conquistar a fêmea e suas calosidades também são um atrativo e usadas na disputa.

### Determinação do sexo em mamíferos aquáticos

Assim como nos humanos, os mamíferos aquáticos determinam seu sexo pela heterogamia em machos (XY) e pela homogamia nas fêmeas (XX), além de a maioria possuir um cariótipo conservativo.

## CONTROLE DA REPRODUÇÃO

O controle da reprodução é dado pelo sistema endócrino e nervoso, especialmente por hormônios e órgãos:

- Ovulação, fertilização, implantação, crescimento fetal, parto e lactação em fêmeas.
- Espermiogênese (que aumenta na maturidade sexual devido a testosterona) em machos.

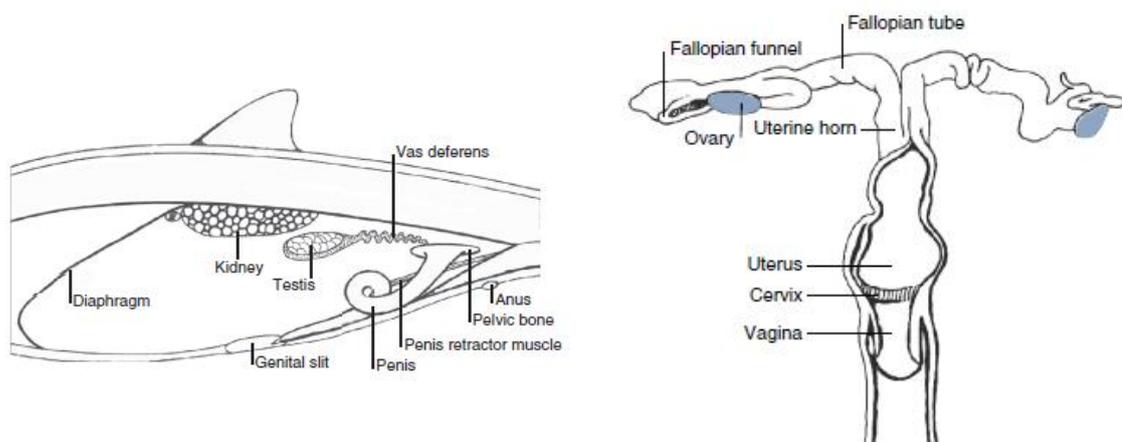
## ANATOMIA DO SISTEMA REPRODUTIVO

O sistema reprodutivo de mamíferos aquáticos é semelhante ao nosso, nas fêmeas é composto pelos ovários, ovidutos, útero (com cornos uterinos), cérvix, vagina, clitóris e vestibulo vaginal e nos machos é composto pelos testículos, vasos deferentes, próstata (exceto em Dugongos) e pênis. Existem variações na anatomia, morfologia e fisiologia.

Nos pinípedes existe um osso peniano chamado de *baculum*, com funções de: auxiliar mecanicamente na cópula, manutenção da cópula na água e iniciar respostas neuroendócrinas nas fêmeas, além disso os testículos estão dentro de sacos escrotais em Otariidae, fora dos sacos escrotais em Phocidae e em um meio termo em Odobenidae.

Em cetáceos o pênis é interno e fibroelástico, os testículos são grandes, principalmente quando há competição espermática, e a cópula dura segundos.

Já nos sirênios o pênis é vascular e os ovários das fêmeas é esferulóide.



**Figura 11.1.** Sistemas reprodutivos masculino e feminino de cetáceos. **Fonte:** Berta et al., 2015.

## GLÂNDULAS MAMÁRIAS

### Pinípedes:

- Otariidae e Odobenidae: possuem quatro glândulas mamárias.
- Phocidae: a maioria possui duas glândulas mamárias.

### Cetáceos:

- Apresentam duas glândulas mamárias alongadas e que funcionam por jato-propulsão.

**Sirênios:**

- Apresentam duas glândulas mamárias localizadas nas nadadeiras peitorais.

**FISIOLOGIA DA REPRODUÇÃO**

Existem gatilhos fisiológicos em machos e fêmeas, como:

1. Fotoperíodo.
2. Estado nutricional.
3. Interações sociais.

**Ovulação**

Na ovulação acontece o crescimento do folículo ovariano, liberação do óvulo, formação do corpo lúteo e em todos esses eventos os hormônios preparam o útero para implantação do óvulo.

**Estro**

É o período de receptividade das fêmeas e ocorre durante ou após a ovulação. As fêmeas de mamíferos aquático podem ser **monoéstricas** (se reproduzindo uma única vez no ano) e **poliéstricas** (se reproduzindo mais de uma vez ao ano).

**Gestação**

A gestação dentro dos Eutheria pode durar de 18 dias a 24 meses e dentro dos mamíferos aquáticos varia de 7 a 17 meses. Entre os mamíferos terrestres e os odontocetos a variação do tempo de gestação tem relação direta com o porte do filhote.

Nos pinípedes pode acontecer um fenômeno diferente, chamado de *diapausa embrionária* onde há uma implantação tardia do blastocisto no útero, o que retarda o desenvolvimento do filhote por algum tempo. Esse fenômeno é uma adaptação para o meio aquático e ocorre quando a cópula acontece na água.

**Tamanho da cria**

Há uma relação inversa da massa corpórea ao nascer e a porcentagem da massa maternal, por exemplo um filhote de baleia é muito menor em massa se comparado a mãe do que um filhote de golfinho comparado a mãe.

## Parto

O parto de sirênios e cetáceos acontece na água enquanto o dos pinípedes acontece em terra e apenas um filhote nasce, com exceção dos peixes-boi que podem gerar gêmeos.

