(Foto: Acervo Maquari/UFRJ)

Boto-cinza

Biologia e Conservação no Brasil

Guiana dolphin

Biology and Conservation in Brazil

Realização/*Concept*

AQUASIS
ASSOCIAÇÃO DE PESQUISA E PRESERVAÇÃO DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

PROJETO MANATÍ

Apoio/*Support*

Sesc

Patrocínio/*Sponsorship*

BR PETROBRAS

PÁTRIA AMADA BRASIL
GOVERNO FEDERAL

1ª Edição - São Paulo 2020

Bambu
Editora e Artes Gráficas Ltda

(Foto: Carol Morelles/Acervo Aquasis)

ORGANIZADORES/*EDITED BY*:

Dr. Vitor Luz Carvalho
Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis), Caucaia/CE.

Dra. Ana Carolina Oliveira de Meirelles
Pesquisadora associada da Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis, Caucaia/CE.

AUTORES/*AUTHORS*:

Dr. Alexandre de Freitas Azevedo
Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores Izabel Gurgel (MAQUA), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

Dr. Alexandre Schiavetti
Laboratório de Etnoconservação e Áreas Protegidas, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilheus/BA.
Pesquisador associado do CESIMAR – CONICET/CENPAT, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

Dra. Ana Bernadete Lima Fragoso
Projeto Cetáceos da Costa Branca, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (PCCB/UERN), Mossoró/RN.

Dra. Ana Carolina Oliveira de Meirelles
Pesquisadora associada da Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis, Caucaia/CE.

MSc. Bárbara Manhães Moura Reis
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biofísica), Instituto Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

Dra. Camila Domit
Laboratório de Ecologia e Conservação – LEC, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná/PR.

Dra. Carolina Pacheco Bertozzi
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus do Litoral Paulista - Unidade São Vicente., São Vicente/SP.
Instituto Biopesca, Praia Grande/SP.

Dra. Daniela Fettuccia
Pesquisadora associada do Laboratório de Mamíferos Aquáticos –LMA, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus/AM.

Dr. Elitieri Batista Santos-Neto
Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores Izabel Gurgel (MAQUA), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

Dr. Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho
Laboratório de Biologia e Ecologia de Vertebrados, Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.
Instituto de Pesquisas Cananéia, Cananéia/SP.

Dr. Flávio José de Lima Silva
Projeto Cetáceos da Costa Branca, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (PCCB/UERN), Mossoró/RN.

Dra. Haydée Andrade Cunha
Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores Izabel Gurgel (MAQUA), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

Dr. José Lailson Brito-Junior
Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores Izabel Gurgel (MAQUA), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

Dr. Josué Diaz-Delgado
Texas AeM Veterinary Medical Diagnostic Laboratory, College Station/TX, EUA.
Pesquisador associado do Laboratório de Patologia Comparada de Animais Selvagens, Universidade de São Paulo (LAPCOM/USP), São Paulo/SP.

Dra. Juliana Marigo
Pesquisadora associada do Laboratório de Patologia Comparada de Animais Selvagens, Universidade de São Paulo (LAPCOM/USP), São Paulo/SP.

Dra. Katherine Fiedler Choi-Lima
Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis, Caucaia/CE.

Dra. Kátia Regina Groch
Pesquisadora associada do Laboratório de Patologia Comparada de Animais Selvagens, Universidade de São Paulo (LAPCOM/USP), São Paulo/SP.

Dr. Leonardo Flach
Instituto Boto-Cinza, Mangaratiba/RJ.

MSc. Marcela Marega Imamura
Doutoranda em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Laboratório de Etnoconservação e Áreas Protegidas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilheus/BA.

Dr. Marcos Roberto Rossi-Santos
Laboratório de Ecologia Acústica e Comportamento Animal, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas/BA.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia: Teoria, Aplicação e Valores, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA.

MSc. Mariana Bruck de Moraes Ponna Schiavetti

Dra. Marina Consuli Tischer
Docente do Centro Universitário da Fundação Hermínio Ometto – FHO, Araras/SP.

Dra. Tatiana Lemos Bisi
Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores Izabel Gurgel (MAQUA), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

Dr. Vitor Luz Carvalho
Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis), Caucaia/CE.

O boto-cinza é um dos menores golfinhos do mundo e tem distribuição em águas costeiras e estuarinas das Américas do Sul e Central. Apesar de aparentemente ocorrer em uma ampla região, sua distribuição na verdade é restrita e se concentra em uma estreita faixa ao longo do litoral, principalmente em áreas naturalmente abrigadas, como estuários, baías e enseadas. Nesses locais começaram os primeiros estudos sobre a espécie no Brasil, como Baía de Guanabara (RJ), Complexo Estuarino de Cananéia (SP) e Baía Norte (SC).

Justamente pelo hábito costeiro e preferência por áreas abrigadas, onde também estão instalados portos, estaleiros, cidades, etc., essa espécie tem sofrido com a perda e degradação de habitat, todo tipo de contaminação química e poluição sonora, além das capturas acidentais em redes de pesca, um impacto significativo para o boto-cinza. Foi em um desses locais que tive meu primeiro contato com esses animais em 1999, na Praia de Iracema, em Fortaleza, quando iniciava o curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal do Ceará (UFC). Fiquei extasiada ao ver os botos saltando e pescando juntos e decidi, naquele momento, que queria estudá-los. O sonho apenas se tornou realidade a partir de 2004, quando iniciei meu Mestrado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e continuou durante o Doutorado na UFC, novamente, em 2008. Mas até lá tive a oportunidade de conhecer e estudar uma outra espécie que também me cativou, o peixe-boi-marinho, que compartilha as águas costeiras do norte e nordeste do país com o boto-cinza e, infelizmente, também os impactos antrópicos que ali ocorrem.

Por muitos anos, esse golfinho foi considerado a mesma espécie do tucuxi, que habita a Bacia Amazônica, e mesmo com todos os impactos sofridos e mortes registradas, a quantidade de animais encontrados na natureza era vista como muito grande para considerá-lo ameaçado de alguma forma. Apesar da inexistência de estudos que indicassem que o boto-cinza e o tucuxi fossem a mesma espécie, foi necessário um esforço significativo e estudos robustos para chegar à conclusão que eram espécies distintas, o que se deu definitivamente apenas em 2005.

The Guiana dolphin is one of the world's smallest dolphins, distributed along the coastal and estuarine waters of South and Central Americas. Despite its apparently wide distribution, it is in fact restricted to a narrow strip along the coast, particularly in naturally sheltered areas, such as estuaries, bays and embayments. These are where the first studies on the species in Brazil began, such as in Guanabara Bay (RJ), Cananéia Estuarine Complex (SP) and Baía Norte (SC).

Their coastal habits and preference for sheltered areas, alongside ports, shipyards, cities, etc., renders the species vulnerable to habitat loss and degradation, all kinds of chemical contamination and noise pollution, in addition to bycatch in fishing nets, a significant threat for Guiana dolphins. It was in one such place where I had my first contact with these animals in 1999, in Praia de Iracema, Fortaleza, when I began my Biological Sciences degree at the Federal University of Ceará (UFC). I was delighted to watch them leaping and fishing together and, at that moment, decided I wanted to study them. The dream only came true in 2004, when I started my Master's degree at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), and it continued during my PhD at UFC again, in 2008. But until then I had the opportunity to meet and study another species that also captivated me, the West Indian manatee, which shares the country's north and northeastern coastal waters with the Guiana dolphin and, regrettably, also the anthropic threats present there.

For many years, the Guiana dolphin and the Tucuxi, which inhabits the Amazon Basin, were described as the same species, so regardless of all the threats and deaths recorded, the number of animals found in nature was considered too large to place them under any threat category. So despite the lack of evidence to confirm Guiana dolphin and Tucuxi were the same species, it took major efforts and robust studies to prove they were definitely distinct species, as late as 2005.

Mesmo com sua biologia sendo estudada e os inúmeros registros de mortalidade registrados na costa brasileira, por anos os artigos publicados eram iniciados indicando que havia ainda poucas informações conhecidas sobre a espécie. Preocupados com essa situação, pesquisadores se reuniram em 2006 no *I Workshop on Research and Conservation of the Genus Sotalia*, com o objetivo de reunir resultados de pesquisas sobre as duas espécies do gênero. Em 2010, um volume especial do *Latin American Journal of Aquatic Mammals (Lajam)* foi publicado reunindo diversos artigos de revisão iniciados durante esse *Workshop*.

Mesmo ciente da vulnerabilidade do boto-cinza, apenas em 2014 o Governo Federal inseriu a espécie na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Recentemente, em 2018, a IUCN mudou o status da espécie de "Dados Insuficientes" para "Quase Ameaçada". Esse reconhecimento é uma vitória para as instituições e pesquisadores que se dedicam à espécie, o que pode inicialmente parecer estranho, mas que de fato tira o boto-cinza de um tipo de limbo e torna a obtenção de recursos financeiros para estudá-lo e protegê-lo menos difícil.

Assim, depois de quase dez anos da publicação do volume especial do Lajam, uma quantidade considerável de estudos sobre o boto-cinza foi produzida e disponibilizada para a comunidade científica, seja como artigos científicos, livros, resumos de congresso, monografias, dissertações ou teses. Dessa forma, neste livro, construído por importantes pesquisadores do país, tivemos o objetivo de reunir resultados importantes de pesquisas realizadas no Brasil, que contribuíram de forma significativa para aumentar o conhecimento sobre sua biologia e seu grau de ameaça, auxiliando na identificação de medidas que possam diminuir sua mortalidade, seja em Planos de Ação, ou nas ações institucionais das diversas universidades e ONGs dedicadas a estudar e proteger a espécie.

Although its biology was studied and innumerable mortality events recorded along the Brazilian coast, for years most articles published stated there was lack of information about the species. Concerned about this situation, researchers gathered in 2006 for the I Workshop on Research and Conservation of the Genus Sotalia, aiming to consolidate the research on both species of the genus. In 2010, a special volume of the Latin American Journal of Aquatic Mammals (Lajam) was published containing several review articles initiated during the workshop.

Despite being aware of its vulnerability, it took until 2014 for the Federal Government to place the Guiana dolphin in the National List of Species Threatened with Extinction. More recently, in 2018, the IUCN changed its status from "Data Deficient" to "Near Threatened". This recognition is a victory for the institutions and researchers dedicated to the species, which may initially seem strange, but in fact removes the Guiana dolphin from a type of limbo and makes obtaining financial resources to study and protect it less difficult.

Thus, nearly ten years after the publication of Lajam's special issue, there is now a considerable number of studies on the Guiana dolphin available to the scientific community in the form of scientific articles, books, conference proceedings, dissertations and thesis. This book, written by some of the country's leading researchers, gathers important research results that contributed significantly to increasing our knowledge about their biology and threat status. With this book we aim to contribute for the identification of measures that can reduce their mortality, either as Action Plans or other actions by the various universities and NGOs dedicated to studying and protecting the species.

Ana Carolina Oliveira de Meirelles

(Foto: Heidegger Nascimento)

Sumário / *Summary*

Introdução / *Introduction* 14
Ana Carolina Oliveira de Meirelles

1. Biologia / *Biology* 23
Haydée A. Cunha, Daniela Fettuccia, Elitieri Batista Santos-Neto e Tatiana L. Bisi

2. Bioacústica e Comportamento / *Bioacoustics and Behavior* 47
Marcos Roberto Rossi-Santos, Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho e Alexandre de Freitas Azevedo

3. Ecologia Populacional / *Population Ecology* 65
Alexandre de Freitas Azevedo e Camila Domit

4. Saúde / *Health* 83
Vitor Luz Carvalho, Kátia Regina Groch, Josué Diaz-Delgado, Juliana Marigo e Ana Bernadete Lima Fragoso

5. Contaminantes / *Contaminants* 103
José Lailson-Brito, Elitieri Batista Santos-Neto, Bárbara M. R. Manhães e Tatiana L. Bisi

6. Interação com a Pesca / *Fisheries Interactions* 123
Carolina Pacheco Bertozzi, Flavio José de Lima Silva e Leonardo Flach

7. Conservação / *Conservation* 139
Alexandre Schiavetti, Ana Carolina Oliveira de Meirelles, Marina Consuli Tischer, Mariana Bruck de Moraes Ponna Schiavetti e Marcela Marega-Imamura

8. Aquasis e Projeto Manatí / *Aquasis and Manatí Project* 159
Ana Carolina Oliveira de Meirelles e Katherine Fiedler Choi-Lima

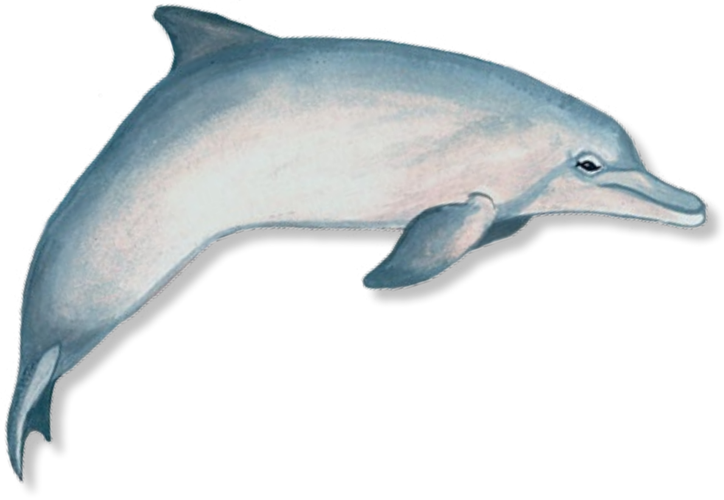
Referências Bibliográficas / *References* 178

Créditos / *Credits* 192

(Foto: Acervo Maqua - UERJ)

O Boto-cinza

The Guiana dolphin



Ana Carolina Oliveira de Meirelles

Introdução
Introduction

O boto-cinza foi descrito em 1864 pelo zoólogo e paleontólogo belga Pierre-Joseph van Beneden como o golfinho da Guiana, *Delphinus guianensis*, com base em esqueletos de três espécimes coletados por A. Klapper na foz do rio Marowijne (ou Maroni), na divisa entre Guiana Francesa e Suriname (figura 1). Os esqueletos inicialmente estavam no Museu de Stuttgart, na Alemanha, mas posteriormente um deles foi enviado para o Museu de Bruxelas (Husson, 1978) e os outros dois ficaram na coleção da Universidade de Louvain, onde van Beneden era curador do Museu de História Natural. Entretanto, em 1866, John Edward Gray, zoólogo britânico, analisou as características do crânio de um espécime depositado na coleção do Museu de Stuttgard e indicou características muitos distintas daquelas observadas em crânios de *D. micros*, sugerindo o gênero *Sotalia* para a espécie, que tem significado desconhecido e aparentemente foi um nome inventado (Palmer, 1904).

Alguns anos depois, em 1875, Édouard van Beneden, filho de Pierre-Joseph, descreveu um golfinho encontrado na Baía do Rio de Janeiro (Baía de Guanabara) como *Sotalia brasiliensis*, já considerando a avaliação de Gray (1866) sobre o gênero. Em sua detalhada descrição, Édouard se mostra surpreso pelo fato da espécie não ter sido relatada nessa baía por nenhum dos diversos importantes naturalistas que passaram pelo Brasil, como o biólogo alemão Johann Baptist von Spix e o botânico também alemão Carl Friedrich Philipp von Martius, que em 1817 chegaram ao Rio de Janeiro com uma comissão austríaca que acompanhava Maria Leopoldina, arquiduquesa da Áustria, e Dom Pedro de Alcântara, futuro imperador do Brasil.

Ainda de acordo com Édouard, os golfinhos dessa baía eram chamados de botos ou 'boutos' pelos pescadores e nadavam em grupos de cinco a oito animais, que nunca acompanhavam as embarcações. Eram observados em toda a baía, em qualquer época do ano e mesmo entre os navios ancorados, e em todas as vezes que por ali navegou. Apesar de seus esforços para obter um exemplar, uma lenda local desencorajava os pescadores de caçarem os botos e apenas depois de muitos meses o biólogo belga conseguiu um exemplar capturado acidentalmente em uma rede de pesca. A partir desse exemplar, um macho de 1,21 m de

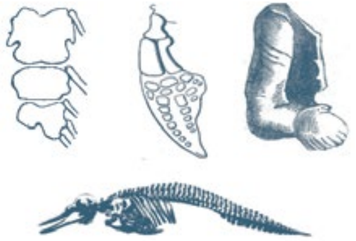


Figura 1. Ilustrações de P.J. van Beneden (1864) contidas no artigo original de descrição do golfinho da Guiana, *Delphinus guianensis*.
Figure 1. Illustrations by P.J. van Beneden (1864) in the original Guiana dolphin, Delphinus guianensis*, description article.*

The Guiana dolphin was described in 1864 by the Belgian zoologist and palaeontologist Pierre-Joseph van Beneden as the Guiana dolphin, Delphinus guianensis*, based on skeletons of three specimens collected by A. Klapper from the mouth of the Marowijne (or Maroni) River, on the border between French Guyana and Suriname (figure 1). The skeletons were initially in the Stuttgart Museum, in Germany, but later one of them was sent to the Brussels Museum (Husson, 1978), and the others to the University of Louvain, where van Beneden was the curator of the Natural History Museum. However, in 1866, John Edward Gray, a British zoologist, analysed the skull of the specimen deposited in the Stuttgard Museum collection and indicated characteristics very different from those observed in skulls of* D. micros*, suggesting the genus* Sotalia *for the species, an apparently invented name of unknown meaning (Palmer, 1904).*

A few years later, in 1875, Édouard van Beneden, Pierre-Joseph's son, described a dolphin found in the Rio de Janeiro bay (Guanabara Bay) as Sotalia brasiliensis*, already taking into consideration Gray's (1986) evaluation of the genus. In*

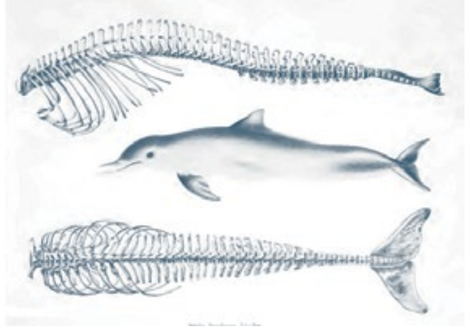


Figura 2. Prancha 2 do artigo original de Édouard van Beneden (1876), com a descrição de *Sotalia brasiliensis*.
Figure 2. Illustration from the original article by Édouard van Beneden (1876), with the description of Sotalia brasiliensis.

comprimento, uma descrição da morfologia externa, do crânio e do esqueleto foram feitas (figura 2), incluindo comparações com *S. guianensis*, e chegando-se à conclusão de ser uma nova espécie.