## Lactação

A lactação possui um custo energético muito alto pois a fêmea produz o alimento para seu filhote, gastando energia e nutrientes seus para isso. A amamentação em mamíferos aquáticos pode durar de três dias a dois anos e meio dependendo da natureza do substrato (terra ou gelo), tamanho corpóreo, jejum, opções próximas para forrageamento e pressão de predação. Quanto menor o tempo de lactação da fêmea, maior será a porcentagem de gordura no leite.

Existem três tipos de estratégias durante a lactação, basicamente consistindo em jejum ou não:

### 1. Jejum

Estratégia usada por alguns Phocidae (como os elefantes-marinhos) e mysticetos, conhecidos em inglês como “*capital breeders*”.

Nesses pinípedes a fêmea permanece em terra durante a lactação, sem se alimentar. Esse período pode durar de quatro dias a cinco semanas. A gordura no leite aumenta durante o processo de lactação e o desmame é abrupto.

Já nos mysticetos, ainda existem dúvidas se eles se alimentam ou não durante a estação reprodutiva, pois nessas regiões as águas são menos produtivas, porém possuem menos predadores. Para sobreviverem durante esse período eles utilizam energia da camada de gordura (*blubber*).

### 2. Amamentação em terra e alimentação em água

Estratégia usada por Otariidae e a maioria dos Phocidae, conhecidos como “*Income breeders*”.

As fêmeas desses pinípedes permanecem em terra para o parto e para a lactação, esse período pode durar de quatro meses a dois anos, sendo o leite produzido com muita gordura e o desmame é paulatino (devagar) na maioria dos casos. Diferente do jejum, nessa estratégia as fêmeas vão para a água se alimentar durante um período do dia.

### 3. Amamentação e alimentação em água

Estratégia usada por odontocetos, sirênios e Odobenidae, conhecidos também como “*Income breeders*”.

Nesses animais a fêmea continua a se alimentar e ambos, alimentação e amamentação, acontecem na água. Em odontocetos a lactação pode durar de um a três anos, em sirênios de um ano a um ano e meio e nas morsas dura por volta de dois anos. O desmame é paulatino e ocorre no começo apenas com leite, depois com a introdução de comida durante a amamentação até o filhote passar apenas a comer outros alimentos.

#### ESTRATÉGIAS DOS MACHOS PARA O SUCESSO REPRODUTIVO

- **Disputas:** são interações agressivas.
- **Dispersão:** é feito um deslocamento para encontrar a fêmea.
- **Corte:** pode ser visual, acústica ou por feromônios.
- **Competição espermática:** leva em conta a quantidade e qualidade do esperma.
- **Alianças:** quando dois ou três machos arrebanham fêmeas, com ou sem agressão.
- **Kleptoginia:** sequestro de fêmeas onde se enganam os machos alfa.

#### ESTRATÉGIAS DAS FÊMEAS PARA O SUCESSO REPRODUTIVO

- **Escolha de machos.**
- **Cópulas múltiplas:** confundindo a paternidade diminui-se o risco de agressões.
- **Engatilham competição entre machos:** por meio da vocalização.
- **Cambio de temporada:** trocam de macho ou território em cada temporada.

#### REPRODUÇÃO EM PINÍPEDES

Existem graus de poliginia dentro dos pinípedes:

- **Leve:** macho copula com duas a cinco fêmeas.
- **Moderada:** macho copula com seis a quinze fêmeas.
- **Extrema:** macho copula com dezesseis a cem fêmeas.

Os fatores que definem o grau de poliginia são:

1. Grau de agregação das fêmeas receptivas.
2. Limites de acesso as fêmeas por machos intrusos.
3. Grau de dimorfismo sexual em adultos.

4. Estrutura física do habitat (terra x gelo).
5. Agressões entre machos.
6. Cópula em terra ou na água.

Os pinípedes dão sempre à luz na terra ou no gelo, entretanto a reprodução pode variar, em Otariidae a maioria se reproduz em terra, em Phocidae em terra ou no gelo e em Odobenidae no gelo e a amamentação na água.

Aqueles que se reproduzem no ambiente terrestre normalmente apresentam comportamentos de embate e vocalizações em terra e acumulam *blubber* para passar por esse período, além disso a terra possui uma maior estabilidade física do que o gelo e a água.

Já aqueles que se reproduzem no gelo, apresentam as vocalizações e a cópula dentro d'água, e depois os machos se dispersão. Além da instabilidade física do gelo, há uma pressão maior de predação (por ursos-polares por exemplo).

### **REPRODUÇÃO EM CETÁCEOS**

Os cetáceos se reproduzem em um ambiente 3D e não tem controle de acesso as fêmeas e por isso os machos acabam brigando por elas. Dentro dos cetáceos a cópula também tem uma função social, além de reprodutiva.

As informações sobre a reprodução de cetáceo são limitadas devido ao ambiente em que vivem e as informações que temos são provenientes de pesquisas, da caça e da captura.

Em geral os cetáceos são promíscuos e essa informação veio de inferências das cicatrizes encontradas pelo corpo dos machos, pelo dimorfismo sexual em poucas espécies e pelo tamanho relativo dos testículos na maturidade.

Os odontocetos mais estudados são: os cachalotes, os golfinhos-nariz-de-garrafa, as baleias-bicudas, as orcas, os narvais e as baleias-piloto. Já os mysticetos mais estudados são: as baleias-jubarte (sendo a mais conhecida reprodutivamente), as baleias-cinzentas e as baleias-francas.

### **REPRODUÇÃO EM SIRÊNIOS**

Os sirênios também se reproduzem em um ambiente 3D e não possuem controle ao acesso as fêmeas. São promíscuos, monomórficos e solitários, apesar de grupos sociais serem comuns durante a época de reprodução.