Entretanto, muitas dúvidas surgiram com relação à taxonomia de *S. brasiliensis* devido à imaturidade do espécime descrito. O próprio pai de Édouard, junto com Gervais, publicou em 1880 um estudo sobre a osteologia de cetáceos no qual é levantada a possibilidade do golfinho do Rio de Janeiro se tratar de *S. guianensis*. Em 1893, Goeldi relatou que golfinhos semelhantes a esses também podiam ser encontrados na Baía de Todos os Santos, mas indicou haver dúvidas sobre a correta identificação taxonômica (*guianensis* ou *brasilienses*). O autor afirmou que exemplares de *S. brasiliensis* eram raros em coleções zoológicas e que em 1886 teve a oportunidade de examinar uma fêmea prenhe de mais de 2 m de comprimento.

Além da observação feita por van Beneden e Gervais (1880), outros autores também colocaram a imaturidade do espécime de *S. brasiliensis* como um problema para realizar a comparação com

his detailed description, Édouard was surprised the species was never reported in this bay by any of the several important naturalists who passed through Brazil, such as the German biologist Johann Baptist von Spix and the German botanist Carl Friedrich Philipp von Martius, who in 1817 came to Rio de Janeiro with an Austrian entourage who accompanied Maria Leopoldina, Archduchess of Austria, and Don Pedro de Alcântara, future emperor of Brazil.

Still according to Édouard, the dolphins of that bay were called 'botos' or 'boutos' by the fishermen and swam in groups of five to eight animals, which never followed boats. They were observed throughout the bay, at any time of the year and even around moored vessels, every time they sailed the area. Despite his efforts to obtain a specimen, a local legend discouraged fishermen from hunting 'botos' and only after many months did the Belgian biologist obtain a specimen caught accidentally in a fishing net. From this specimen, a 1.21 m male, he described the external morphology, the skull and skeleton (figure 2), including comparisons with S. guianensis*, and reaching the conclusion it was a new species.*

However, many doubts remained regarding the taxonomy of S. brasiliensis *due to the immaturity of the specimen described. Édouard's own father, together with Gervais, published in 1880 a study on cetacean osteology in which they raise the possibility of the Rio de Janeiro dolphin being S. guianensis. In 1888, Goeldi reported similar dolphins in Todos os Santos Bay, but indicated there were doubts about the correct taxonomic identification (*guianensis *or* brasiliensis*). The author explained S. brasiliensis specimens were rare in zoological collections and that in 1886 he had the opportunity to examine a pregnant female over 2 m long.*

In addition to the observations made by van Beneden and Gervais (1880), other authors also considered the immaturity of the S. brasiliensis *specimen a problem for comparing it with* S. guianensis *(True, 1889; Beddard, 1900), indicating the need to review its taxonomy. It is not clear when it was reviewed but, in 1963, a list of the world's marine mammals published by Schefer and Rice (1963) through the National Oceanic and Atmosphere Administration considers* S. brasiliensis *a synonym of* S. guianensis.

S. guianensis (True, 1889; Beddard, 1900), indicando a necessidade de rever a taxonomia do primeiro. Não está claro a partir de que momento esta revisão foi feita, mas em 1963, uma lista dos mamíferos marinhos do mundo publicada por Schefer e Rice (1963) através do *National Oceanic and Atmosphere Administration*, considera *S. brasiliensis* como sinonímia de *S. guianensis*.

Pouco depois, em 1968, os mesmos autores, no mesmo tipo de documento, e aparentemente sem a realização de qualquer estudo, indicam também que o tucuxi, *S. fluviatilis* (Gervais, 1853), e *S. guianensis* eram muito semelhantes e que talvez devessem ser consideradas uma só espécie. Mesmo sem muita clareza sobre os estudos taxonômicos realizados, em 1975 o relatório da reunião sobre pequenos cetáceos realizada em 1973 pela I*nternational Whaling Comission (IWC)* indicou que o gênero *Sotalia* tinha apenas uma espécie, *S. fluviatilis*, com dois ecótipos, um de rio e outro costeiro. De acordo com o relatório, esta decisão foi tomada com base em informações vindas do biólogo holandês, especialista em mamíferos marinhos, Peter J.H. van Bree. A partir de então, o gênero *Sotalia* passou a ser considerado monotípico na grande maioria das publicações (e.g. Rice, 1977; van Foreest, 1980; Leatherwood e Reeves, 1983; Rerry, 1984; da Silva e Best, 1986; Simões-Lopes, 1988; Borobia e Barros, 1989), com denominação comum em inglês incerta, mas posteriormente citada principalmente como "*marine tucuxi*". O estudo da morfometria do crânio comparando o tucuxi com o boto-cinza realizado por Borobia (1991) reforçou a proposta de existência de apenas uma espécie, indicando apenas diferenças de tamanho e não de morfologia. Algumas poucas pesquisas envolvendo o animal marinho o consideraram como *S. brasiliensis* (e.g. Bittencourt, 1984; Monteiro-Filho, 1992) e outros preferiram chamar apenas de *Sotalia* sp. (e.g. Geise *et al.*, 1987).

Mesmo com a ausência de estudos adequados e a fragilidade na afirmação de que o gênero *Sotalia* seria monotípico com dois ecótipos, quase três décadas se passaram até que o primeiro estudo robusto sobre a taxonomia do gênero fosse publicado. Monteiro-Filho *et al.* (2002) analisou a morfometria geométrica do crânio de 104 espécimes de *Sotalia*, 92 costeiros e 12 da Bacia Amazônica, e verificou diferenças significativas no formato dos crânios. Baseados nesses achados e nas diferenças na história de vida de animais marinhos e de água doce, os autores sugeriram que os primeiros voltassem a ser considerados *S. guianensis*. Logo após, estudos genéticos chegaram ao mesmo resultado (ver

Shortly after, in 1968, the same authors, in the same type of document, and apparently without carrying out any study, also indicate the tucuxi, S. fluviatilis *(Gervais, 1853), and S. guianensis were very similar and should perhaps be considered one species. Even in the absence of taxonomic studies to provide clarity on the subject, in 1975 reports from the International Whaling Commission (IWC) meeting on small cetaceans held in 1973 indicated the genus Sotalia contained only one species,* S. fluviatilis*, with two ecotypes, one riverine and one coastal. According to the report, this was based on information provided by the Dutch biologist specialised in marine mammals, Peter JH van Bree. From then on, the genus* Sotalia *was considered monotypic in the vast majority of publications (e.g. Rice, 1977; van Foreest, 1980; Leatherwood and Reeves, 1983; Rerry, 1984; da Silva and Best, 1986; Simões-Lopes, 1988; Borobia and Barros, 1989), with an uncertain English name, but later referred to mainly as "marine tucuxi ". The skull morphometry study comparing the tucuxi with the Guiana dolphin by Borobia (1991) supported the proposed single species indicating size only and not morphology differences. Few studies involving the marine animal considered it* S. brasiliensis *(e.g. Bittencourt, 1984; Monteiro-Filho, 1992) and others preferred naming it* Sotalia *sp. (e.g. Geise et al., 1987).*

Even in the lack of adequate studies to assert the genus Sotalia was monotypic with two ecotypes, almost three decades passed before the first robust study on the taxonomy of the genus was published. Monteiro-Filho et al. (2002) analysed the geometric skull morphometry of 104 Sotalia *specimens, 92 coastal and 12 from the Amazon Basin, and found significant differences. Based on these findings and on differences between the life history of marine and freshwater animals, the authors suggested the former should be considered* S. guianensis *again. Soon after, genetic studies reached the same results (see the Biology Chapter in this book; Cunha et al., 2005; Caballero et al., 2007), leading the scientific community to accept the division, with a common Guiana dolphin English nomenclature (Flores et al., 2010), according to van Beneden (1864).*

Regardless of taxonomic definition, the first information about Guiana dolphins in Brazil emerged in the 1960s,

Capítulo Biologia neste livro; Cunha *et al.*, 2005; Caballero *et al.*, 2007), levando a comunidade científica a aceitar a divisão, com nomenclatura comum em inglês de *"Guiana dolphin"* (Flores *et al.*, 2010), conforme van Beneden (1864).

Independente da definição taxonômica, as primeiras informações sobre o boto-cinza no Brasil surgiram na década de 1960, quando o biólogo Cory Teixeira de Carvalho publicou dados sobre morfologia externa, descrições osteológicas gerais e conteúdo estomacal de espécimes encontrados na Baía de Santos e no estuário de Cananéia, no litoral de São Paulo (Carvalho, 1963). Entretanto, apenas a partir da década de 1980 mais pesquisas começaram a ser desenvolvidas e publicadas (e.g. Bittencourt, 1984; Barros, 1984; Borobia, 1984; Geise, 1984; Monteiro-Filho, 1984; Andrade *et al.*, 1987; Simões-Lopes, 1987, 1988; Geise e Borobia, 1988; Borobia, 1989; Borobia e Barros, 1989). Destacam-se alguns pesquisadores que iniciaram estudos sobre a espécie no país nesse período, entre eles, no Espírito Santo, Nelio Barros; no Rio de Janeiro, Mônica Borobia, Liliane Lodi, Salvatore Siciliano, Lilian Capistrano, Lena Geise, Lucienne de Andrade Sampaio; em São Paulo e no Paraná, Emygdio Monteiro Filho, João Marcos Schmiegelow, Márcio Luiz Bittencourt; em Santa Catarina, Paulo César Simões-Lopes.

Foi nesta década, em 1986, que ocorreu no país a 2ª Reunião de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul (RT), organizada pela Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN). Durante o evento, cinco estudos sobre o boto-cinza no Brasil foram apresentados: dois trabalhos completos, sendo um sobre movimentos e atividades de botos-cinza na Baía de Guanabara (Andrade *et al.*, 1987) e outro sobre a ampliação da distribuição do gênero *Sotalia* para a costa de Santa Catarina (Simões-Lopes, 1987), e três resumos, um sobre o registro de espécimes encontrados encalhados em Cananéia (Schmiegelow, 1987), o segundo sobre o uso de transecto linear para a estimativa de botos na Baía de Guanabara (Borobia *et al.*, 1987a), e o último sobre a distribuição de *Sotalia* sp. no litoral do país (Borobia *et al*, 1987b). Este último foi posteriormente publicado (Borobia *et al.*, 1991), tornando-se uma importante revisão sobre a ocorrência de boto-cinza, incluindo registros de avistagens, espécimes catalogados em museus, além de animais encontrados encalhados ou capturados acidentalmente em redes de pesca e coletados pelos próprios autores. Posteriormente, Simões-Lopes (1988)

when biologist Cory Teixeira de Carvalho published data on external morphology, general osteological descriptions and stomach contents of specimens found in Santos Bay and Cananéia estuary, on the coast of São Paulo (Carvalho, 1963). However, only from the 1980s further research began and was published (e.g. Bittencourt, 1984; Barros, 1984; Borobia, 1984; Geise, 1984; Monteiro-Filho, 1984; Andrade et al., 1987; Simões-Lopes, 1987, 1988; Geise and Borobia, 1988; Borobia, 1989; Borobia and Barros, 1989). Several researchers, who started studies on the species in the country during this period, are noteworthy. Among them: in Espírito Santo, Nelio Barros; in Rio de Janeiro, Mônica Borobia, Liliane Lodi, Salvatore Siciliano, Lilian Capistrano, Lena Geise, Lucienne de Andrade Sampaio; in São Paulo and Paraná, Emygdio Monteiro Filho, João Marcos Schmiegelow, Márcio Luiz Bittencourt; in Santa Catarina, Paulo César Simões-Lopes.

In 1986, during the II Reunião de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul (RT), organized by Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), five studies on Brazilian Guiana dolphins were presented: one on movements and activities of Guiana dolphins in Guanabara Bay (Andrade et al., 1987); one expanding the Sotalia *genus distribution to the coast of Santa Catarina (Simões-Lopes, 1987); and three abstracts, one on stranded specimens in Cananéia (Schmiegelow, 1987), the second on the use of linear transects to estimate abundance in Guanabara Bay (Borobia et al., 1987a), and the last one on* Sotalia *sp. distribution along the country's coast (Borobia et al, 1987b). The latter was later published (Borobia et al., 1991), becoming an important review of Guiana dolphin occurrence, including sighting records, specimens catalogued in museums, stranded or bycaught animals, collected by the authors themselves. Later, Simões-Lopes (1988) also recorded a population of Guiana dolphins near Anhatomirim Island, Norte Bay, Santa Catarina state. It is important to note that, most of the carcasses studied at the time were bycaught in fishing nets, which would later be recognised as one of the main mortality causes for the species in the country.*

Still in the 1980s, studies on Guiana dolphins in Bahia state by the Grupo de Estudos de Cetáceos (GECET), created in 1987 by Prof. Everaldo Queiroz from the Federal University

também registrou a ocorrência de uma população de botos-cinza próximo à Ilha de Anhatomirim, na Baía Norte, em Santa Catarina. É importante salientar que, já nessa época, grande parte das carcaças estudadas vinham de capturas acidentais em redes de pesca, o que mais tarde se constataria como uma das principais causas de mortalidade da espécie no país.

Ainda na década de 1980, foram iniciados também estudos sobre o boto-cinza no estado da Bahia, pelo Grupo de Estudos de Cetáceos (GECET), criado em 1987 pelo Prof. Everaldo Queiroz da Universidade Federal da Bahia. Entretanto, em outros estados da região as pesquisas com a espécie começaram posteriormente, como no Ceará, em 1992, com a criação do Grupo de Estudos de Cetáceos do Ceará (GECC/LABOMAR/UFC), e depois da Aquasis, em 1994 (e.g. Oliveira *et al.*, 1995; Alves-Junior *et al.*, 1996). Os esforços na costa norte só foram iniciados a partir dos anos 2000, provavelmente devido à dificuldade de acesso aos locais de ocorrência da espécie.

No Nordeste, em 2004, houve a iniciativa de reunir instituições e pesquisadores da região que trabalhavam com a espécie para identificar estudos e áreas geográficas importantes para aumentar o conhecimento do boto-cinza. Essa iniciativa resultou no I Workshop de Pesquisa e Conservação de *Sotalia fluviatilis* do Nordeste, em Natal (RN), sob coordenação do Projeto Pequenos Cetáceos do Rio Grande do Norte, da UFRN. Depois deste, mais duas edições do evento ocorreram, a segunda na Praia do Forte (BA), em 2007, com organização do Instituto Baleia Jubarte e Instituto Mamíferos Aquáticos, e a última em Caucaia (CE), em 2009, com coordenação da Aquasis. Em 2006 também ocorreu o *"I Workshop on Research and Conservation of the genus Sotalia"*, em Búzios (RJ), organizado pela Escola Nacional de Saúde Pública (FIOCRUZ), *Wildlife Conservation Society Brasil* e Instituto de Pesquisa e Conservação de Golfinhos, que contou com ampla participação de pesquisadores de países onde ocorrem golfinhos do gênero, além de pesquisadores renomados especialistas em mamíferos marinhos.

Mesmo com o aumento do conhecimento ao longo da costa brasileira, tanto em números de trabalhos publicados, como em aumento na abrangência geográfica dos estudos, ainda havia necessidade de informações que possibilitassem identificar o status de conservação da espécie no Brasil. Apesar da restrita distribuição costeira, a amplitude em sua área de ocorrência dificulta a

of Bahia. Meanwhile, in other northeastern states research with the species started later, such as in Ceará, in 1992, with the creation of the Grupo de Estudos de Cetáceos do Ceará (GECC/LABOMAR/UFC) in 1992, and later Aquasis, in 1994 (e.g. Oliveira et al., 1995; Alves-Junior et al., 1996). Efforts on the north coast started only in the 2000s, probably due to difficulties in accessing the species' occurrence areas.