## CAPÍTULO 12

### *História de vida e dinâmica populacional*

De acordo com a teoria de Thomas Malthus (1798) a causa imediata do crescimento populacional é o excesso de nascimentos sob as mortes e é a isso que está relacionada a dinâmica populacional. Os fatores que interferem nessa relação são: alimentação e limitações densidade-dependentes.

Para os mamíferos aquáticos existe uma relação entre dinâmica populacional e história de vida ou história natural, que seria os padrões de alocação de recursos para reprodução, crescimento e sobrevivência.



**REPRODUÇÃO** envolve:

- Estratégias de reprodução.
- Idade da primeira gravidez.
- Intervalo entre nascimentos.
- Cuidado parental.
- Senescência.

**CRESCIMENTO** envolve:

- Padrões e taxas de crescimento.
- Porte máximo.
- Tamanho ao nascer.
- Morfologia.

**SOBREVIVÊNCIA** envolve:

- Longevidade.
- Predação.
- Padrões de movimentação.
- Ecologia alimentar.

**A conservação e o manejo dessas espécies dependem de uma avaliação da taxa de crescimento populacional.**

O termo “*dinâmica*” está relacionado a variações da abundância com o passar do tempo e as “*taxas de crescimento*” interagem com fatores intrínsecos e extrínsecos:

**Fatores intrínsecos são:**

- **Natalidade**
- **Mortalidade**
- **Sobrevivência** (balanço entre natalidade e mortalidade)
- **Emigração**
- **Imigração**

**Fatores extrínsecos são:**

- **Variabilidade ambiental**
  - **Doenças**
  - **Toxinas**
  - **Competição**
  - **Predação**
- } Causas naturais ou antrópicas

### **CRESCIMENTO POPULACIONAL E VARIABILIDADE ENTRE TÁXONS**

Além dos fatores acima existentes, outras variantes que interferem na taxa de crescimento populacional são:

- Idade de maturação sexual.
- Tempo de gestação.
- Intervalo de nascimento entre os filhotes.
- Tempo de sobrevivência das fêmeas.
- Até quando se reproduzem.

Em geral, os mamíferos aquáticos possuem um crescimento (individual) lento e isso os torna vulneráveis devido a super-exploração dos recursos marinhos, a competição com a pesca, entre outros.

### **Avaliação do crescimento populacional**

Para se avaliar o crescimento populacional de uma espécie ou de uma população são necessários dados de abundância em longo-prazo, mas existem limitações para conseguir esses dados, como por exemplo o crescimento lento e a imprecisão dos dados. Além disso são necessários também dados da história natural das espécies, como a idade da maturidade sexual e taxas de nascimento, mas os bancos de dados também são insuficientes.

E assim entra mais uma dificuldade em avaliar o crescimento populacional, **a grande variabilidade da história natural entre os táxons**, como por exemplo: a variação da idade de maturidade sexual ou de longevidade entre as espécies, com isso é necessário conhecer a história natural de cada espécie, o que não é nada fácil, e generalizações podem causar erros na avaliação.

## **FATORES INTRÍNSECOS**

### **NATALIDADE**

Para o cálculo da natalidade é necessário conhecer a taxa de nascimento e de prenhez (geração de filhotes). Leva-se em conta ainda: a idade de maturidade sexual da fêmea, a duração da fase reprodutiva, o tempo de reposição dos filhotes e a senescência e dentro da população é necessário saber o número de fêmeas que se reproduzem por temporada. O aumento populacional acontece quando a natalidade e as imigrações juntas são maiores do que a mortalidade e as emigrações.

- **Crescimento dos filhotes**

Depende da alocação de recursos e energia sendo o período de crescimento (nascimento até a maturidade sexual) mais rápido do que o período de reprodução (maturidade sexual até a maturidade física). Além disso os “*capital breeders*” normalmente crescem mais rápido em massa do que os “*income breeders*”.

- **Recrutamento**

A maturidade sexual é atingida quando os gametas começam a ser produzidos e a maturidade física acontece com a fusão das epífises vertebrais da coluna e a fusão dos ossos do crânio.

- **Longevidade**

É determinada pelos exemplares mais idosos encontrados:

- **Misticetos:** 60 a 130 anos.

- **Odontocetos:** 20 a +70 anos.

- **Pinípedes:** 20 a +40 anos.

- **Peixes-boi:** +60 anos.

- **Dugongos:** +70 anos.

## **MORTALIDADE**

A mortalidade depende dos fatores extrínsecos como: variação ambiental, doenças, toxinas naturais e antrópicas, competição e predação. Também está relacionada a idade.

Taxas de mortalidade são 50% maiores no primeiro ano em pinípedes (devido a pisoteio, sequestro, canibalismo, entre outros) e cetáceos.

## **FATORES EXTRÍNSECOS**

### **VARIAÇÃO AMBIENTAL**

A variação ambiental gera respostas lentas e de difícil avaliação e afetam mais severamente populações estáveis próximas à ou na capacidade de suporte do ambiente.

Exemplos dessas variações ambientais são:

- El Niño.
- Extensão das calotas polares.
- Produção e disponibilidade de krill.
- Variações na produtividade primária.

A distinção entre variações ambientais naturais e antropogênicas é complexa e envolvem degradação ambiental, mudanças climáticas globais e diminuição de estoques pesqueiros.

## DOENÇAS

Os agentes etiológicos das doenças em mamíferos aquáticos são:

- Vírus
- Bactérias
- Protozoários
- Fungos

Já foram identificados câncer, tuberculose, hepatite, artrite, pneumonia, viroses entre outras doenças em mamíferos aquáticos.

Essas doenças afetam a abundância das espécies, diminuindo sua capacidade reprodutiva e aumentando a mortalidade o que também afeta a recuperação de estoques e aumenta o risco de extinções de pequenas populações.

Populações próximas a capacidade de suporte passam por um estresse nutricional o que pode aumentar a extensão de transmissão das doenças.