On the Northeast, in 2004, an initiative to bring together regional institutions and researchers to identify priority studies and geographical areas to increase our knowledge of Guiana dolphins resulted in the I Workshop de Pesquisa e Conservação de Sotalia fluviatilis *do Nordeste, in Natal (RN), under the coordination of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN) Projeto Pequenos Cetáceos do Rio Grande do Norte. Two more editions of the event took place, the second in Praia do Forte (BA), in 2007, organised by Instituto Baleia Jubarte and Instituto Mamíferos Aquáticos, and the last in Caucaia (CE), in 2009, organised by Aquasis. In 2006, the I Workshop on Research and Conservation of the genus Sotalia happened in Búzios (RJ), organized by Escola Nacional de Saúde Pública (FIOCRUZ), Wildlife Conservation Society Brazil and Instituto de Pesquisa e Conservação de Golfinhos, which included broad participation of researchers from countries where dolphins of the genus occur, in addition to other renowned marine mammal researchers.*

Despite the knowledge increase along the Brazilian coast, both in number of published works and in the geographic scope of the studies, there was still need for information to determine the species' conservation status in Brazil. Although its distribution is restricted to coastal areas, the amplitude of its occurrence makes it difficult to obtain abundance and mortality estimates for the entire coast of Brazil. Nevertheless, in 2011, during the Aquatic Mammals Extinction Risk Assessment Workshop, in a joint effort by researchers from around the country, the Guiana dolphin was categorised as Vulnerable to extinction, i.e. facing high risk of extinction in the wild in the immediate future (MMA, 2014). Unfortunately, the Guanabara Bay S. guianensis *population was used as an example of what can happen in other coastal bays, estuaries and inlets where the species lives. In that beautiful bay, where Édouard van Beneden first saw our Brazilian dolphin, a long-*

obtenção de estimativas de abundância e de mortalidade em toda a costa do país. Mesmo com essa carência, foi possível em 2011, durante a Oficina de Avaliação do Risco de Extinção dos Mamíferos Aquáticos, em um esforço conjunto entre pesquisadores de todo o país, atestar que o boto-cinza encontrava-se "Vulnerável" à extinção, ou seja, enfrentava um risco alto de extinção na natureza em futuro imediato (MMA, 2014). Infelizmente, a situação da população de *S. guianensis* da Baía de Guanabara foi usada como exemplo para o que poderá acontecer em outras baías costeiras, estuários e enseadas onde a espécie habita. Nessa linda baía, onde Édouard van Beneden viu pela primeira vez o nosso golfinho do Brasil, um estudo de longo prazo desenvolvido pelo Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores Profa. Izabel Gurgel, da UERJ, verificou o declínio de 37% na estimativa de abundância de botos-cinza de 2000 para 2015, um valor alarmante e provavelmente causado pela sinergia de impactos antrópicos sofridos pelos animais na área, considerada uma das mais degradadas ao longo de sua distribuição (figura 3) (Azevedo *et al.*, 2017).

Assim como a Baía de Guanabara, os botos-cinza habitam diversas áreas na costa do Brasil que foram ocupadas ao longo do tempo por cidades, portos, estaleiros, marinas e diversos tipos de empreendimentos. A luta de pesquisadores e instituições para tentar reduzir esses impactos é sofrida e muitas vezes desanimadora, pois o crescimento econômico das nossas cidades parece estar acima de tudo, independente das consequências ao meio ambiente e bem-estar das comunidades costeiras. Mas enquanto existirem esses pesquisadores e instituições, tão bravos em defesa do boto-cinza e de seu *habitat*, acredito que haverá esperança para a espécie. Alguns desses bravos se uniram aqui neste livro, aceitando com carinho o convite da Aquasis, para reunir um pouco do que muito se sabe sobre esse pequeno e belo golfinho, que resiste em habitar nossa costa.

term study conducted by Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores Profa. Izabel Gurgel (UERJ), noticed a 37% decline in the estimated Guiana dolphin abundance from 2000 to 2015, an alarming figure probably caused by the synergy of anthropic impacts suffered by the animals in the area, considered one of the most degraded along its distribution (figure 3) (Azevedo et al., 2017).

Likewise Guanabara Bay, the Guiana dolphin inhabits several areas along the Brazilian coast that were occupied over time by cities, harbours, shipyards, marinas and many other human ventures. The struggle of researchers and institutions to reduce these impacts is tough and often discouraging, as economic growth seems to come first, regardless of the consequences for the environment and the well-being of coastal communities. But, for as long as these brave researchers and institutions continue working in defence of the Guiana dolphin and its habitat, I believe there will be hope for the species. Some of these brave people have come together in this book, kindly accepting Aquasis' invitation, to gather a little of what is known about this small and beautiful dolphin, which resists inhabiting our coast.

Figura 3. Boto-cinza na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Foto: MAQUA/UERJ).
Figure 3. Guiana dolphin in Guanabara Bay, Rio de Janeiro (Photo: MAQUA/UERJ).

(Foto: Carol Marcelle/Acervo Aquasis)

(Foto: Acervo Maqua-UERJ)

Biologia
Biology

Haydée Andrade Cunha, Daniela Fettuccia, Elitieri Batista Santos-Neto e Tatiana Lemos Bisi.

(Foto: Júlio Cardoso/Projeto Baleia à Vista)

O conhecimento sobre a biologia do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) aumentou bastante nas últimas duas décadas, porém, alguns aspectos ainda não foram investigados na maioria das populações da espécie na costa brasileira. Neste capítulo serão apresentados os principais estudos sobre genética, morfologia, reprodução, idade, dieta e posição trófica, e as lacunas que ainda precisam ser estudadas. Todos os parâmetros discutidos neste capítulo são importantes para a avaliação de vulnerabilidade das populações de boto-cinza, assim como para a formulação de medidas de conservação.

*Our knowledge about the biology of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) has increased considerably in the last two decades; however, some aspects have not been investigated for most populations of the species along the Brazilian coast. This chapter will present the main studies on genetics, morphology, reproduction, age, diet and trophic position, and the gaps that still need to be filled. All the parameters discussed in this chapter are important for assessing the vulnerability of Guiana dolphin populations, as well as formulating conservation measures.*

Estudos genéticos
Genetic studies

TAXONOMIA MOLECULAR

Estudos genéticos têm contribuído enormemente para o conhecimento sobre os golfinhos do gênero *Sotalia*, desde o primeiro trabalho publicado, em 2005. Nele, Cunha *et al.* (2005) revelaram que as sequências de DNA mitocondrial apoiavam a existência de duas espécies, uma fluvial (*Sotalia fluviatilis*) e outra marinha (*Sotalia guianensis*). As duas espécies haviam sido sinonimizadas por volta dos anos 1980, quando se acreditava que as diferenças entre o "ecótipo marinho" e o "ecótipo fluvial" de *S. fluviatilis* eram resultado apenas do maior tamanho do primeiro. Um estudo com morfometria geométrica, em 2002, mostrou diferenças na forma do crânio entre os dois "ecótipos", sugerindo que as duas espécies deveriam ser novamente separadas (Monteiro-Filho *et al.*, 2002). Cunha *et al.* (2005) observaram que os exemplares marinhos e fluviais formavam clados reciprocamente monofiléticos, com 2,5% de divergência genética em dois marcadores mitocondriais (região controle e citocromo b) (figura 1). De acordo com o critério de prioridade, os autores recomendaram a revalidação de *Sotalia guianensis* (van Beneden, 1864) para os animais marinhos, enquanto os fluviais

MOLECULAR TAXONOMY

Genetic studies have contributed to our knowledge of dolphins of the genus Sotalia *since the first work published in 2005, when Cunha et al. (2005) revealed that mitochondrial DNA sequences supported the existence of two species, one fluvial (*Sotalia fluviatilis*) and one marine (*Sotalia guianensis*). Both species were considered synonymous around the 1980s, when it was believed that the differences between the "marine ecotype" and the "fluvial ecotype" of* S. fluviatilis *were only the result of the former's larger size. A geometric morphometry study from 2002 showed differences in skull shape between the two "ecotypes", suggesting the two species should be separated again (Monteiro-Filho et al., 2002). Cunha et al. (2005) observed the marine and river specimens formed reciprocally monophyletic clades, with 2.5% genetic divergence in two mitochondrial markers (control region and cytochrome b) (figure 1). According to the priority criterion, the authors recommended revalidation of* Sotalia guianensis *(van Beneden, 1864) for marine animals, while the riverine would retain the binomial* Sotalia fluviatilis *(Gervais, 1853).*

reteriam o binômio *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853). Alguns anos depois, outros estudos usando genética (Caballero *et al.,* 2007) e morfometria geométrica (Fettuccia *et al.,* 2009; Fettuccia, 2010) confirmaram a existência de duas espécies de *Sotalia*. Assim, finalmente foi resolvida a incerteza taxonômica no gênero, uma questão controversa havia quase 150 anos.

Os dados genéticos também possibilitaram esclarecer o tempo de separação entre as duas espécies. Usando o genoma mitocondrial completo, a divergência entre *S. fluviatilis* e *S. guianensis* foi datada em 2,3 milhões de anos (Cunha *et al.,* 2011). Esta datação significa que *S. fluviatilis* colonizou a Bacia Amazônica a partir da foz atual do Rio Amazonas, já que a sua configuração na época era praticamente igual à atual. O cenário alternativo, de entrada via Paleo-Rio Orinoco, cuja foz era no atual Lago Maracaibo, foi descartado porque essa rota se fechou há cerca de 8 milhões de anos (Cunha *et al.,* 2011).

A existência de uma zona de simpatria entre as duas espécies, na foz do Rio Amazonas, também foi analisada usando dados genéticos. Apesar do grande número de amostras já analisadas no estuário amazônico, até hoje todas foram identificadas como *S. guianensis*, e nenhum híbrido foi encontrado (Santos *et al.,* 2018). Isso sugere que *S. fluviatilis* não está presente na foz, mas também é possível que as duas espécies coexistam mais à jusante no Rio Amazonas, pois *S. guianensis* pode ocorrer rio acima.

DELIMITAÇÃO DE POPULAÇÕES

Outra aplicação importante da genética é a delimitação de populações, uma informação crucial para o manejo e a conservação. A própria avaliação do *status* de conservação de uma espécie depende do conhecimento de parâmetros como tamanho populacional, mortalidade não-natural, natalidade e migração. A estimativa destes parâmetros requer uma definição do limite geográfico da população. Quando a espécie está dividida em várias populações, os indivíduos não se deslocam ao longo de toda a distribuição e, portanto, cada população funciona de maneira independente e precisa ser conservada como uma entidade separada. A essa entidade chamamos Unidade de Manejo (*sensu* Moritz, 1994).

Os dados genéticos podem ser usados para inferir a reprodução entre indivíduos de diferentes localidades (fluxo gênico), servindo assim como uma medida indireta da troca de indivíduos entre estas localidades. Localidades que trocam poucos indivíduos têm baixo fluxo gênico e são consideradas Unidades de Manejo (populações) independentes.

A subdivisão populacional (também chamada estruturação populacional) do boto-cinza tem sido estudada em macro e microescalas geográficas. Cunha *et al.* (2005), em estudo preliminar usando sequências da região controle, relataram que a espécie apresentava subdivisão populacional na costa brasileira, existindo pelo menos três populações (Norte, Nordeste e Sudeste-Sul). Este cenário foi mais bem detalhado com a inclusão de mais amostras e de localidades antes não analisadas, e com o uso de dados de microssatélites, que são marcadores nucleares altamente variáveis (Cunha, 2007). Nestas análises, a espécie apresentou entre quatro e cinco populações: Amapá + Pará, Ceará + Rio Grande do Norte, Bahia + Espírito Santo e Sudeste/Sul (Rio de Janeiro a Santa Catarina). A dúvida estaria na diferenciação entre os botos-cinza do Ceará e do Rio Grande do Norte, indicada nos dados mitocondriais, mas não nos microssatélites (Cunha, 2007). A existência dessa subdivisão, além de outras, está sendo investigada no momento, com a adição de mais amostras do Nordeste do Brasil, e análises em microescala geográfica (veja abaixo). Em estudo recentemente publicado, incluindo amostras da Guiana Francesa, Venezuela e Colômbia, Caballero *et al.* (2018) observaram diferenciação genética entre o Pará e o Rio de Janeiro. Porém, como os autores usaram amostras de apenas duas localidades, o estudo não tinha poder de detectar estruturação ao longo da costa brasileira.

Nos estudos em macroescala, a região Sudeste/Sul (Rio de Janeiro a Santa Catarina) não exibe diferenciação, devido à baixa variabilidade. No caso da região controle mitocondrial, há um único haplótipo mitocondrial. A falha em detectar diferenciação populacional nesta escala se deve a esta baixa variabilidade, que não necessariamente indica fluxo gênico

A few years later, other studies using genetics (Caballero et al., 2007) and geometric morphometry (Fettuccia et al., 2009; Fettuccia, 2010) confirmed the existence of two species of Sotalia. *Thus the taxonomic uncertainty around the genus, a controversial issue for almost 150 years, was finally resolved.*

Genetic data also clarified the separation time between the two species. Using the complete mitochondrial genome, the divergence between S. fluviatilis *and* S. guianensis *dated 2.3 million years (Cunha et al., 2011). This means that* S. fluviatilis *colonized the Amazon Basin from the current mouth of the Amazon River, since its configuration at the time was practically the same as the present one. The alternative scenario, of entry via Paleo-River Orinoco, whose mouth was the current Lake Maracaibo, was discarded, since this route closed about 8 million years ago (Cunha et al., 2011).*

The existence of a sympatry zone between the two species at the mouth of the Amazon River was also analysed using genetic data. Despite the large number of samples from the Amazon estuary analysed, to date all have been identified as S. guianensis*, and no hybrids have been found (Santos et al., 2018). This suggests that* S. fluviatilis *is not present at the mouth, but it is also possible that the two species coexist further upstream in the Amazon River, as* S. guianensis *may occur up river.*

POPULATION DELIMITATION

Another important application of genetics is population delimitation, crucial information for management and conservation. Assessing the conservation status of a species depends on knowledge of parameters such as population size, unnatural mortality, birth and migration. Estimating these parameters requires a definition of the geographical limit of the population. When the species is divided into several populations, individuals do not move throughout the distribution, so each population functions independently and needs to be conserved as a separate entity. We call this entity a Management Unit (sensu Moritz, 1994).

Genetic data helps to estimate mating between individuals from different locations (gene flow), as an indirect measure of the exchange of individuals between these locations. Locations that exchange few individuals have low gene flow and are considered independent Management Units (populations).

The population subdivision (also called population structure) of the Guiana dolphin has been studied in macro and micro geographic scales. Cunha et al. (2005), in a preliminary study using control region sequences, reported the species had a population subdivision on the Brazilian coast, with at least three populations (North, Northeast and Southeast-South). This scenario was better detailed with the inclusion of more samples and locations not previously analysed and with the use of microsatellite data, which are highly variable nuclear markers (Cunha, 2007). In these analyses, the species presented between four and five populations: Amapá + Pará, Ceará + Rio Grande do Norte, Bahia + Espírito Santo and Southeast/South (Rio de Janeiro to Santa Catarina). Doubt remained in the differentiation between the Guiana dolphins from Ceará and Rio Grande do Norte, indicated in mitochondrial data, but not in microsatellites (Cunha, 2007). This subdivision, among others, is currently being investigated, with the addition of more samples from northeastern Brazil, and geographic microscale analysis (see below). In a recently published study, including samples from French Guiana, Venezuela and Colombia, Caballero et al. (2018) observed genetic differences between Pará and Rio de Janeiro. However, since only those two locations were analysed, the study had no power to detect structuring along the Brazilian coast.

In macroscale studies, the Southeast/South region (Rio de Janeiro to Santa Catarina) does not show differentiation due to low variability. In the mitochondrial control region, there is a single mitochondrial haplotype for that area. Failure to detect population differentiation at this scale results from this low variability, which does not necessarily indicate effective gene flow between locations, but is probably the result of recent colonization, with no time for genetic differentiation (Cunha, 2007; Cunha et al., 2010). To mistakenly assume only

efetivo entre as localidades, mas provavelmente é resultado de uma colonização recente, sem que tenha havido tempo para a diferenciação genética (Cunha, 2007; Cunha *et al.*, 2010). Assumir equivocadamente que existe uma única população, quando na verdade há subdivisão populacional, é prejudicial para a conservação de uma espécie, porque impede o reconhecimento e a proteção de populações vulneráveis (Allendorf e Luikart, 2007; Solé-Cava e Cunha, 2012). A resolução desta incerteza pode ser feita com estudos em microescala geográfica.

De fato, análises de microssatélites têm revelado diferenciação populacional na espécie em microescala geográfica. No Rio de Janeiro já foi detectada diferenciação entre os botos-cinza das baías costeiras (Paraty e Sepetiba, Hollatz *et al.*, 2011; e Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande, Santos, 2015a) e também entre os botos da Guanabara e indivíduos coletados em águas costeiras próximas a esta baía (Santos, 2015b). Porém, Ywasaki-Lima *et al.* (2017) aparentemente não encontraram diferenças entre os botos-cinza da região norte e sul da costa do Espírito Santo.

Atualmente, a investigação da diferenciação populacional, tanto em macro quanto em microescala, está sendo aprofundada com a inclusão de um grande número de amostras de toda a costa brasileira, a fim de embasar uma proposta de Unidades de Manejo (Cunha, em prep.). Entretanto, os dados já disponíveis mostram clara divisão populacional na costa brasileira, que deveria ser reconhecida, pois o manejo inadequado da espécie como uma única população pode encobrir, e acarretar, a perda de populações geneticamente diferenciadas.

a single population exists, when in fact there is population subdivision, is detrimental to the conservation of a species, because it prevents the recognition and protection of vulnerable populations (Allendorf and Luikart, 2007; Solé-Cava and Cunha, 2012). Geographic microscale studies may resolve this uncertainty.

Indeed, microsatellite analysis are revealing population differentiation for the species in the geographic microscale. In Rio de Janeiro, differentiation has already been detected between the Guiana dolphins of coastal bays (Paraty and Sepetiba, Hollatz et al., 2011; and Guanabara, Sepetiba and Ilha Grande, Santos, 2015a) and also between Guanabara dolphins and individuals collected from coastal waters near this bay (Santos, 2015b). However, Ywasaki-Lima et al. (2017) did not find differences between Guiana dolphins from the north and south coasts of Espírito Santo.