A um processo de expansão das incidências dessas doenças pelo globo que podem ser transmitidas entre hospedeiros de mesma ou diferentes espécies. Algumas dessas doenças podem causar mortalidade em massa.

Os gatilhos ou catalisadores para a introdução e proliferação dessas doenças normalmente tem influência antropogênica e podem ser: mudanças climáticas globais, degradação ambiental, contaminação química, sobrepesca e turismo desordenado que afetam o sistema imune de mamíferos aquáticos, reduzem o suprimento alimentar e aumentam o estresse.

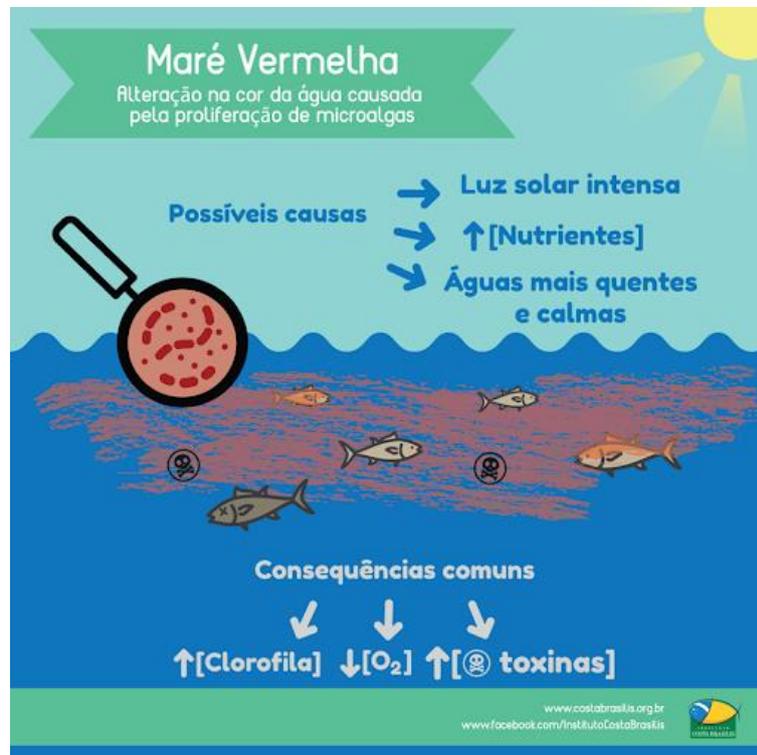
## TOXINAS

As toxinas produzidas por algumas microalgas (ficotoxinas) que podem afetar mamíferos aquáticos durante um evento de maré vermelha (evento de grande proliferação dessas microalgas) são:

- Saxitoxinas produzidas por dinoflagelados e cianobactérias.
- Brevetoxinas produzidas por dinoflagelados.
- Ácido domóico produzido por diatomáceas e rodófitas.

Essas grandes proliferações de microalgas podem estar sendo ocasionadas pela deposição antropogênica de nutrientes no meio, por meio de esgoto por exemplo. As pequenas populações

são sempre as mais afetadas e a maioria dos casos ocorre em regiões costeiras e em espécies costeiras, mas seria por que é mais fácil de ser detectado ou por ser uma área onde a presença humana é maior do que em mar aberto?



**Figura 12.1** Infográfico explicando o evento da maré vermelha. **Fonte:** Instituto Costa Brasilis.

## COMPETIÇÃO

Entende-se por competição quando um organismo apresenta um efeito negativo sobre o outro ao consumir e/ou controlar o acesso a recursos que têm disponibilidade limitada. Por isso a competição pode afetar a taxa de crescimento de uma espécie ou população. Devemos considerar também nesse caso a influência da pesca humana na competição por alimento.

## PREDAÇÃO

A predação é um dos fatores dominantes na dinâmica populacional, por meio do controle “*top-down*”, que envolve os predadores de topo como influência no aumento ou diminuição das populações de presas e onde deve-se considerar a interferência humana na remoção de muitos desses predadores de topo, e por meio do controle “*bottom-up*” que envolve a produtividade primária como influência no aumento ou diminuição das populações de herbívoros que servem de alimento aos carnívoros e predadores de topo. Em ambos os casos devemos considerar a interferência humana da caça e da pesca acidental ou não.

## CAPÍTULO 13

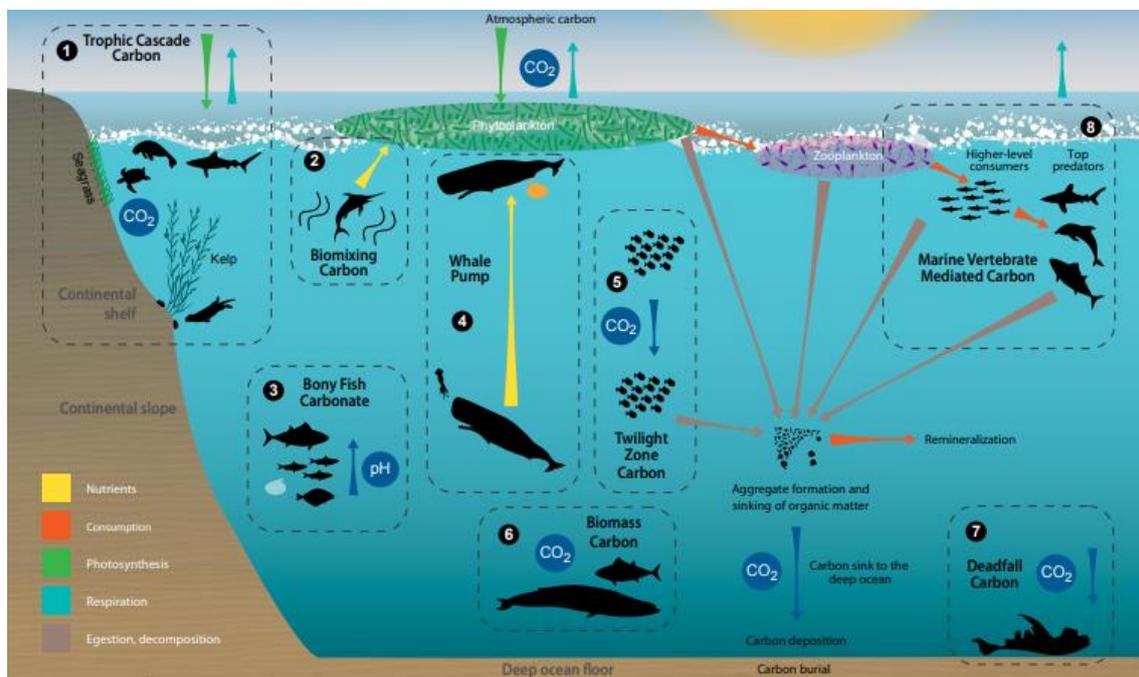
*Papéis Ecológicos*

Nesse capítulo falaremos um pouco sobre a importância dos papéis ecológicos dos vertebrados aquáticos, como peixes, tartarugas-marinhas e mamíferos aquáticos, uma temática que nem sempre recebe a atenção que deveria.

**SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE VERTEBRADOS MARINHOS**

O carbono é encontrado no corpo dos seres vivos, sendo usado como energia para manutenção da vida e é liberado no meio pela respiração. Em excesso o gás carbônico na atmosfera aumenta a temperatura do planeta, pois intensifica o efeito estufa, e nos oceanos causa acidificação (diminuindo seu pH) e umas das consequências disso é a redução da diversidade biológica tanto em terra quanto no mar.

Os oceanos são responsáveis por 93% do armazenamento e reciclagem do carbono, além de produzirem gás oxigênio ( $O_2$ ) e assim regularem o clima. E é aqui que entram os vertebrados marinhos prestando serviços ecológicos para aumento da absorção de carbono, como demonstrado na figura 13.1:



**Figura 13.1.** Serviços ecossistêmicos, que envolvem a absorção de carbono, prestados por vertebrados marinhos. **Fonte:** Adaptado LUTZ & MARTIN, 2014.

Na imagem 13.1 as setas indicam os caminhos dos serviços ecossistêmicos envolvidos com ciclagem de nutrientes (amarelo e laranja), produção de gás oxigênio ligado a fotossíntese (verde) e reciclagem de carbono ligado a respiração e a decomposição (azul e roxo).

Os números de um a oito indicam os principais serviços ecossistêmicos prestados:

### **1. CASCATA ALIMENTAR**

Envolve as interações ecológicas com herbívoros, predadores, presas, hospedeiros, parasitas, comensalistas, entre outros, indicando assim uma **coevolução**.

O termo cascata trófica está relacionado ao controle “**top down**” (de cima para baixo) para manutenção da diversidade biológica. É importante saber o papel de espécies-chave e/ou predadores de topo de teias alimentares na composição da diversidade biológica e no funcionamento dos sistemas ecológicos.

Para entender um pouco melhor esse conceito de cascata trófica e entender a importância dos mysticetos no ecossistema marinho assista ao vídeo: “**Como baleias alteram o clima**” no link a seguir: <https://www.youtube.com/watch?v=He9pg0GRZr4>.

### **2. MISTURA DAS CAMADAS DE ÁGUA**

A megafauna marinha possui papéis altamente relevantes no transporte vertical e horizontal de nutrientes.

### **3. EXCRETAS DE PEIXES**

Algumas espécies com carbonato de cálcio nas fezes, como o atum e o bacalhau, tamponam (impedem) a acidificação do carbono nos oceanos, por isso a pesca dessas espécies precisa ser reduzida no mundo. Como exemplo, os recifes de corais são os organismos que mais morrem devido a acidificação dos oceanos.

### **4. EXCRETAS DE MISTICETOS**

Fezes, urina e pele de mysticetos aumentam a produção primária funcionando como fertilizantes. Entretanto as fezes das baleias vêm sendo vistas como fonte de lucro pelo homem de uma maneira nada boa para os oceanos pois suas fezes contêm bastante ferro e por isso formam nódulos de ferro quando depositados no assoalho marinho. Esses nódulos de ferro são usados pela indústria de celulares e são componentes modernos muito requisitados e com a

descoberta destes no assoalho, houve o início da mineração marinha que afeta negativamente os organismos marinhos.

### **5. MIGRAÇÃO VERTICAL**

Os vertebrados marinhos ao migrarem verticalmente na coluna d'água sequestram e transferem carbono para águas profundas pois se alimentam de organismos na superfície como: fitoplâncton, zooplâncton e organismos pelágicos e depois voltam ao fundo e defecam transportando esse carbono ao assoalho oceânico.

### **6. ESTOCAGEM DE CARBONO**

A estocagem de carbono se dá no corpo dos vertebrados marinhos para manutenção corpórea, assim quanto mais numerosos e maiores mais carbono é estocado.

### **7. AFUNDAMENTO DE CARCAÇAS**

É um oásis de nutrientes para animais das profundezas, ocorrendo a decomposição e a transferência de carbono a esses organismos, levando assim ao sequestro de carbono no assoalho marinho.

### **8. NEVE MARINHA**

Os dejetos de vertebrados marinhos afundam pela densidade e formam a neve marinha a caminho do assoalho, servindo de alimento para outros organismos e ficando depositada no fundo (estocagem de carbono).