Currently, the investigation of population differentiation in both macro and microscales is improving with the inclusion of a large number of samples from all along the Brazilian coast in order to support a proposal for Management Units (Cunha, in prep.). However, the data already available show a clear population division along the Brazilian coast, which should be recognized, as the inadequate management of the species as a single population can cover up, and lead to, the loss of genetically differentiated populations.

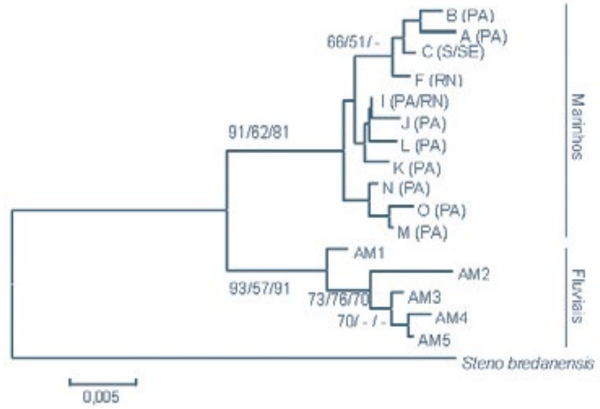


Figura 1. Relação filogenética entre os haplótipos da região de controle mitocondrial analisados no estudo que separou as duas espécies de *Sotalia* (isto é, Cunha *et al.* 2005). Valores de suporte estatístico (NJ/ML/P) maiores que 50% são mostrados. *Steno bredanensis* foi usado como grupo-externo. A escala mostra a distância genética (distância p). Os animais marinhos (*S. guianensis*) e fluviais (*S. fluviatilis*) se separam em clados reciprocamente monofiléticos (Fonte: Cunha, 2007).
Figure 1. Phylogenetic relationship between the mitochondrial control region haplotypes analysed in the study that separated the two Sotalia *species (i.e. Cunha et al. 2005). Statistical support values (NJ/ML/P) greater than 50% are shown.* Steno bredanensis *was used as out group. The scale shows the genetic distance (p distance). Marine (*S. guianensis*) and riverine (*S. fluviatilis*) animals separated into mutually monophyletic clades (Source: Cunha, 2007).*

Estudos morfológicos
Morphological studies

O estudo da morfologia também fornece dados importantes sobre variação geográfica, que pode refletir diferenças entre populações. Recentemente, estudos observaram variação na morfologia externa (comprimento total) e interna (caracteres do crânio) ao longo da distribuição da espécie.

The study of morphology also provides important data on geographic variation, which may reflect differences between populations. Recently, studies have observed variation in the external (total length) and internal (skull characters) morphology throughout the species distribution.

MORFOLOGIA EXTERNA

O boto-cinza parece uma versão reduzida do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), com nadadeira dorsal baixa e triangular (Da Silva e Best, 1994; 1996). O tamanho máximo registrado na literatura é de 2,22 m, observado em um macho do litoral da região sudeste do Brasil (Ramos *et al.*, 2010). O valor médio do comprimento total para indivíduos adultos no Brasil, considerando exemplares das regiões nordeste, sudeste e sul, é de 1,87 m (Fettuccia, 2010). No entanto, estudos mostraram que os botos-cinza que ocorrem na Venezuela e norte do Brasil são menores que os das demais regiões brasileiras, atingindo valores próximos a 1,70 m (Casinos *et al.*, 1981; Fettuccia, 2010). Em geral, os filhotes nascem medindo entre 90 a 100 cm (Da Silva e Best, 1994), mas Ramos *et al.*, (2010) estimaram valores maiores para exemplares da região sudeste, onde indivíduos do Espírito Santo e Rio de Janeiro apresentam 148,3 e 108,97 cm, respectivamente. Segundo os autores, os indivíduos dessa região apresentam variação geográfica em relação ao comprimento neonatal e à taxa de crescimento.

O padrão de coloração do boto-cinza varia ao longo da vida. Os recém-nascidos apresentam o corpo predominantemente rosado. Durante o desenvolvimento, a região dorsal e as nadadeiras vão se tornando acinzentadas e a região ventral permanece mais clara, variando entre cinza claro e cor-de-rosa. A região lateral possui uma coloração cinza claro atrás das nadadeiras peitorais e outra próxima ao ânus (Da Silva e Best,1994, 1996; Randi *et al.*, 2008) (figura 2A).

EXTERNAL MORPHOLOGY

*The Guiana dolphin looks like a reduced version of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), with a low and triangular dorsal fin (Da Silva and Best 1994; 1996). The maximum size recorded in the literature is 2.22 m, observed in a male from the southeastern coast of Brazil (Ramos et al., 2010). The average total length for adult individuals in Brazil, considering specimens from the northeast, southeast and south, is 1.87 m (Fettuccia, 2010). However, studies have shown that Guiana dolphins that occur in Venezuela and northern Brazil are smaller than in other Brazilian regions, reaching values close to 1.70 m (Casinos et al., 1981; Fettuccia, 2010). In general, calves are born measuring between 90 and 100 cm (Da Silva and Best, 1994), but Ramos et al. (2010) estimated higher values for specimens from the southeast region, where individuals from Espírito Santo and Rio de Janeiro present 148.3 and 108.97 cm, respectively. According to the authors, individuals from this region show geographic variation in relation to neonatal length and growth rate.*

The color pattern of Guiana dolphins varies throughout life. The newborns are predominantly pink. During development, the dorsal region and the fins become greyish and the ventral region remains lighter, ranging from light grey to pink. The lateral region is light grey behind the pectoral fins and near the anus (Da Silva and Best, 1994; 1996; Randi et al., 2008) (figure 2A).

O boto-cinza não apresenta dimorfismo sexual em relação ao comprimento do corpo dos indivíduos adultos (Rosas *et al.* 2003) nem em relação à morfologia óssea (Da Silva e Best 1994, 1996, Borobia 1989, Fettuccia 2010, Menezes e Simões-Lopes 1996).

Adult Guiana dolphins present no sexual dimorphism in relation to body length (Rosas et al., 2003) or bone morphology (Da Silva and Best 1994, 1996, Borobia 1989, Fettuccia 2010, Menezes and Simões-Lopes 1996).

Figura 2A. Morfologia externa do boto-cinza (Foto: MAQUA/UERJ).
Figure 2A. External morphology of the Guiana dolphin (Photo: MAQUA/UERJ).

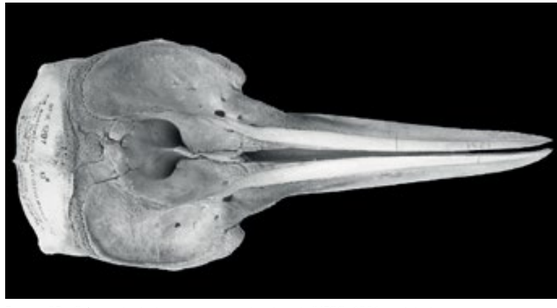


Figura 2B. Crânio de boto-cinza em vista dorsal (UFSC 1291, coletado em Florianópolis, limite sul da distribuição da espécie) (Fonte: Fettuccia, 2010).
Figure 2B. Guiana dolphin skull in dorsal view (UFSC 1291, collected in Florianópolis, southern limit of the species distribution) (Source: Fettuccia, 2010).

MORFOLOGIA INTERNA

Crânio, mandíbula e dentes

De uma maneira geral, os botos-cinza das regiões nordeste, sudeste e sul do Brasil apresentam a forma do crânio muito semelhante (Monteiro-Filho *et al.*, 2002; Fettuccia, 2010) (figura 2B). Uma região craniana que apresenta variação ao longo da distribuição é a do basicrânio, onde o processo posterior laminar do vômer varia de espessura em relação aos processos lamelares do pterigoide. De maneira simplificada, podemos dizer que a forma do vômer pode variar em três tipos: largo, intermediário e estreito. A forma larga e intermediária praticamente não ocorre em indivíduos da região sul, mas vai se tornando mais frequente em populações mais ao nordeste e norte da distribuição (figura 3). O tamanho reduzido e a maior frequência de ocorrência de vômer largo ou intermediário são dois exemplos que nos indicam o quanto os indivíduos da população da região norte (estados do Amapá e Pará, até a Colômbia) são peculiares (Fettuccia, 2010) em comparação a outras regiões do Brasil.

O número de dentes varia individualmente, mas não existe diferença significativa entre os indivíduos das diferentes populações. Os canais dentários ou alvéolos da maxila e premaxila abrigam entre 31-36 dentes (n=67), sendo que um ou dois pares são bem reduzidos, localizados na extremidade da premaxila. Cada dentário (os dois dentários que constituem a mandíbula) abriga entre 29-35 dentes (n=67), que se encaixam aos superiores, quando a mandíbula se fecha (Fettuccia, 2006). Os dentes são cônicos e alcançam em torno de 19 mm de comprimento (Simões-Lopes, 2006).

INTERNAL MORPHOLOGY

Skull, mandible and teeth

In general, Guiana dolphins from the northeast, southeast and south of Brazil have a very similar skull shape (Monteiro-Filho et al., 2002; Fettuccia, 2010) (figure 2B). Differences in the cranial region are found in the basicranium, which varies along the distribution, with the posterior laminar process of the vomer varying in thickness in relation to the lamellar processes of the pterygoid. In simpler words, we can say the shape of the vomer can be of three types: wide, intermediate and narrow. The wide and intermediate forms practically do not occur in individuals from the southern region, but becomes more frequent in populations farther northeast and north of the distribution (figure 3). The small size and higher frequency of wide and intermediate vomer are two examples of how peculiar individuals in the northern region (Amapá and Pará states, up to Colombia) are (Fettuccia, 2010) compared to others regions of Brazil.

The number of teeth varies individually, but there is no significant difference between individuals from different populations. The maxillary and premaxillary dental canals, or alveoli, contain between 31-36 teeth (n = 67), with one or two pairs being very small, located at the end of the premaxilla. Each dentary (the two dentaries that make up the mandible) houses 29-35 teeth (n=67), which fit into the upper teeth when the jaw closes (Fettuccia, 2006). The teeth are conical and reach around 19 mm in length (Simões-Lopes, 2006).

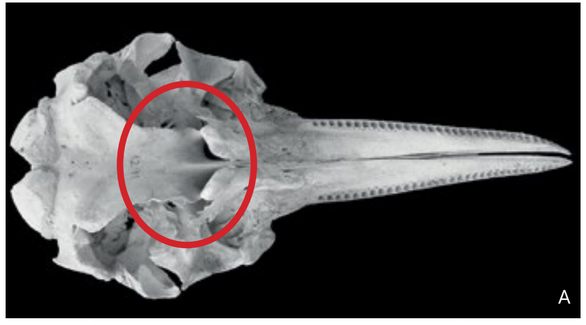
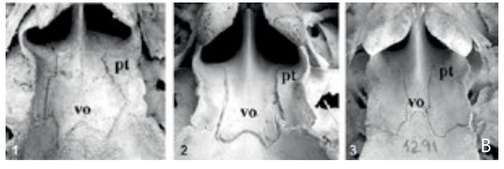


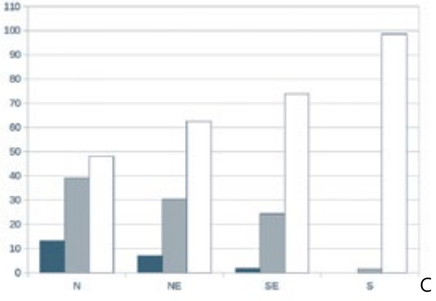
Figura 3A. - Crânio de boto-cinza em vista ventral (UFSC 1291), indicando localização do vômer e B- suas três formas de ocorrência: 1- larga; 2- intermediária e 3- estreita; C- Frequência de ocorrência das diferentes formas de vômer observadas em quatro regiões (N, NE, SE e S): Preto - larga; Cinza - intermediária e Branca - estreita (Fonte: Fettuccia, 2010).
Figure 3A. - Guiana dolphin skull in ventral view (UFSC 1291), indicating location of the vomer and B- its three forms of occurrence: 1- wide; 2- intermediate and 3- narrow; C- frequency of occurrence of the different types of the vomer observed in four regions (N, NE, SE, S) Black: wide; Gray: intermediate and White: narrow (Source: Fettuccia, 2010).

PÓS-CRÂNIO

Em relação à forma, os ossos do pós-crânio do boto-cinza são muito semelhantes entre os indivíduos das diferentes localidades da distribuição da espécie (Fettuccia, 2010). A fórmula vertebral observada é: Ce7, To12, Lo10-12, Ca 23-25 = 52-56 (7 cervicais, 12 torácicas, 10-12 lombares e 23-25 caudais = 52-56 vértebras) (Fettuccia e Simões-Lopes, 2004; Fettuccia, 2010). O número de costelas padrão é 12, sendo o último par geralmente constituído por costelas flutuantes (Fettuccia e Simões-Lopes, 2004; Simões-Lopes e Menezes, 2008).

Os ossos da nadadeira (úmero, rádio e ulna) também não apresentam variação geográfica, assim como as escápulas, o esterno (Fettuccia *et al.*, 2009), o aparato hioide e os vestigiais dos indivíduos de toda a costa do Brasil, Suriname, Venezuela e Colômbia (Fettuccia, 2010).





POSTERIOR SKULL

With respect to shape, the posterior skull bones of the Guiana dolphin are very similar between individuals from different locations of the species distribution (Fettuccia, 2010). The vertebral formula observed is Ce7, To12, Lo10-12, Ca 23-25 = 52-56 (7 cervical, 12 thoracic, 10-12 lumbar and 23-25 caudal = 52-56 vertebrae) (Fettuccia and Simões-Lopes, 2004; Fettuccia, 2010). The standard number of ribs is 12, the last pair generally consisting of floating ribs (Fettuccia and Simões-Lopes, 2004; Simões-Lopes and Menezes, 2008).

The pectoral fin bones (humerus, radius and ulna) do not show geographic variation either, likewise the scapulae, the sternum (Fettuccia et al., 2009), the hyoid apparatus and the vestigial bones of individuals from Brazil, Suriname, Venezuela and Colombia (Fettuccia, 2010).

Estudos sobre idade e reprodução
Age and reproduction studies

A idade é um parâmetro demográfico essencial para compreender a ecologia populacional de uma espécie (Chivers, 2008). A determinação deste parâmetro em mamíferos aquáticos de vida livre é um grande desafio para os pesquisadores, uma vez que esses animais ficam submersos grande parte das suas vidas (Herman *et al.,* 2009). Além disso, algumas espécies possuem uma extensa área de vida, dificultando o monitoramento constante desses indivíduos (Murphy *et al.,* 2013). Assim, o primeiro método de estimativa de idade em odontocetos com história de vida desconhecida foi proposto utilizando os dentes de animais mortos (Nishiwaki e Yagi, 1953).

A estimativa de idade através dos dentes consiste na contagem das camadas de deposição de dentina pós-natal e/ou cemento (*GLGs – "growth layer groups"*), que são ciclicamente depositadas (figura 4). Segundo Perrin e Myrick (1980), cada ciclo de deposição é evidenciado pela mudança de coloração entre as camadas. Esse é o método mais utilizado para estimativa de idade em odontocetos devido à grande resistência do tecido dentário após o óbito, baixo custo e grande acurácia. Através dessa técnica é possível estimar a idade de uma grande parcela da população, incluindo animais em avançado estado de decomposição (Hohn, 1990).

Figura 4. Corte histológico do dente de um boto-cinza (*Sotalia guianensis*) da Baía de Sepetiba - RJ, evidenciando a dentina pré-natal (DP), linha neonatal (LN), camada acessória (CA) e a primeira camada de deposição (1° GLG) (Fonte: Santos-Neto, 2017).
*Figure 4. Histological section of a Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) tooth from Sepetiba Bay - RJ, showing prenatal dentin (DP), neonatal line (LN), accessory layer (CA) and first deposition layer (1º GLG) (Source: Santos-Neto, 2017).*

Age is an essential demographic parameter to understand a species' population ecology (Chivers, 2008). Determining this parameter in free-living aquatic mammals is a major challenge for researchers as these animals are submerged for most of their lives (Herman et al., 2009). In addition, some species have a large living area, making it difficult to continuously monitor these individuals (Murphy et al., 2013). Thus, the first age estimation method for odontocetes with unknown life history was proposed using teeth from dead individuals (Nishiwaki and Yagi, 1953).

Age estimation using teeth consists in counting the layers of postnatal dentin and/or cementum deposition (GLGs - "growth layer groups"), which are cyclically deposited (figure 4). According to Perrin and Myrick (1980), each deposition cycle is evidenced by colour change between the layers. This is the most used method for estimating age in odontocetes due to the resistance of teeth tissue after death, low cost and high accuracy. Through this technique, it is possible to estimate the age of a large portion of the population, including animals in advanced decomposition (Hohn, 1990).

Deposition layers can be counted on dentin and/or cementum. The choice depends on the species studied and the age of the animal (Klevezal, 1996). According to Lockyer (1993), the deposition process in these two layers occurs simultaneously or with a small spacing, which does not compromise the age estimate. For example, in Guiana dolphins the cementum layer is not well delimited, thus the use of dentin is indicated (Lockyer et al. 1981; Ramos et al., 2000).

From age determination, it is possible to chronologically situate the reproductive events, such as age of sexual maturity and first gestation, as well as the physical growth parameters of a population (Hohn, 2008). These are critical to understand how animals allocate energy to perform their vital functions: survive, grow and reproduce (Chivers, 2008).

A contagem das camadas de deposição pode ser feita na dentina e/ou no cemento. Esta escolha está relacionada com a espécie estudada e a idade do animal (Klevezal, 1996). Segundo Lockyer (1993), o processo de deposição nessas duas camadas ocorre de forma simultânea, ou com um pequeno espaçamento que não compromete a estimativa de idade. Por exemplo, no boto-cinza a camada de cemento não é bem delimitada, sendo indicada a utilização da dentina (Lockyer *et al.,* 1981; Ramos *et al.,* 2000).

A partir da determinação da idade é possível situar cronologicamente os eventos reprodutivos, como idade de maturidade sexual e idade de primeira gestação, bem como os parâmetros do crescimento físico de uma população (Hohn, 2008). Estes são fundamentais para compreender como os animais alocam energia para desempenhar suas funções vitais: sobreviver, crescer e reproduzir (Chivers, 2008). De modo geral, os delfinídeos atingem a maturidade sexual tardiamente e possuem período gestacional longo. Além disso, algumas espécies investem longos períodos em cuidado parental. Como resultado, dificilmente o intervalo entre partos será inferior a dois anos (Chivers, 2008). Assim, o crescimento populacional é lento, mesmo em condições ambientais favoráveis (Wade, 2009).

A maturidade sexual em machos deve ser determinada através da análise histológica dos testículos (Rosas e Monteiro-Filho, 2002). A principal estrutura a ser analisada ao microscópio óptico é o túbulo seminífero. Nos machos imaturos os túbulos seminíferos não apresentam luz e possuem apenas espermatogônias, enquanto que nos túbulos dos indivíduos sexualmente maduros há presença de luz e diferentes linhagens celulares, incluindo espermatozoides. Além disso, os indivíduos sexualmente maduros possuem uma menor quantidade de células intersticiais em relação aos imaturos (Perrin e Relly, 1984) (figura 5).

Em relação às fêmeas, é possível determinar a maturidade sexual através da análise macroscópica do ovário, pois o corpo lúteo não involui por completo, resultando em uma cicatriz permanente denominada corpo albicans. Já as fêmeas imaturas possuem a superfície do ovário lisa (Rosas e Monteiro-Filho 2002; Spinelli, 2017) (figura 6).

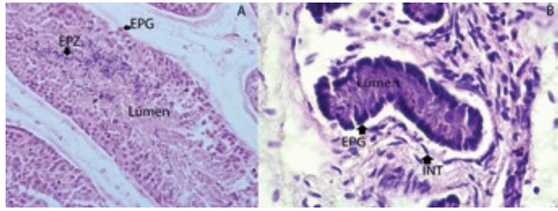


Figura 5. Corte histológico dos testículos de botos-cinza da Baía de Sepetiba – RJ, sendo: (A) Túbulo seminífero maduro (200x) e (B) Túbulo seminífero imaturo (400x). Legenda: espermatogônia (EPG), espermatozóide (EPZ) e células intersticiais (INT) (Fonte: Santos-Neto, 2017).
Figure 5. Histological section of the testis of Guiana dolphins from Sepetiba Bay - RJ, where: (A) Mature seminiferous tubule (200x) and (B) Immature seminiferous tubule (400x). Labels: spermatogonia (EPG), sperm (EPZ) and interstitial cells (INT) (Source: Santos-Neto, 2017).

In general, delphinids reach sexual maturity late and have a long gestational period. In addition, some species invest long periods in parental care. As a result, the interval between births is unlikely to be less than two years (Chivers, 2008). Thus, population growth is slow even under favourable environmental conditions (Wade, 2009).

Sexual maturity in males should be determined by histological analysis of the testes (Rosas and Monteiro-Filho, 2002). The main structure to be analysed under the optical microscope is the seminiferous tubule. In immature males the seminiferous tubules lack light and show only spermatogonia, while in the tubules of sexually mature individuals there is presence of light and different cell lines, including sperm. In addition, sexually mature individuals have fewer interstitial than immature cells (Perrin and Relly, 1984) (figure 5).

For females, it is possible to determine sexual maturity through the macroscopic analysis of the ovary, where the corpus luteum does not regress completely, resulting in a permanent scar called corpus albicans. Immature females show a smooth ovary surface (Rosas and Monteiro-Filho 2002; Spinelli, 2017) (figure 6).

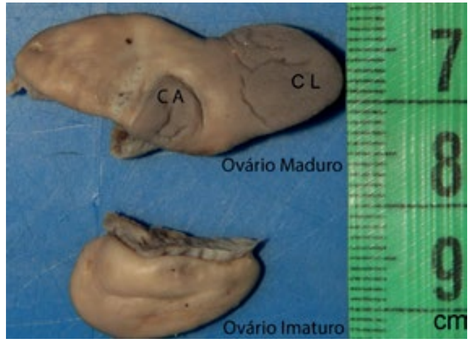


Figura 6. Ovários de boto-cinza da Baía de Sepetiba - RJ. Presença de corpo albicans (CA) e corpo lúteo (CL) no ovário maduro. Superfície lisa no ovário imaturo (Fonte: Santos-Neto, 2017).
Figure 6. Ovary of a Guiana dolphin from Sepetiba Bay - RJ. Presence of corpus albicans (CA) and corpus luteum (CL) in the mature ovary. Smooth surface in the immature ovary (Source: Santos-Neto, 2017).

Os parâmetros reprodutivos em delfinídeos são influenciados por fatores genéticos e ambientais e, por isso, devem ser estabelecidos para as diferentes populações de uma espécie (Ramos *et al.*, 2000; Botta *et al.*, 2010). Apesar da ampla distribuição do boto-cinza na costa do Brasil, os parâmetros reprodutivos para essa espécie foram investigados em populações do sudeste e sul brasileiro. Esses estudos foram conduzidos com indivíduos coletados no litoral do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Schmiegelow, 1990; Rosas e Monteiro-Filho, 2002; Santos *et al.*, 2003; Ramos *et al.*, 2000; Santos-Neto, 2017).

Nas tabelas 1 e 2 estão dispostos os parâmetros reprodutivos estimados para os botos-cinza na costa do Brasil. As diferenças observadas entre os estudos devem ser vistas com cautela devido à disparidade do conjunto de dados utilizados em cada pesquisa.

Reproductive parameters in delphinids are influenced by genetic and environmental factors and should therefore be established for the different populations of a species (Ramos et al., 2000; Botta et al., 2010). Despite their widespread distribution along the Brazilian coast, the reproductive parameters of Guiana dolphins were investigated in populations of southeastern and southern Brazil. These studies were conducted with individuals collected from the coast of Rio de Janeiro, São Paulo and Paraná (Schmiegelow, 1990; Rosas and Monteiro-Filho, 2002; Santos et al., 2003; Ramos et al., 2000; Santos-Neto, 2017).

In tables 1 and 2 are displayed the reproductive parameters estimated for Guiana dolphins off the coast of Brazil. The differences observed between studies should be viewed with caution due to the disparity between datasets used in each study.

Tabela 1. Idade de maturidade sexual (IS) e comprimento de maturidade sexual (CS) para cada sexo nas áreas onde já foram realizados estudos.
Table 1. Age of sexual maturity (IS) and length at sexual maturity (CS) for each sex in areas where studies have been performed.

LOCAL/*PLACE*	SEXO/*SEX*	IS (anos)	CS (cm)	AUTOR/*AUTHOR*
Baia de Sepetiba-RJ	M	7,3	183-188	Santos-Neto, 2017
Baia de Sepetiba-RJ	F	6,5	171-176	Santos-Neto, 2017
Região norte do RJ	M	6	180	Ramos *et al.*, 2000
Região norte do RJ	F	6	160	Ramos *et al.*, 2000
Paraná	M	7	170-175	Rosas e Monteiro-Filho, 2002
Paraná	F	5-8	164-169	Rosas e Monteiro-Filho, 2002

Tabela 2. Taxa de crescimento fetal/mês (TF), tempo de gestação em meses (TG) e comprimento ao nascimento (CN) nas áreas onde já foram realizados estudos.
Table 2. Rate of foetal growth/month (TF), gestational period in months (TG) and length at birth (CN) in areas where studies have been performed.

LOCAL/*PLACE*	TF	TG	CN (cm)	AUTOR/*AUTHOR*
Baía de Sepetiba – RJ	9,08	12	96,15	Santos-Neto, 2017
São Paulo/Paraná	8,9	11,6	91,2	Schmiegelow, 1990
Região norte do RJ	9,4	11,6	106	Ramos *et al.*, 2000
Paraná	9	12	92,2	Rosas e Monteiro-Filho, 2002
São Paulo/Paraná	-	-	97,8	Santos *et al.*, 2003

Estudos sobre a ecologia alimentar
Feeding Ecology Studies

ANÁLISE DE CONTEÚDO ESTOMACAL

A ecologia alimentar de mamíferos marinhos tem sido estudada a partir de diferentes técnicas (Bisi *et al.*, 2012a). O método mais tradicional é por meio da análise do conteúdo estomacal desses animais, incluindo o boto-cinza. A identificação da dieta, de maneira qualitativa e quantitativa, é feita a partir de fragmentos das presas em diferentes estágios de digestão, tais como otólitos de peixes, bicos de cefalópodes e carapaças de crustáceos (Bisi *et al.*, 2012a). De maneira complementar, ainda é possível estimar o comprimento e biomassa das presas consumidas, a partir de curvas de regressão disponíveis na literatura (e.g.: Clarke, 1986; Härkönen, 1986; Harvey *et al.*, 2000).

Estudos do hábito alimentar do boto-cinza têm mostrado uma dieta bastante diversificada, com pelo menos 117 espécies de presas consumidas, pertencentes a 40 famílias (tabela 3). Peixes teleósteos costumam ser o tipo de presa mais frequente na dieta, seguidos pelos cefalópodes e, com menor importância, os crustáceos (e.g.: Di Beneditto e Siciliano, 2007; Pansard *et al.*, 2011; Cremer *et al.*, 2012). Até o momento já foram identificadas 106 espécies de peixes teleósteos (36 famílias), que variam ao longo da distribuição do boto-cinza na costa brasileira. A família

STOMACH CONTENT ANALYSIS

The feeding ecology of marine mammals has been studied using different techniques (Bisi et al., 2012a). The most traditional method is the analysis of stomach contents. Qualitative and quantitative prey species identification is based on fragments in different stages of digestion, such as fish otoliths, cephalopod beaks and crustacean carapaces (Bisi et al., 2012a). In addition, it is possible to estimate the length and biomass of prey consumed from regression curves available in the literature (e.g. Clarke, 1986; Härkönen, 1986; Harvey et al., 2000).

Guiana dolphin feeding habit studies show a fairly diverse diet with at least 117 prey species consumed, belonging to 40 families (table 3). Teleost fish are usually the most frequent type of prey in their diet, followed by cephalopods and, less importantly, crustaceans (e.g. Di Beneditto and Siciliano, 2007; Pansard et al., 2011; Cremer et al., 2012). To date, 106 species of teleost fish (36 families) have been identified, which vary along the distribution of the Guiana dolphin along the Brazilian coast. The family Sciaenidae is usually the most common, but the Clupeidae, Engraulidae, Trichiuridae,

Sciaenidae costuma ser a mais frequente na dieta do boto-cinza, mas também se destacam as famílias Clupeidae, Engraulidae, Trichiuridae, Mugilidae, Gerreidae e Haemulidae, estando entre as mais importantes na maioria das localidades estudadas (Di Beneditto e Siciliano, 2007; Melo, 2010; Pansard *et al.*, 2011; Cremer *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2012). Cerca de 40 espécies de peixes teleósteos foram encontradas na dieta em uma única localidade, muitas vezes com o registro de apenas um espécime no conteúdo estomacal (e.g.: Zanelatto, 2001; Pansard *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2012).

A riqueza de espécies de presas consumidas evidencia o caráter oportunista na dieta do boto-cinza (eg.: Borobia e Barros, 1989; Zanellatto, 2001; Melo, 2010; Daura-Jorge *et al.*, 2011; Cremer *et al.*, 2012). Entretanto, estudos têm mostrado que entre duas e seis espécies de presas correspondem a mais de 70% da biomassa total consumida (Santos *et al.*, 2002; Daura-Jorge *et al.*, 2011; Pansard *et al.*, 2011; Araújo, 2012). Somado a esses resultados, alguns trabalhos têm reportado valores de medição da largura de nicho trófico próximo a 0 (índice de Levins), sugerido um hábito alimentar do boto-cinza com tendência à especialização, pelo menos em algumas populações da espécie (Araújo, 2010; Campos, 2012). Isso porque, apesar da grande diversidade de presas na dieta, poucas espécies são consumidas com alta frequência.

A maioria das presas na dieta do boto-cinza é encontrada em ambientes estuarinos e costeiros. O hábitat das presas varia, com espécies demersais (e.g.: *Micropogonias furnieri, Haemulopsis corvinaeformis, Haemulon plumieri*), pelágicas (e.g.: *Anchoa* spp., *Sardinella brasiliensis* e *Cetengraulis edentulus*) e bentopelágicas (e.g.: *Chloroscombrus chrysurus, Trichiurus lepturus*), mostrando que o boto-cinza se alimenta em diferentes profundidades ao longo da coluna d'água. As presas do boto-cinza apresentam posição trófica variada na teia alimentar, com espécies tanto com alimentação plânctívora, incluindo fitoplâncton e zooplâncton, como com o consumo de invertebrados bentônicos e peixes em diferentes proporções (Bisi *et al.*, 2012b). O tamanho das presas pode variar entre 8 cm (*Cathorops spixii*) e 115 cm (*Trichiurus lepturus*; Paitach, 2015), sendo que a maioria é de pequeno porte

Mugilidae, Gerreidae and Haemulidae families are also important in most of the studied locations (Di Beneditto and Siciliano, 2007; Melo, 2010; Pansard et al., 2011; Cremer et al., 2012; Lopes et al., 2012). Around 40 teleost fish species were found in the diet at a single location, often with only one specimen recorded in stomach content (e.g. Zanelatto, 2001; Pansard et al., 2011; Lopes et al., 2012).

The richness of prey species consumed evidences the opportunistic character in the Guiana dolphin diet (e.g. Borobia and Barros, 1989; Zanellatto, 2001; Melo, 2010; Daura-Jorge et al., 2011; Cremer et al., 2012). However, studies have shown that between two and six prey species account for more than 70% of the total biomass consumed (Santos et al., 2002; Daura-Jorge et al., 2011; Pansard et al., 2011; Araujo, 2012). In addition to these results, some studies have reported trophic niche width measurement values close to 0 (Levins index), suggesting a feeding habit with tendency for specialization, at least in some populations of the species (Araujo, 2010; Campos, 2012). This is because despite the great diversity of prey in their diet, few species are consumed with high frequency.

Most prey in the Guiana dolphin diet comes from estuarine and coastal environments. The habitat of their prey varies from demersal (e.g. Micropogonias furnieri, Haemulopsis corvinaeformis, Haemulon plumieri*), pelagic (e.g.* Anchoa spp., Sardinella brasiliensis and Cetengraulis edentulus*) to benthopelagic (e.g.* Chloroscombrus chrysurus, Trichiurus lepturus*), showing Guiana dolphins feed at different depths along the water column. Their prey come from varied trophic positions in the food web, with both plankton-eating, including phytoplankton and zooplankton, as well as benthic invertebrates and fish in different proportions (Bisi et al., 2012b). Prey sizes can range from 8 cm (*Cathorops spixii*) to 115 cm (*Trichiurus lepturus*; Paitach, 2015), most of which are small and/or juvenile, with a total length of less than 20 cm (e.g. Di Beneditto and Siciliano, 2007; Daura-Jorge et al., 2011; Pansard et al., 2011; Cremer et al., 2012; Lopes et al., 2012).*

e/ou juvenil, com comprimento total menor do que 20 cm (e.g.: Di Beneditto e Siciliano, 2007; Daura-Jorge *et al.*, 2011; Pansard *et al.*, 2011; Cremer *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2012).

O consumo de algumas espécies de presas varia ao longo da distribuição do boto-cinza na costa brasileira. Por exemplo, *Porichthys porosissimus, Chloroscombrus chrysurus, Pellona harroweri, Sardinella brasiliensis* e *Cetengraulis edentulus* só foram encontradas na dieta nas regiões sul e sudeste (Barros *et al.*, 1997; Zanellato, 2001; Daura-Jorge *et al.*, 2011; Araújo, 2012), enquanto *Elops saurus, Haemulon plumieri, Holocentrus adscensionis* apenas na região nordeste (Pansard *et al.*, 2011; Campos, 2012; tabela 3). *Diapterus rhombeus, Haemulopsis corvinaeformis, Ctenosciaena gracilicirrhus, Cynoscion* spp., *Isopisthus parvipinnis* e *Larimus breviceps* foram registradas em todas as regiões, enquanto que o *Trichiurus lepturus* foi a única presa encontrada no conteúdo estomacal do boto-cinza em todas os estados, sendo reportada como item da dieta em quase todos os estudos realizados até o momento (e.g.: Moncôrvo *et al.*, 1998; Zanellatto, 2001; Pansard *et al.*, 2011; Araujo, 2012; Campos, 2012; Cremer *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2012). Essa variação no consumo das presas está provavelmente relacionada à disponibilidade e abundância de presas no local de forrageio de cada população de boto-cinza.