 **A retirada desses vertebrados marinhos afeta a nossa saúde e a nossa própria capacidade de sobrevivência.**

## **CONSERVAÇÃO**

Com todas as justificativas dadas acima sobre os serviços ecossistêmicos prestados pelos vertebrados aquáticos é dever das nações proteger estoques de baleias, golfinhos e outros vertebrados aquáticos.

## **PAPÉIS DESEMPENHADOS PELOS VERTEBRADOS AQUÁTICOS AOS HUMANOS**

Os vertebrados aquáticos são fonte de recursos como alimento, óleo e rações; são consumidos (peixes) e usados como iscas quando capturados acidentalmente (baleias e golfinhos); servem para contemplação (observação na natureza), pesquisa (avanços no conhecimento) e lucro (cativeiro e observação na natureza: “*whale-watching*”, “*dolphin-watching*”); são espécies-bandeiras para o estabelecimento de unidades de conservação e possuem um grande valor intrínseco devido aos serviços ecossistêmicos que prestam (valor é diferente de preço).

Por isso, devido a todos os serviços ecossistêmicos prestados, os vertebrados marinhos **SÃO MAIS IMPORTANTES VIVOS** do que mortos e sua conservação é essencial para um futuro melhor.

CAPÍTULO 14

---

## *Transmissão de cultura em cetáceos*

---

Nesse capítulo trataremos da transmissão de cultura em cetáceos. Isso mesmo, iremos ver exemplos de como os cetáceos transmitem seus conhecimentos para as futuras gerações, o que normalmente envolve o conhecimento de caça.

Nesse contexto de comportamento de fauna, o que é cultura? De acordo com Rendell e Whitehead (2001), cultura é: “A informação ou comportamento compartilhado por uma população ou subpopulação, adquiridas de congêneres através de alguma forma de aprendizado social”.

### **MECANISMOS DE TRANSMISSÃO CULTURAL**

O **mecanismo de transmissão vertical** é o aprendizado com os pais ou com os mais velhos e é estável, como por exemplo: o ensino da língua e da religião nos humanos.

Já o **mecanismo de transmissão horizontal** é o aprendizado com os colegas, é instável e conhecido como mania e moda, como por exemplo: gostos musicais e escolhas por roupas.

No estudo desses comportamentos a **etnografia de campo** busca padrões de variação comportamental não relacionados à ecologia ou à genética.

### **CETÁCEOS COMO MODELOS**

Cetáceos possuem algumas características que os tornam bons modelos para estudos de transmissão de cultura, como:

- Vida longa (algumas espécies podem viver mais de 100 anos) e cuidado parental prolongado (podem amamentar por até 4 anos).
- Cérebros complexos.
- Habilidades cognitivas avançadas.
- Estruturas sociais complexas.
- Altamente móveis e não territoriais.

Esses fatores estimulam a propagação de cultura e sua estabilização nas populações, sendo mais significativa ecológica e evolutivamente.

## EVIDÊNCIAS DE CULTURA EM CETÁCEOS

Existem alguns casos documentados de transmissão de cultura em cetáceos que serão expostos a seguir:

- ✓ Estudos comprovam que o golfinho-nariz-de-garrafa é o melhor imitador não-humano, tanto vocal quanto motor.
- ✓ O comportamento de encalhe intencional para captura de presas por orcas na Patagônia e nas Ilhas Crozet é um dos melhores exemplos de ensino não-humano.
- ✓ Canções da baleia-jubarte são um exemplo de transmissão de cultura:
  - São longas e elaboradas vocalizações.
  - Feitas por machos nas áreas reprodutivas.
  - Todos os machos em dada bacia oceânica cantam a mesma canção na mesma estação reprodutiva.
  - As canções lentamente evoluem após meses ou anos.
  - Canções em bacias oceânicas diferentes são diferentes, porém seguem as mesmas regras.
- ✓ Nova técnica de forrageamento, usando batidas da nadadeira caudal, pelas baleias-jubarte no Maine são outro exemplo de transmissão de cultura.
- ✓ Estrutura social de fêmeas de cachalote é um caso de cultura em cetáceos.
- ✓ Especializações alimentares de golfinhos-nariz-de-garrafa são exemplos de ensino não-humano:
  - Indivíduos que perseguem embarcações e outros que não perseguem.
  - Indivíduos que usam esponjas como ferramenta para capturas de presa e outros que não usam.



**Figura 14.1.** Golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) usando uma esponja como ferramenta para captura de alimento. **Fonte:** Berta et al., 2015.

- ✓ Estrutura social multicultural em orcas:

- Orcas vivem em sociedades de muitos níveis e culturas que variam entre diferentes aspectos, como em estratégia alimentar, cerimônias de saudação, dialetos vocais e especializações alimentares.

- ✓ Orcas usando iscas para capturar gaivotas em Marineland é outro exemplo de ensino não-humano.
- ✓ Golfinhos “beach hunters” (caçadores de praias) em Cananéia/Brasil, desenvolveram essa nova técnica de forrageamento que é passada das mães para os filhotes do sexo feminino.

Com todos os casos citados acima e com muitos outros não citados podemos concluir que há grandes perspectivas para investigar cultura em cetáceos e essa área de estudo aparenta ser muito promissora nos próximos anos.

 **CAPÍTULO 15**

---

***Ameaças à sobrevivência e conservação***

---

Por sua história de vida com crescimento lento, grande longevidade, maturação lenta e baixa fertilidade o declínio populacional de mamíferos aquáticos é rápido e a recuperação é lenta apresentando índices insustentáveis, por isso a conservação dessas espécies se faz vital se quisermos que coexistam conosco no futuro.

**PRINCIPAIS AMEAÇAS**

As principais ameaças que afetam a saúde e geram declínio populacional entre os mamíferos aquáticos são:

**1. CAPTURA DIRECIONADA/CAÇA E SOBRE-EXPLOTAÇÃO**

Os motivos para a caça e a sobre-exploração dos mamíferos aquáticos são basicamente três:

- Subsistência familiar.
- Lucro (maior parte industrial).
- Controle do predador (competem por alimento com o homem, e por isso sua população precisa ser reduzida).

Os principais produtos explorados são: pelagem, couro, carne, gordura, cerdas bucais, “marfim” (dentes de narvais e morsas) e podem ser usados de isca para a pesca.

Uma das justificativas para a caça de mamíferos aquáticos é as ameaças que conferem a “sustentabilidade” humana já que competem por peixes e invertebrados, prejudicam os petrechos de pesca, “roubam” o pescado dos pescadores, podem causar fatalidade humanas (muitas vezes relacionado a aproximação indevida do homem), destroem plantações de arroz (sirênios) e afastam aves de colônias, entretanto todas essas razões são falhas pois temos sempre que lembrar que esses animais surgiram no planeta muito antes dos seres humanos, então quem estaria roubando, prejudicando e destruindo seria o ser humano e não os mamíferos aquáticos.

Existem alguns exemplos de mamíferos aquáticos que já foram extintos devido a caça, como a vaca-marinha-de-Steller, a foca-monge-do-Caribe e a baleia-cinzenta no Atlântico, além de muitas populações já terem sido dizimadas e reduzidas em várias regiões.

## 2. CAPTURAS ACIDENTAIS EM OPERAÇÕES DE PESCA

De acordo com Soykan et al. (2008), o significado de captura acidental é: “a captura não intencional de organismos não-alvo em operações de pesca”.

Esse tipo de captura acontece no mundo inteiro e é difícil saber se o seu impacto é maior do que o da exploração direta (caça).

Os petrechos de pesca não seletivos que muitas vezes atingem os mamíferos aquáticos são: redes de espera ou deriva (são proibidas, mas usadas na pirataria), espinhéis e varas de pesca amadoras, redes de arrasto, redes ensacadoras e redes de cerco.

Estima-se que globalmente mais de 600 mil mamíferos aquáticos sejam capturados acidentalmente por ano e as principais vítimas são os pequenos cetáceos.

As consequências aos mamíferos aquáticos podem ser: morte imediata por afogamento, injúrias graves com morte a posteriori e injúrias comprometedoras.



**Figura 15.1.** Consequências da pesca acidental quando se usa petrechos de pesca não seletivos. **Fonte:** Tom Campbell.

## 3. COMPETIÇÃO COM A PESCA

Sabe-se que dos recursos de pesca 28% estão sobre-explotados, 52% plenamente explorados (próximos ao limite máximo sustentável) e apenas 20% são explorados moderadamente (dentro da capacidade de produção).

É da plataforma continental que 80 a 95% dos pescados vem e nessas regiões há uma sobreposição das áreas de pesca com a área de alimentação de predadores, mas a competição é

muito vantajosa para os seres humanos que pescam usando várias técnicas e equipamentos conseguindo assim toneladas de pescado.

#### **4. PERDA E DEGRADAÇÃO DE HABITATS**

Nas regiões costeiras, estuários e rios é onde acontece a maior perda e degradação de habitat por: especulação imobiliária, marinas e portos, dragagens de sal, hidrelétricas, maricultura costeira, insumos advindos da agricultura e emissários submarinos (esgoto jogado na água).

As consequências para os mamíferos aquáticos são: perda de habitats críticos para alimentação e reprodução e fragmentação de populações o que pode gerar um isolamento reprodutivo entre elas.

#### **5. CONTAMINAÇÃO QUÍMICA**

A contaminação química das águas se dá por metais pesados advindos da mineração, como chumbo, mercúrio e cádmio, e por organopersistentes ligados a agroindústria que possuem uma lipoafinidade com o *blubber* desses mamíferos aquáticos, geram biomagnificação, possuem alta toxicidade, causam carcinogênese (câncer), mutagênese (mutações) e teratogênese (má formações no corpo) e fragilizam o sistema imunológico facilitando a infestação por parasitas.

Os desastres com petróleo são um exemplo de contaminação química das águas marinhas. As manchas de petróleo se dispersam com o vento e as correntes, atingindo diversas regiões e intoxicando mamíferos aquáticos, afetando seu isolamento (pelos) e contaminando o alimento. Além disso afetam a economia (custo para arrumar os danos e alimentos contaminados) e o lazer (praias sujas de petróleo) dos seres humanos. Para a indústria do petróleo os mamíferos aquáticos são inconvenientes por atrapalharem sua prospecção.

#### **6. POLUIÇÃO SONORA**

Os mamíferos aquáticos se comunicam e investigam o ambiente pelo som e por isso a poluição sonora os atrapalha tanto. Os humanos costumam usar uma alta variação de frequências para explorar o oceano e causam prejuízos aos mamíferos aquáticos, como a mudança de área de uso e a perda temporária ou permanente da capacidade auditiva o que pode causar inanição por não conseguirem caçar, falhas na reprodução e até encalhes.

A prospecção marinha sísmica causa muita poluição sonora e prejudica de maneira muito efetiva os mamíferos aquáticos da sua região.

## 7. COLISÕES COM EMBARCAÇÕES

As colisões com embarcações ou atropelamentos são identificadas pelas marcas de hélice no corpo do animal e podem causar sua morte imediata, injúrias graves ou apenas ferimentos que cicatrizam com o tempo.

## 8. APROXIMAÇÃO INDEVIDA E DISTÚRBIOS

A aproximação indevida e distúrbios se referem as ações de alimentação induzidas por humanos e a aproximação por embarcações de lazer que acabam condicionando o animal a se aproximar de seres humanos para se alimentar e causam redução da eficiência reprodutiva e alimentar, injúrias com os barcos ou com humanos com más intenções, podem causar a intoxicação com o alimento oferecido pelos humanos que não faz parte de sua dieta, a morte ou até o abandono de seus habitats devido aos distúrbios.