Apesar de haver sobreposição na maioria dos estudos entre as espécies consumidas, as presas preferenciais, em termos de índice de importância relativa (IRR), reportadas para as diferentes populações do boto-cinza, diferem entre os estudos e entre as regiões da costa do Brasil. Por exemplo, em Santa Catarina (sul), as presas mais importantes são: *Mugil curema, Pellona harroweri, Stellifer rastrifer, Micropogonias furnieri, Trichiurus lepturus* e *Diapterus rhombeus* (Daura-Jorge *et al.*, 2011; Cremer *et al.*, 2012; Paitach, 2015), na região centro-sul do Rio de Janeiro (sudeste) são *Cetengraulis edentulus, Micropogonias furnieri, Mugil* spp., *Chloroscombrus chrysurus, Cynoscion jamaicensis* e *Porichthys porosissimus* (e.g.: Melo, 2010; Araújo, 2012) e no Rio Grande do Norte e Ceará (nordeste) são *Haemulon plumieri, Larimus breviceps, Lutjanus synagris, Trichiurus lepturus, Mugil curema* e *Haemulopsis corvinaeformis* (Pansard *et al.*, 2011; Campos, 2012).

Consumption of some prey species varies along the Guiana dolphin distribution on the Brazilian coast. For example, Porichthys porosissimus, Chloroscombrus chrysurus, Pellona harroweri, Sardinella brasiliensis and Cetengraulis edentulus *were found only in the south and southeast regions (Barros et al., 1997; Zanellato, 2001; Daura-Jorge et al., 2011; Araujo, 2012), while* Elops saurus, Haemulon plumieri, Holocentrus adscensionis *only in the northeast (Pansard et al., 2011; Campos, 2012; table 3).* Diapterus rhombeus, Haemulopsis corvinaeformis, Ctenosciaena gracilicirrhus, Cynoscion *spp.,* Isopisthus parvipinnis and Larimus breviceps *were recorded in all regions, while* Trichiurus lepturus *was the only prey found in the stomach contents of Guiana dolphins in all states, being reported as an item of diet in almost all studies conducted to date (e.g. Moncôrvo et al., 1998; Zanellatto, 2001; Pansard et al., 2011; Araujo, 2012; Campos, 2012; Cremer et al., 2012; Lopes et al., 2012). This variation in prey consumption is probably related to the availability and abundance of prey in the foraging areas of each Guiana dolphin population.*

Although there is an overlap in most studies among species consumed, the preferred prey, in terms of relative importance index (IRR), reported for the different Guiana dolphin populations differ between studies and regions of the Brazilian coast. For example, in Santa Catarina (south), the most important prey are: Mugil curema, Pellona harroweri, Stellifer rastrifer, Micropogonias furnieri, Trichiurus lepturus *and* Diapterus rhombeus *(Daura-Jorge et al., 2011; Cremer et al., 2012; Paitach, 2015), in the south-central region of Rio de Janeiro (southeast) are* Cetengraulis edentulus, Micropogonias furnieri, Mugil spp., Chloroscombrus chrysurus, Cynoscion jamaicensis *and* Porichthys porosissimus *(e.g. Melo, 2010; Araujo, 2012) and in Rio Grande do Norte and Ceará (northeast) are* Haemulon plumieri, Larimus breviceps, Lutjanus synagris, Trichiurus lepturus, Mugil curema *and* Haemulopsis corvinaeformis *(Pansard et al., 2011; Campos, 2012).*

Os cefalópodes também são um importante grupo taxonômico na dieta do boto-cinza, apesar de com menor diversidade. Até o momento, já foi reportado o consumo de sete espécies de cefalópodes, pertencentes a três famílias (tabela 3). As três espécies de lulas da família Loliginidae são as mais comumente encontradas no conteúdo estomacal, sendo a espécie *Doryteuthis plei* reportada como a mais importante entre os cefalópodes presentes na dieta do boto-cinza na maioria dos estudos (Zanelatto, 2001; Gurjão *et al.*, 2003; Di Beneditto e Ramos, 2004; Di Beneditto e Siciliano, 2007; Araújo, 2012; Campos, 2012; Lopes *et al.*, 2012; Ougo, 2012). O tamanho médio das lulas consumidas varia entre 1,5 cm e 27 cm de comprimento do manto (Di Beneditto e Siciliano, 2007; Pansard *et al.*, 2011). As espécies de polvos das famílias Octopodidae e Argonautidae foram registradas de maneira pontual nos estudos, geralmente com o consumo de poucos ou apenas um espécime (Zanelatto, 2001; Gurjão *et al.*, 2003; Pansard *et al.*, 2011; Araújo, 2012; Campos, 2012).

Os crustáceos parecem ter importância reduzida na dieta do boto-cinza, com poucos espécimes de apenas quatro espécies já identificadas da família Penaeidae, reportados apenas na região sul e sudeste do Brasil (Oliveira, 2003; Melo, 2010; Araújo, 2012; Lopes *et al.*, 2012; tabela 3). Nem sempre é possível identificar as espécies consumidas, devido ao alto desgaste das estruturas dos crustáceos no conteúdo estomacal, associado à rápida digestão.

Cephalopods are also an important taxonomic group in Guiana dolphin diet, although with less diversity. So far, the consumption of seven species of cephalopods belonging to three families has been reported (table 3). The three species of squid in the Loliginidae family are most commonly found in stomach contents, and the Doryteuthis plei *reported as most important among the cephalopods present in the Guiana dolphin diet by most studies (Zanelatto, 2001; Gurjão et al., 2003; Di Beneditto and Ramos, 2004; Di Beneditto and Siciliano, 2007; Araujo, 2012; Campos, 2012; Lopes et al., 2012; Ougo, 2012). The average size of squid consumed varies between 1.5 cm and 27 cm in mantle length (Di Beneditto and Siciliano, 2007; Pansard et al., 2011). Octopus species from the Octopodidae and Argonautidae families were recorded punctually in the studies, usually with the consumption of few or only one specimen (Zanelatto, 2001; Gurjão et al., 2003; Pansard et al., 2011; Araujo, 2012; Campos, 2012).*

Crustaceans appear to be of reduced importance in the Guiana dolphin diet, with few specimens of only four species already identified from the Penaeidae family, reported only in southern and southeastern Brazil (Oliveira, 2003; Melo, 2010; Araujo, 2012; Lopes et al., 2012; table 3). It is not always possible to identify the species consumed, due to the loss of crustacean structures in stomach contents, associated with rapid digestion.

Tabela 3. Espécies de peixes teleósteos, cefalópodes e crustáceos consumidas pelo boto-cinza na costa do Brasil.
Table 3. Species of teleost fish, cephalopods and crustaceans consumed by Guiana dolphins along the coast of Brazil.

FAMÍLIA/*FAMILY*	ESPÉCIE/*SPECIES*	LOCALIDADE/*LOCALITY*	REFERÊNCIA/*REFERENCES***
Peixes teleósteos			
Acanthuridae	*Acanthurus chirurgus*	ES/BA*	1
Achiridae	*Achirus lineatus*	SC	2, 3
	Achirus sp.	PR	4
Albulidae	*Albula* sp.	RN	5
Ariidae	*Cathorops spixii*	SC, RJ	3, 6, 7
	Bagre bagre	RJ, ES/BA	1,6
	Bagre marinus	CE	8
	Genidens sp.	PR	9
	Sciadeichthys luniscutis	RJ	6, 7
Atherinopsidae	*Atherinella brasiliensis*	PR	10
Batrachoididae	*Porichthys porosissimus*	SC, PR, RJ, ES	3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Carangidae	*Caranx hippos*	CE	8
	Chloroscombrus chrysurus	SC, PR, RJ, ES/BA	1, 7, 10, 11, 15
	Oligoplites spp.	PR	10
	Selar crumenophthalmus	ES/BA	1
	Selene setapinnis	PR, ES/BA, RN	1, 5, 10,
	Trachurus lathami	SP	17
	Decapterus punctatus	SC	3
Centropomidae	*Centropomus parallelus*	CE	8
	Centropomus undecimalis	SC, CE	3,8
	Centropomus spp.	PR, RJ	7,9
Clupeidae	*Odontognathus mucronatus*	RJ	6
	Opisthonema oglinum	SC, ES/BA	1,3
	Pellona harroweri	SC, PR, RJ, ES, ES/BA	1, 2, 3, 4,6, 7, 9, 10, 13, 15, 16
	Sardinella brasiliensis	PR, SP, RJ	4, 6, 5, 10, 15, 17
	Sardinella sp.	ES/BA	1
Congridae	*Ariosoma opistophthalmus*	RJ	6, 14
	Conger sp.	RN	5
Cynoglossidae	*Symphurus tesselatus*	SC	2, 3
Dactylopteridae	*Dactylopterus volitans*	CE	1, 8
Elopidae	*Elops saurus*	ES/BA, RN, CE	1, 5, 8
Engraulidae	*Anchoa filifera*	SC, PR, SP, RJ, ES/BA	1, 2, 3, 6, 14, 17
	Anchoa tricolor	PR, SP	4, 17
	Anchoa spinifer	ES/BA	1
	Anchoa spp.	SC, PR, RJ, ES	7, 10, 11, 12, 16, 17
	Anchoviella lepidentostole	PR	4
	Engraulis anchoita	RJ, ES/BA	1, 7
	Lycengraulis grossidens	SC, PR, RJ, ES/BA, RN	1, 4, 5, 7, 9, 11, 14
	Cetengraulis edentulus	SC, PR, SP, RJ	2, 3, 7, 9, 10, 11, 15, 17
Epinephelidae	*Cephalopholis fulva*	CE	8
Gadidae	*Urophycis brasiliensis*	PR, RJ	6, 10
Gerreidae	*Diapterus auratus*	ES/BA, CE	1, 8
	Diapterus lineatus	SP	17
	Diapterus olisthostomus	AL, CE	18, 19
	Diapterus rhombeus	SC, PR, RJ, ES/BA, BA, RN, CE	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 20
	Eucinostomus argenteus	PR, RN	4, 5

Tabela 3 (cont.). Espécies de peixes teleósteos, cefalópodes e crustáceos consumidas pelo boto-cinza na costa do Brasil.
Table 3 (continued). Species of teleost fish, cephalopods and crustaceans consumed by Guiana dolphins along the coast of Brazil.

FAMÍLIA/*FAMILY*	ESPÉCIE/*SPECIES*	LOCALIDADE/*LOCALITY*	REFERÊNCIA/*REFERENCES***
	Eucinostomus gula	PR	4
	Eucinostomus melanopterus	PR	4, 9
	Eucinostomus sp.	PR, SP, CE	1, 0, 12, 18
	Eugerres brasilianus	SC, ES/BA, CE	1, 2, 3, 8
Haemulidae	*Anisotremus virginicus*	CE	8
	Anisotremus sp.	PR	9
	Conodon nobilis	SC, RJ, CE	2, 3, 6, 8, 14
	Genyatremus luteus	PR	4, 10
	Haemulon aurolineatum	ES/BA, RN, CE	1, 5, 8
	Haemulon parra	CE	8
	Haemulon plumieri	RN, CE	5, 8
	Haemulon squamipinna	CE	8
	Haemulon steindachneri	PR, ES/BA, RN, CE	1, 5, 8, 10
	Orthopristis ruber	SC, PR, SP, RJ, RN	5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 17
	Haemulopsis corvinaeformis	SC, PR, SP, RJ, ES/BA, RN, CE	1, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 18
Hemirhamphidae	*Hemiramphus brasiliensis*	ES/BA	1
	Hyporhamphus unifasciatus	ES/BA	1
Holocentridae	*Holocentrus adscensionis*	RN, CE	5, 8
Lujtanidae	*Lutjanus analis*	ES/BA, CE	1, 8
	Lutjanus griseus	PR	10
	Lutjanus jocu	CE	8
	Lujtanus synagris	ES/BA, RN, CE	1, 5, 8
	Lujtanus sp.	PR, RJ	6, 10
	Ocyurus chrysurus	SC, CE	3, 8
Mugilidae	*Mugil curema*	SC, PR, RN, CE	2, 3, 5, 8 11
	Mugil gaimardianus	SC	2, 3
	Mugil sp.	SC, PR, SP, RJ, ES/BA, AL	1, 2, 4, 6, 7, 9, 12, 15, 17, 19
Mullidae	*Pseudupeneus maculatus*	CE	18
Ophichthiidae	*Myrichthys ocellatus*	CE	18
	Myrophis punctatus	PR	10
	Ophichthus gomesii	SC, PR	3, 4
Paralichthyidae	*Citharichthys spilopterus*	SC	2, 3
	Citharichthys arenaceus	SC	2, 3
	Citharicthys spp.	SC, PR	4, 9, 11
	Paralichthys orbignyanus	SP	12
	Paralichthys spp.	PR, ES/BA	1, 10
	Syacium micrurum	RN	5
	Scyacium sp.	RJ, ES/BA	1, 7
Pomatomidae	*Pomatomus saltator*	RJ	6
Pristigasteridae	*Chirocentrodon bleekerianus*	ES/BA	
Scaridae	Não identificada	CE	1, 8
Sciaenidae	*Ctenosciaena gracilicirrhus*	SC, PR, SP, RJ, ES, ES/BA, CE	1, 6, 8, 10, 11, 14, 16, 17
	Cynoscion acoupa	SC, PR	3,4
	Cynoscion guatucupa	SC, PR, RJ	2, 6, 7, 10, 13, 14, 15
	Cynoscion jamaicensis	SC, PR, SP, RJ, ES/BA, RN	1, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15,
	Cynoscion leiarchus	SC, PR, SP, CE	2, 3, 4, 8, 12
	Cynoscion virescens	SP, RJ, ES/BA	1, 6, 12, 14, 17

Tabela 3 (cont.). Espécies de peixes teleósteos, cefalópodes e crustáceos consumidas pelo boto-cinza na costa do Brasil.
Table 3 (continued). Species of teleost fish, cephalopods and crustaceans consumed by Guiana dolphins along the coast of Brazil.

FAMÍLIA/*FAMILY*	ESPÉCIE/*SPECIES*	LOCALIDADE/*LOCALITY*	REFERÊNCIA/*REFERENCES***
	Cynoscion spp.	PR, RJ, ES	7, 9, 13, 15, 16
	Isopisthus parvipinnis	SC, PR, SP, RJ, ES/BA, RN	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 17
	Larimus breviceps	SC, PR, SP, RJ, ES/BA, RN, CE	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 15
	Macrodon ancylodon	SP, RJ, ES/BA	1, 6, 12, 14
	Menticirrhus americanus	SC, PR, SP, RJ, CE	3, 4, 6, 8, 9, 10, 14
	Menticirrhus spp.	RJ	7
	Micropogonis furnieri	SC, PR, SP, RJ, ES/BA, CE	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17
	Nebris microps	SP, RJ, ES/BA	1, 14, 17
	Paralonchurus brasiliensis	SC, PR, SP, RJ, ES/BA	1, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17
	Pogonias cromis	PR, RJ	4, 6, 9
	Stellifer brasiliensis	SC, PR, SP, RJ, ES/BA	1, 2, 3, 4, 6, 12
	Stellifer rastrifer	SC, PR, SP, RJ	3, 4, 6, 10, 11, 12, 14
	Stellifer sp.	PR, SP, RJ, ES/BA	1, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 17
	Umbrina canosai	SP, RJ	6, 7, 15, 17
	Umbrina coroides	RJ, ES	13, 16
	Umbrina sp.	PR, ES/BA	1, 4
	Bairdiella ronchus	PR	10
Serranidae	*Diplectrum radiale*	RJ	7
	Serranus auriga	RJ	7
Sparidae	*Archosargus rhomboidalis*	CE	8
	Pagrus pagrus	RJ, ES/BA	1, 7, 15
Sphyraenidae	*Sphyraena guachancho*	ES/BA, CE	1, 8
Stromateidae	*Peprilus paru*	RJ	6
Synodontidae	*Synodus foetens*	PR	10
Trichiuridae	*Trichiurus lepturus*	SC, PR, SP, RJ, ES, BA, AL, RN, CE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,16, 17, 19, 20
Cefalópodes			
Argonautidae	*Argonauta nodosa*	PR	10
Loliginidae	*Doryteuthis plei*	PR, SP, RJ, RN, CE	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 18
	Doryteuthis sanpaulensis	PR, RJ	4, 6, 7, 9, 10, 14
	Lolliguncula brevis	SC, PR, SP, RJ, ES, AL, RN, CE	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19
	Sepioteuthis sepioidea	RN	5
Octopodidae	*Octopus insularis*	CE	8
	Octopus vulgaris	RJ, RN	5, 7
	Octopus sp.	CE	18
Crustáceos			
Penaeidae	*Farfantepenaeus brasiliensis*	PR	4
	Farfantepenaeus paulensis	SP, RJ	7, 12, 17
	Litopenaeus schmitti	SP, RJ	7, 12, 15, 17
	Litopenaeus sp.	PR	9
	Rimapenaeus constrictus	RJ	7

*presas consumidas pelo boto-cinza entre a costa norte do Espírito Santo e sul da Bahia.
**Referências bibliográficas: 1Rupil *et al.*, 2018; 2Cremer *et al.*, 2012; 3Paitach, 2015; 4Oliveira, 2003; 5Pansard *et al.*, 2011; 6Di Beneditto e Ramos, 2004; 7Araújo, 2012; 8Campos, 2012; 9Ougo, 2012; 10Zanelatto, 2001; 11Daura-Jorge *et al.* 2011; 12Santos *et al.*, 2002; 13Borobia e Barros, 1989; 14Di Beneditto e Siciliano, 2007; 15Melo, 2010; 16Barros *et al.*, 1997; 17Lopes *et al.* 2012; 18Gurjão *et al.*, 2003; 19Barros e Teixeira, 1994; 20Moncórvo *et al.*, 1998.
** prey consumed by the Guiana dolphin between the northern coast of Espirito Santo and southern Bahia.*
*** References: 1 Rupil et al., 2018; 2 Cremer et al., 2012; 3 Paitach, 2015; 4 Oliveira, 2003; 5 Pansard et al., 2011; 6 Di Beneditto and Ramos, 2004; 7Araujo, 2012; 8Campos, 2012; 9Ougo, 2012; 10 Zanelatto, 2001; 11 Daura-Jorge et al. 2011; 12 Santos et al., 2002; 13 Borobia and Barros, 1989; 14 Di Beneditto and Siciliano, 2007; 15 Melo, 2010; 16 Barros et al., 1997; 17 Lopes et al. 2012; 18 Gurjão et al., 2003; 19 Barros and Teixeira, 1994; 20 Moncorvo et al., 1998.*

ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

A mensuração da razão isotópica de carbono ($\delta^{13}C$) e de nitrogênio ($\delta^{15}N$) tem sido aplicada com sucesso em estudos sobre a ecologia alimentar de mamíferos marinhos (Das *et al.,* 2003; Dehn *et al.,* 2006; Lewis *et al.,* 2006; Bisi *et al.,* 2012b). A ferramenta se baseia no princípio de que as razões isotópicas mudam de maneira previsível ao longo do ciclo dos elementos, incluindo na relação presa-predador. Apesar de não ser possível identificar a presa consumida nem estimar a biomassa, a principal vantagem dessa análise é que ela reflete uma dieta assimilada pelo predador ao longo do tempo (Tollit *et al.,* 2010). Os valores de $\delta^{13}C$ têm sido usados para investigar área de forrageamento, variações geográficas no uso de área e para diferenciar populações e/ou espécies costeiras das oceânicas (e.g.: Clementz e Koch, 2001; Aurioles *et al.,* 2006; Michener e Kaufman, 2007; Bisi *et al.,* 2013). Já os resultados de $\delta^{15}N$ permitem entender as relações tróficas e inferir o nível trófico dos consumidores (e.g.: Cabana e Rasmussen, 1996; Zanden e Rasmussen, 1999; Hobson *et al.,* 2002, Das *et al.,* 2003; Pinela *et al.,* 2010; Bisi *et al.,* 2012b).

Estudos que visam entender a ecologia alimentar do boto-cinza por meio da análise das razões isotópicas de carbono e de nitrogênio ainda são bastante escassos e apenas para as regiões sul (Hardt *et al.,* 2013) e sudeste do Brasil (Di Beneditto *et al.,* 2011; Bisi *et al.,* 2012b, 2013; Kehrig *et al.,* 2013; Baptista *et al.,* 2016; Di Beneditto e Monteiro, 2016). Os resultados de $\delta^{13}C$ até o momento evidenciam estuários, baías e águas costeiras como áreas preferenciais de forrageio (Di Beneditto *et al.,* 2011; Bisi *et al.,* 2013; Kehrig *et al.,* 2013). Apenas um estudo sugere que o boto-cinza se movimente mais amplamente ao longo da plataforma continental centro-norte do Rio de Janeiro, devido à grande amplitude de valores encontrados para $\delta^{13}C$ (Di Beneditto e Monteiro, 2016). Na costa centro-sul do Rio de Janeiro, os valores da razão isotópica de carbono sugerem que, enquanto a população de boto-cinza da Baía de Guanabara provavelmente se alimenta exclusivamente no seu interior, pelo menos alguns indivíduos da população da Baía de Sepetiba também forrageiam e se alimentam em águas costeiras adjacentes (Bisi *et al.,* 2012b).

STABLE ISOTOPE ANALYSIS

Stable carbon ($\delta^{13}C$) and nitrogen ($\delta^{15}N$) isotope ratios have been successfully applied to marine mammal feeding ecology studies (Das et al., 2003; Dehn et al., 2006; Lewis et al., 2006; Bisi et al., 2012b). This tool is based on the fact that the isotopic composition of the consumer reflects that of its prey in a predictable manner. Although it is not possible to identify the prey consumed or estimate its biomass, the main advantage of this analysis is that it reflects the diet assimilated by the predator over time (Tollit et al., 2010). The $\delta^{13}C$ values have been used to investigate foraging area, geographical variations in habitat use and to differentiate coastal and oceanic species and/or populations (e.g. Clementz and Koch, 2001; Aurioles et al., 2006; Michener and Kaufman, 2007; Bisi et al., 2013). $\delta^{15}N$ results, on the other hand, allow understanding of trophic relations and inference of the trophic level of consumers (e.g. Cabana and Rasmussen, 1996; Zanden and Rasmussen, 1999; Hobson et al., 2002, Das et al., 2003; Pinela et al., 2010; Bisi et al., 2012b).

Studies on the feeding ecology of Guiana dolphins through the analysis of stable carbon and nitrogen isotope ratios are still quite scarce and only for the southern (Hardt et al., 201) and southeastern regions of Brazil (Di Beneditto et al., 2011; Bisi et al., 2012b, 2013; Kehrig et al., 2013; Baptista et al., 2016; Di Beneditto and Monteiro, 2016). The $\delta^{13}C$ results so far show estuaries, bays and coastal waters as preferred foraging areas (Di Beneditto et al., 2011; Bisi et al., 2013; Kehrig et al., 2013). Only one study suggests Guiana dolphins may move more widely along the continental shelf off the central north coast of Rio de Janeiro, due to the large range of $\delta^{13}C$ values found (Di Beneditto and Monteiro, 2016). On the south-central coast of Rio de Janeiro, stable carbon isotope ratios suggest that while the Guanabara Bay dolphin population probably feeds exclusively within that bay, at least some individuals from the Sepetiba Bay population also forage and feed in adjacent coastal waters (Bisi et al., 2012b).

Os estudos têm evidenciado, por meio dos valores de $\delta^{15}N$, que o boto-cinza é um predador de topo de teia alimentar (Di Beneditto *et al.,* 2011; Bisi *et al.,* 2012b; Di Beneditto e Monteiro, 2016), ocupando nível trófico aproximado de 4 (Kehrig *et al.,* 2013; Baptista *et al.,* 2016). Entretanto, as presas consumidas variam, o que pode fazer com que a espécie apresente posição trófica distinta ao longo da sua distribuição. Por exemplo, os botos-cinza da Baía de Guanabara provavelmente se alimentam de presas preferenciais de nível trófico mais elevado que os espécimes das baías de Sepetiba e de Ilha Grande (Bisi *et al.,* 2012b). Kehrig *et al.,* (2013) não encontraram relação entre os valores de $\delta^{15}N$ e o tamanho de espécimes de boto-cinza juvenis e adultos do litoral norte do Rio de Janeiro, sugerindo que não há mudança de nível trófico ao longo do seu crescimento. Por outro lado, o nicho trófico espacial dos adultos é maior do que o dos indivíduos imaturos da espécie (Di Beneditto e Monteiro, 2016).

$\delta^{15}N$ values have shown the Guiana dolphin is a top predator (Di Beneditto et al., 2011; Bisi et al., 2012b; Di Beneditto and Monteiro, 2016), occupying an approximate trophic level 4 (Kehrig et al., 2013; Baptista et al., 2016). However, the prey consumed varies, which may cause the species to present a different trophic position along its distribution. For example, dolphins from Guanabara Bay probably feed preferably on prey of higher trophic level than specimens from the Sepetiba and Ilha Grande bays (Bisi et al., 2012b). Kehrig et al. (2013) found no relationship between the $\delta^{15}N$ values and size of juvenile and adult Guiana dolphin specimens from the north coast of Rio de Janeiro, suggesting there is no change in trophic level during growth. On the other hand, the spatial trophic niche of adults is larger than that of immature individuals (Di Beneditto and Monteiro, 2016).

Conclusões e perspectivas futuras

Conclusion and future prospects

Este capítulo revisou o conhecimento sobre diferenciação populacional (genética e morfológica), parâmetros populacionais (idade e reprodução) e de ecologia trófica (dieta e posição na teia alimentar) do boto-cinza na costa do Brasil. Essas informações são básicas para o entendimento da vulnerabilidade da espécie como um todo, e para a formulação de medidas que busquem preservar suas populações individualmente. Porém, parâmetros populacionais como os apresentados aqui e nos outros capítulos não estão disponíveis para todas as populações. A partir do reconhecimento dos limites de cada população da espécie, torna-se urgente o estudo desses parâmetros nas populações ainda não analisadas.

This chapter reviewed the knowledge on population differentiation (genetics and morphology), population parameters (age and reproduction) and trophic ecology (diet and trophic level in the food web) of Guiana dolphins on the Brazilian coast. This information is basic for understanding the vulnerability of the species as a whole, and for formulating measures to protect their individual populations. However, population parameters such as those presented herein and in the remaining chapters are not available for all populations. Once the limits of each population are recognised, studying these parameters becomes urgent for those yet to be analysed.

(Foto: Marcos Rossi-Santos)

Bioacústica e Comportamento

Bioacoustics and Behaviour

Marcos Roberto Rossi-Santos, Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho e Alexandre de Freitas Azevedo.

(Foto: Marcos Rosa Santos)

Uma das questões básicas que nos move ao buscar uma visão mais ampla sobre o tema da bioacústica e comportamento do boto-cinza no Brasil, é saber se depois de mais de três décadas, a espécie é bem estudada ao longo de todos os estados da costa brasileira. Dessa forma, o presente capítulo tem o objetivo de apresentar, resumidamente, os conhecimentos, estudos e pesquisas desenvolvidos, nas últimas décadas, sobre a bioacústica associada ao estudo do comportamento do boto-cinza no Brasil, avaliando lacunas de informação e elaborando recomendações que contribuam para a conservação da espécie.

Os temas bioacústica e comportamento estão intimamente relacionados, sendo que por uma sequência natural do desenvolvimento de um estudo, inicialmente ocorrem as observações e em seguida o refinamento através da utilização de diversas técnicas para o estudo de cetáceos, como a foto-identificação de indivíduos, as filmagens, a localização no ambiente através do uso de GPS e confecção de mapas, o avanço recente para o uso de veículos aéreos não tripulados ("drones"), além da própria bioacústica. Dessa forma, o surgimento dos estudos de comportamento e bioacústica do boto-cinza no Brasil estão relacionados e se ampliaram ao longo da costa através de avaliações de longo prazo.

One of the basic questions we ask ourselves when seeking a broader view on the topic of bioacoustics and behaviour of Guiana dolphins in Brazil is whether in the past three decades the species has been thoroughly studied throughout its distribution along the Brazilian coast. Thus, this chapter summarises the knowledge, studies and research developed in recent decades on the bioacoustics associated with behavioural studies of Guiana dolphins in Brazil, evaluating information gaps and contributing with recommendations for the species' conservation.

Bioacoustics and behaviour are closely related, and by a natural sequence of study development, observations occur and are then refined through the use of various techniques for the study of cetaceans, such as individual photo-identification, video recording, positioning in the environment through the use of GPS and mapping, recent advances in the use of unmanned aerial vehicles (" drones"), as well as bioacoustics itself. Thus, the emergence of Guiana dolphin behavioural studies and bioacoustics in Brazil are related and expanded along the coast through long-term assessments.

Histórico
History

COMPORTAMENTO

Os estudos comportamentais com o boto-cinza em vida livre no Brasil remontam a década de 1980, com muitas publicações saindo ao início da década de 2000 (figura 1). Após muitos anos de estudos provenientes de animais encalhados (e.g. Carvalho, 1963; Borobia e Barros, 1989; Monteiro-Filho, 1990; Schmiegelow, 1990; Simões-Lopes e Ximenez, 1990), surgiram iniciativas de estudos observacionais e descritivos para o comportamento da

BEHAVIOUR

Behavioural studies with free ranging Guiana dolphins in Brazil date back to the 1980s, with many studies published at the start of the 2000s (figure 1). After many years of studies with stranded animals (e.g. Carvalho, 1963; Borobia and Barros, 1989; Monteiro-Filho, 1990; Schmiegelow, 1990; Simões-Lopes and Ximenez, 1990), observational and descriptive studies of their behaviour emerged on the south coast, Norte

espécie na costa sul, Baía Norte (Simões-Lopes, 1988; Flores, 1992, 1999; Wedekin *et al.,* 2004), Baía da Babitonga (Cremer, 2000; Cremer *et al.*, 2004a), Baía de Guaratuba (Monteiro-Filho *et al.,* 1999), Baía de Paranaguá (Przbylski e Monteiro-Filho, 2001), sudeste, em Cananéia (Monteiro-Filho, 1991; 1992, 1995, 2000; Geise *et al.*, 1999; Santos *et al.*, 2000), Baía de Sepetiba (Simão *et al.,* 2000), Baía de Paraty e Ilha Grande (Lodi e Hetzel, 1998; Lodi, 2003), Baía de Guanabara (Borobia, 1984; Andrade *et al.,* 1987; Geise, 1991), e na região de Atafona (Di-Beneditto *et al.,* 2001). Na região Nordeste, estudos de comportamento se desenvolveram inicialmente na região da Baía de Todos os Santos (Reis e Queiroz, 1992; Aroucha, 1998; Dias, 2003; Spínola, 2006; Reis *et al.,* 2008), Praia da Pipa (Araújo *et al.,* 2001; Spinelli *et al.,* 2002; Jesus, 2004; Santos Jr *et al.,* 2006;) e Fortaleza (Oliveira *et al.,* 1995; Hayes, 1998; Meirelles, 2005).

Figura 1. O boto-cinza, *Sotalia guianensis*, em comportamento de deslocamento, com o Monte Pascoal ao fundo (Foto: Marcos Rossi-Santos).
Figure 1. The Guiana dolphin, Sotalia guianensis*, in travelling behaviour with Monte Pascoal on the backdrop (Photo: Marcos Rossi-Santos).*

Bay (Simões-Lopes, 1988; Flores, 1992, 1999; Wedekin et al., 2004), Babitonga Bay (Cremer, 2000; Cremer et al., 2004a), Guaratuba Bay (Monteiro-Filho et al., 1999), Paranaguá Bay (Przbylski and Monteiro-Filho, 2001), southeast, in Cananéia (Monteiro-Filho, 1991; 1992, 1995, 2000; Geise et al., 1999; Santos et al. , 2000), Sepetiba Bay (Simão et al., 2000), Paraty and Ilha Grande Bay (Lodi and Hetzel , 1998; Lodi, 2003), Guanabara Bay (Borobia, 1984; Andrade et al., 1987; Geise , 1991), and in the region of Atafona (Di-Beneditto et al., 2001). On the Northeast, behavioural studies were initially developed in Todos os Santos Bay (Reis and Queiroz, 1992; Aroucha , 1998; Dias, 2003; Spinola, 2006; Reis et al., 2008), Praia da Pipa (Araújo et al., 2001; Spinelli et al., 2002; Jesus, 2004; Santos Jr et al., 2006;) and Fortaleza (Oliveira et al., 1995; Hayes, 1998; Meirelles, 2005).

In the beginning, group sizes were described based on observed surface behaviours, mainly activities such as feeding (e.g. Monteiro-Filho, 1991, 1995; Rossi-Santos, 1997; Nascimento, 2002; Simão and Poletto, 2002; Lodi, 2003a; Reis, 2002; Dias, 2003; Monteiro et al., 2006; Nascimento et al., 2008). Many surveys initiated from land-based stations, using binoculars and spreadsheets to record behavioural events, at lower costs than boat-based studies (figure 2). Noteworthy are the land-based observations made from cliffs in Praia da Pipa, where animals approach the beach allowing researchers and tourists to observe their behaviours, increasing knowledge of the species through descriptive studies (e.g. Spinelli et al., 2006; Nascimento et al., 2008). Parente et al. (2006) reported a 22-day behavioural study with a Guiana dolphin that remained in a tide pool in Maracaípe beach (Pernambuco), discussing behavioural analysis procedures and collection of biological material in live animal strandings.

Studies evolved to ecological issues, relating the behaviour of the Guiana dolphin with habitat use, distribution patterns and seasonality (Lodi, 2003b; Flores and Bazzalo, 2004; Daura-Jorge et al., 2003, 2005, 2007; Araújo et al., 2007; Azevedo et al., 2004, 2005, 2007; Guilherme-Silveira and Lima, 2007; Rossi-Santos et al., 2006, 2007; Wedekin et al.,

No princípio, foram realizadas descrições de tamanho de grupos relacionadas aos comportamentos de superfície observados, principalmente atividades como a alimentação (e.g. Monteiro-Filho, 1991, 1995; Rossi-Santos, 1997; Nascimento, 2002; Simão e Poletto, 2002; Lodi, 2003a; Reis, 2002; Dias, 2003; Monteiro *et al.,* 2006; Nascimento *et al.,* 2008). Muitas pesquisas foram iniciadas a partir de pontos-fixos em terra, utilizando binóculos e registros comportamentais em planilhas, diminuindo o custo do trabalho, quando relacionado ao trabalho embarcado (figura 2). Destacam-se as observações de ponto-fixo feitas a partir de falésias na Praia da Pipa, onde os animais aproximam-se da praia e permitem que pesquisadores e turistas observem seus comportamentos, aumentando o conhecimento da espécie através de estudos descritivos (e.g. Spinelli *et al.,* 2006; Nascimento *et al.,* 2008). Parente *et al.,* (2006) reportaram um caso de estudo comportamental de 22 dias com um boto-cinza que permaneceu em uma poça de maré, na praia de Maracaípe (PE), discutindo sobre procedimentos de análise comportamental e coleta de material biológico em casos de encalhes de animais vivos.