## 9. MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Mudanças climáticas como a redução da camada de ozônio, aumentam a radiação UV o que diminui a fotossíntese e conseqüentemente a produção primária o que acaba por afetar toda a cadeia trófica do qual os mamíferos aquáticos fazem parte.

O degelo das calotas polares é outra mudança climática que gera alterações nas correntes e isso também altera a produção primária e a comunidade marinha. Além disso o degelo gera perdas de habitats para mamíferos e aves além de afetam a disponibilidade de krill.

Por isso é essencial que tentemos diminuir ao máximo essas mudanças climáticas para que os mamíferos aquáticos e todos os outros organismos, incluindo o homem, sofram o menos possível no futuro.

## SINERGISMO DOS IMPACTOS E CONSEQUÊNCIAS

O sinergismo é a atuação conjunta dos impactos de forma que para solucionar os problemas é preciso trabalhar com todas as ameaças. As conseqüências de forma geral para os mamíferos aquáticos são:

- Declínio populacional.
- Aumento da homozigose (diminuição da diversidade genética).
- Seleção de genótipos de menor porte.
- Redução do bem-estar das populações.
- Estresse e fragilidade do sistema imune.

## CONSERVAÇÃO

De acordo com Edward O. Wilson, conservação é: “a manutenção da biodiversidade e ecossistemas nos quais as comunidades de organismos existam”. Por isso devemos deixar claro que há uma diferença entre preservação e conservação, na preservação você protege o ambiente, mas o mantém da maneira que ele está enquanto que a conservação envolve o manejo, ou seja, além de proteger você também trabalha para melhorar o ambiente para que volte a ser ideal para as espécies viverem e coexistirem.

Sabendo que a extinção de espécies é um processo que ocorre desde que o primeiro organismo vivo surgiu no planeta, é difícil discernir em quais casos se trata de uma extinção natural e se devemos impedir e quando se trata de uma extinção induzida pelo homem, por isso a conservação é essencial até mesmo para os processos de extinção natural.

## RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE POPULAÇÕES

### ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO

#### ✓ Avaliação

##### 1. Ameaças

- Identificar todas as ameaças.
- Avaliar a magnitude e a extensão das ameaças.
- Avaliar os efeitos.
- Lembrar do sinergismo.

##### 2. Populações/estoque

- Avaliar parâmetros populacionais (abundância, mortalidade, natalidade).
- Requer um longo prazo.
- Não há dados para todas as populações.

Na ausência de dados deve ser aplicado o **Princípio da Precaução**: “Onde há ameaças de prejuízos irreversíveis, a falta de completa certeza científica não pode ser utilizada como justificativa para adiar ações preventivas de degradação do ambiente”.

#### ✓ Mitigação de ameaças

- Diminuir ou eliminar fonte de poluição.
  - Diminuir ou eliminar pesca não seletiva.
  - Diminuir ou eliminar a caça.
- } Mudanças no comportamento humano

✓ **Pesquisa científica**

- Em educação.
- Em sociologia.
- Em direito ambiental.
- Em economia verde.
- Toda informação compartilhada pode gerar um manejo participativo com comprometimento.

✓ **Criação de áreas de proteção**

- Em áreas de colônias reprodutivas.
- Proteção de habitats críticos.

✓ **Leis e regulamentações atuando com a conservação**

- Uso de experiências prévias.
- Auxílio de instituições de conservação.
- Deve transcender fronteiras.

✓ **Instrução e capacitação**

- Uso de imagens que ganhem a **EMPATIA** do público.
- Uso de **ESPÉCIES-BANDEIRA** para preservação de ecossistemas.

**RAZÕES PARA CONSERVAR MAMÍFEROS AQUÁTICOS**

- ❖ Pelo valor intrínseco da biodiversidade.
- ❖ Pelas características ímpares dessas espécies e por serem pouco conhecidas.
- ❖ Por serem **sentinelas dos ecossistemas aquáticos**.
- ❖ Por possuírem **papéis importantes nos ecossistemas** como: predadores, consumidores primários, papéis na cadeia de detritos e por serem oásis de nutrientes quando morrem.

Com isso é essencial que haja um maior conhecimento sobre as ameaças e as dimensões de seus impactos; ações, além da pesquisa científica, em prol da conservação; mudanças de comportamento humano; pesquisas a longo prazo com avaliações periódicas e um manejo participativo com uma visão ecossistêmica do todo, pois só assim conseguiremos proteger e ajudar os mamíferos aquáticos para que eles continuem a habitar esse planeta em coexistência com o homem.

---

## **SOBRE A AUTORA**

---



*Meu nome é Julia Bellucco da Cruz e nasci no ano de 1999 em Piracicaba, SP. Sou estudante de graduação da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), campus Piracicaba/SP, parte da Universidade de São Paulo (USP). Nesse ano de 2020, estou terminando meu terceiro ano de bacharelado e licenciatura em Ciências Biológica e pretendo fazer mestrado e doutorado em Biologia Marinha, uma área que sou apaixonada e me inspira cada dia mais.*

---

## **SOBRE A DISCIPLINA**

---

*Esse trabalho foi desenvolvido na disciplina IOB0151 - Mamíferos Aquáticos oferecida pelo Instituto Oceanográfico (IO) da Universidade de São Paulo (USP), no segundo semestre de 2020, pelo Prof. Dr. Marcos César de Oliveira Santos, com o intuito de compartilhar informações sobre os mamíferos aquáticos com professores e com todos aqueles interessados em conhecer mais sobre esses incríveis animais, que muitas vezes não recebem a atenção que merecem, visando assim a conscientização e uma maior conservação, para que no futuro esses animais ainda estejam coexistindo conosco.*