Os estudos foram evoluindo para questões ecológicas, relacionando o comportamento do boto-cinza com o uso de habitat, padrões de distribuição e sazonalidade de ocorrência (Lodi, 2003b; Flores e Bazzalo, 2004; Daura-Jorge *et al.,* 2003, 2005, 2007; Araújo *et al.,* 2007; Azevedo *et al.,* 2004, 2005, 2007; Guilherme-Silveira e Lima, 2007; Rossi-Santos *et al.,* 2006, 2007; Wedekin *et al.*, 2007, Flach *et al.*, 2008; Bazzalo *et al.,* 2008; Cremer *et al.*, 2009; Dias *et al.*, 2009; Santos *et al.,* 2010; Rossi-Santos *et al.,* 2010), e esforços para compreender o comportamento noturno do boto-cinza (Atem e Monteiro-Filho, 2006). Além disso, como era de se esperar, os estudos comportamentais começaram a receber novos empenhos e diferentes interações passaram a ser documentadas, como as interações de botos-cinzas com aves marinhas (Monteiro-Filho, 1992; Rossi-Santos, 1997; Lodi e Hetzel, 2000; Piacentini, 2003; Cremer *et al.*, 2004b; Rossi-Santos e Flores, 2009), com o boto da tainha, *Tursiops truncatus* (Monteiro-Filho *et al.*, 1999; Wedekin *et al.,* 2004, Flores e Fontoura, 2006), com embarcações (Carrera, 2004; Santos Jr. *et al.,* 2006; Valle e Melo,

Figura 2. Diferentes métodos empregados para o estudo comportamental e acústico do boto-cinza, como as observações a partir de ponto fixo em terra e saídas embarcadas (Fotos: Marcos Rossi-Santos).
Figure 2. Different methods employed in behavioural and acoustic studies with Guiana dolphins, such as land-based station observations and boat-based expeditions (Photos: Marcos Rossi-Santos).

2007, Flach et al., 2008; Bazzalo et al., 2008; Cremer et al., 2009; Dias et al., 2009; Santos et al., 2010; Rossi-Santos et al., 2010), and efforts to understand their nocturnal behaviour (Atem and Monteiro-Filho, 2006). Moreover, as expected, behavioural studies received new efforts and different interactions were documented, with seabirds (Monteiro-Filho, 1992; Rossi-Santos 1997; Lodi and Hetzel, 2000; Piacentini, 2003; Cremer et al., 2004b; Rossi-Santos and Flores, 2009), bottlenose dolphins, Tursiops truncatus *(Monteiro-Filho et al., 1999; Wedekin et al., 2004, Flores and Fontoura, 2006), vessels (Carrera, 2004; Santos Jr. et al., 2006; Valle and Melo, 2006; Pereira et al., 2007; Filla and Monteiro-Filho, 2009b; Santos et al., 2013; Meirelles, 2005) and possible shark predation*

2006; Pereira *et al.*, 2007; Filla e Monteiro-Filho, 2009b; Santos *et al.*, 2013; Meirelles, 2005) e possível predação por tubarões (Santos e Gadig, 2009; Bornatowski *et al.*, 2012). Também foram estudados os comportamentos de brincadeiras no contexto de aprendizagem entre adultos e filhotes (Monteiro-Filho, 1991; Neto, 2000; Spinelli *et al.*, 2002, 2006; Monteiro-Filho *et al.*, 2008; Rautemberg e Monteiro-Filho, 2008). Azevedo *et al.*, (2009) chamaram a atenção para a dificuldade de padronização de termos dentro dos estudos comportamentais, relacionados com a flexibilidade que a espécie apresenta em diferentes localidades e com a forma de definir precisamente estados e eventos nos comportamentos observados em superfície.

Ao longo de duas décadas, os estudos comportamentais se estabeleceram ao longo da costa do Brasil e foram ampliados, assim como os grupos de pesquisadores (e.g. Reis, 2002; Carvalho e Rossi-Santos, 2008; Filla e Monteiro-Filho, 2009a; Gaudard, 2011; Tardin *et al.*, 2011), aliados ao crescente avanço tecnológico, possibilitando melhorias nos métodos de captação de imagens (e.g. Oliveira e Monteiro-Filho, 2008; Louzada *et al.*, 2013) e, posteriormente sons (e.g. Bittencourt *et al.*, 2016; Vieira, 2017). Recentemente, alguns estudos comportamentais estão aprofundando questões sociais importantes sobre a ecologia populacional da espécie, como distribuição local, padrões de residência e associações entre os indivíduos conhecidos por fotoidentificação (e.g. Santos e Rosso, 2008; Santos *et al.*, 2010; Cremer *et al.*, 2011; Cantor *et al.*, 2012a, 2012b; Meirelles, 2013), observações sobre o sistema de fusão-fissão do boto-cinza (Lunardi e Ferreira, 2014), e relações parentais (Izidoro e Le Pendu, 2012; Tardin *et al.*, 2013).

Os esforços ampliaram-se para outras localidades e alguns estados, como Espírito Santo (Cepile, 2008; Pinheiro, 2014; Bicalho, 2018), Alagoas (Colaço, 2008), Pará (Emin-Silva *et al.*, 2010) e Sergipe (Lima, 2010; Nunes *et al.*, 2014), entretanto, ainda existem muitos habitats em potencial para que novos estudos sejam desenvolvidos, com atenção para a região Norte, onde existe forte interação humana, com ameaças à conservação da espécie como mortalidade em redes de pesca e consumo humano de carcaças de botos (e.g. Brito, 2012). Iniciativas de encontros (*workshops*) de pesquisa, com publicação dos resultados, visando preencher lacunas de conhecimento para atualizar o status de conservação da espécie, também contribuíram para aumentar o conhecimento sobre o boto-cinza no Brasil (e.g. Siciliano *et al.*, 2006), principalmente na região nordeste (Jesus *et al.*, 2008; Rossi-Santos e Reis, 2008). Também vale mencionar o esforço de pesquisadores de diferentes instituições, há mais de uma década, para compor o primeiro livro sobre a biologia, ecologia e conservação da espécie (Monteiro-Filho e Monteiro, 2008).

BIOACÚSTICA

O interesse de pesquisa em bioacústica de *Sotalia* sp. originou-se nos anos 1980, inicialmente focado na ecolocalização (Wiersma, 1982; Alcuri e Busnel, 1989; Kamminga *et al.*, 1993) e, posteriormente, na capacidade auditiva (Sauerland e Dehnhardt, 1998). Wang *et al.*, (1995) e Wang *et al.*, (2001) foram os primeiros trabalhos publicados sobre os assobios do gênero, especificamente o tucuxi, *S. fluviatilis*, nos tributários do Rio Amazonas.

De uma maneira geral, os estudos sobre acústica de cetáceos na costa brasileira concentram esforços nas análises de assobios, havendo pouca informação sobre os demais sons emitidos e processos de comunicação. Com base em um esforço de cerca de 20 anos, o primeiro estudo acústico do boto-cinza foi desenvolvido no Estuário de Cananéia, tendo sido descritos quatro tipos sonoros: assobios, que foram caracterizados como sons com modulação variada e pouca variação de forma e frequência; gritos (incluindo os sons pulsados explosivos, *"burst pulses"*), com grande variação de forma e variação na frequência inicial do som fundamental; estalidos ou cliques, caracterizados por pulsos de frequência e taxas de repetição variadas; e gargarejos, com menores variações em forma e com o som fundamental em baixa frequência e longa duração (Monteiro-Filho e Monteiro, 2001) (figura 3).

(Santos and Gadig, 2009; Bornatowski et al., 2012). Play behaviour was studied in the adult and calf learning contexts (Monteiro-Filho, 1991; Neto, 2000; Spinelli et al., 2002, 2006; Monteiro-Filho et al., 2008; Rautemberg and Monteiro-Filho, 2008). Azevedo et al. (2009) drew attention to difficulties in standardizing terminology within behavioural studies, a reflex of the flexibility the species presents in different localities and difficulties to define states and events from surface behaviours.

Over the last two decades, behavioural studies were established and expanded along the Brazilian coast, likewise research groups (e.g. Reis, 2002; Carvalho and Rossi-Santos, 2008; Filla and Monteiro-Filho, 2009a; Gaudard , 2011; Tardin et al, 2011), combined with increasing technological advances, enabling improvements in image (e.g. Oliveira and Monteiro-Filho, 2008; Louzada et al, 2013) and, later, sound collection methods (e.g. Bittencourt et al, 2016; Vieira, 2017). Recently, some behavioural studies are deepening important social questions about the species' population ecology, such as local distribution, residence patterns and associations between photoidentified individuals (e.g. Santos and Rosso, 2008; Santos et al., 2010; Cremer et al., 2011; Cantor et al., 2012a, 2012b; Meirelles, 2013), observations on fusion-fission system (Lunardi and Ferreira, 2014), and parental relationships (Izidoro and Le Pendu , 2012; Tardin et al., 2013).

Efforts expanded to other locations and states, such as Espírito Santo (Cepile, 2008; Pinheiro, 2014; Bicalho, 2018), Alagoas (Colaço, 2008), Pará (Emin- Silva et al., 2010) and Sergipe (Lima, 2010; Nunes et al., 2014), however, there are still many potential habitats to study, with attention to the Northern region, where there is strong human interaction, with threats to the species' conservation, such as mortality in fishing nets and human consumption (e.g. Brito, 2012). Workshops, with published results, aiming to fill knowledge gaps and update the species' conservation status, also contribute to improve knowledge about the Guiana dolphin in Brazil (e.g. Siciliano et al., 2006), mainly in the northeast region (Jesus et al., 2008; Rossi-Santos and Reis, 2008). It is also worth mentioning the effort of researchers from different institutions, over the past decade, to publish the first book on the biology, ecology and conservation of the species (Monteiro-Filho and Monteiro, 2008).

BIOACOUSTICS

Research interest in bioacoustics of Sotalia *sp. originated in the 1980s, initially focused on echolocation (Wiersma, 1982; Alcuri and Busnel, 1989; Kamminga et al., 1993) and, later, on hearing ability (Sauerland and Dehnhardt, 1998). Wang et al. (1995) and Wang et al. (2001) published the first studies on the genus' whistles, specifically of the tucuxi,* S. fluviatilis, *in the tributaries of the Amazon River.*

In general, studies on cetacean acoustics on the Brazilian coast concentrate on whistle analysis, with little information on other sounds or communication processes. Based on a 20-year effort, the first Guiana dolphin acoustic study was developed in the Cananéia Estuary, and four sound types were described: whistles, which were characterized as sounds with varied modulation and little variation in shape and frequency; calls (including burst pulses), with variation in shape and in the initial frequency of the fundamental sound; clicks, characterized by varying frequency pulses and repetition rates; and gargles, with minor variations in shape and fundamental sound at low frequency and long duration (Monteiro-Filho and Monteiro, 2001) (figure 3).

Except for clicks, used in echolocation, all other sounds are used in social interactions (Monteiro-Filho and Monteiro, 2001). Since this study, rare efforts were devoted to calls and explosive pulsed sounds (Deconto and Monteiro-Filho, 2016, 2017; Andrade et al. 2017; Deconto-Pesaroglo et al., submitted) and only one study in the Caravelas estuary (Bahia) evaluated gargling (Penin- Garcia, 2009).

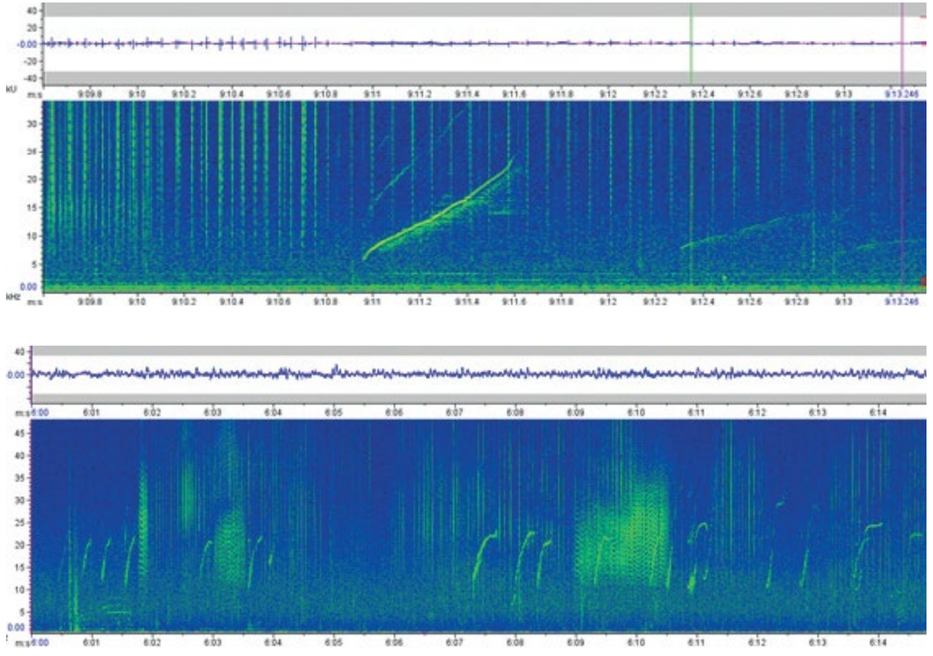


Figura 3. Espectrogramas mostrando os padrões de sons produzidos pelo boto-cinza (assobios, cliques de ecolocalização e pulsados explosivos).
Figure 3. Spectrograms showing sound patterns produced by Guiana dolphins *(whistles, echolocation clicks, and explosive pulses).*

Exceto os estalidos, utilizados para a ecolocalização, todos os outros são sons utilizados em interações sociais (Monteiro-Filho e Monteiro, 2001). A partir deste estudo, raros esforços dedicaram-se aos gritos e sons pulsados explosivos (Deconto e Monteiro-Filho, 2016; 2017; Andrade *et al.,* 2017; Deconto-Pesaroglo *et al.,* submetido) e somente um estudo no Estuário de Caravelas (BA) avaliou os gargarejos (Penin-Garcia, 2009).

No início dos anos 1990, havia um interesse comum entre os pesquisadores de associação da bioacústica com os padrões de comportamentos observados na superfície, aumentando as possibilidades de conhecimento da espécie (e.g. Azevedo e Simão, 2002; Erber e Simão, 2004). Com o passar dos anos, isto se tornou um objeto de estudo bastante complexo, principalmente pela dificuldade de precisão de comportamento em uma fina escala e, dessa forma, os estudos avançaram mais para a descrição dos padrões de sons e sua associação com estados comportamentais.

Entre o final dos anos 1990 e meados da década de 2000, foram iniciados estudos em diversas localidades da costa do Brasil. Apesar do esforço ser diferenciado entre as áreas de estudo, há informações da bioacústica da espécie na maior parte da distribuição brasileira. Alguns exemplos são: SC (Podos *et al.,* 2002; Paro, 2005; Kulevicz, 2005; Rossi-Santos e Podos, 2006); PR (Rossi-Santos e Podos, 2006; Deconto e Monteiro-Filho, 2013, 2017), SP (Monteiro-Filho e Monteiro, 2001; Pivari e Rosso, 2005, Rossi-Santos e Podos, 2006; Deconto e Monteiro-Filho, 2013, 2016, 2017), RJ (Azevedo e Simão, 2002; Azevedo e Van Sluys, 2005; Rossi-Santos e Podos, 2006; Figueiredo e Simão, 2009; Andrade *et al.,* 2015), ES (Reis, 2013), BA (Rossi-Santos e Podos, 2006; Lima e Le Pendu, 2014, Rossi-Santos, 2016; Pais *et al.,* 2018), SE (Rossi-Santos e Podos, 2006), RN (Rossi-Santos e Podos, 2006; Leão *et al.,* 2015), CE (Azevedo e Van Sluys, 2005; Rossi-Santos e Podos, 2006), e PA (Azevedo e Van Sluys, 2005). Nos estados de SE, AL, PE, PB, PI, MA e AP os estudos estão ainda em fase inicial ou não foram iniciados.

Os estudos desenvolvidos têm revelado informações sobre as características dos sinais sonoros emitidos pelo boto-cinza. Os assobios, que são as emissões mais estudadas, variam de < 1

In the early 1990s, there was a common interest among researchers in associating bioacoustics with behaviour patterns observed on the surface, improving our knowledge of the species (e.g. Azevedo and Simon, 2002; Erber and Simon, 2004). Over the years, this became a very complex object of study, mainly due to difficulties of describing behaviour on a fine scale and, thus, studies advanced further to the description of sound patterns and their association with behavioural states.

Between the late 1990s and the mid-2000s, studies initiated in various locations off the coast of Brazil. Although efforts were different amongst the study areas, there is information on the species' bioacoustics from most of the Brazilian distribution. Some examples are: Santa Catarina (Podos et al., 2002; Paro, 2005; Kulevicz, 2005; Rossi-Santos and Podos, 2006); Paraná (Rossi-Santos and Podos, 2006; Deconto and Monteiro-Filho, 2013, 2017), São Paulo (Monteiro-Filho and Monteiro, 2001; Pivari and Rosso, 2005, Rossi-Santos and Podos, 2006; Deconto and Monteiro-Filho, 2013, 2016, 2017), Rio de Janeiro (Azevedo and Simão, 2002; Azevedo and Van Sluys, 2005; Rossi-Santos and Podos, 2006; Figueiredo and Simão, 2009; Andrade et al., 2015), Espírito Santo (Reis, 2013), Bahia (Rossi-Santos and Podos, 2006; Lima and Le Pendu, 2014, Rossi-Santos, 2016; Pais et al., 2018), Sergipe (Rossi-Santos and Podos, 2006), Rio GRande do Norte (Rossi-Santos and Podos, 2006; Leão et al., 2015), Ceará (Azevedo and Van Sluys, 2005; Rossi-Santos and Podos, 2006), and Pará (Azevedo and Van Sluys, 2005). In the states of Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Piauí, Maranhão and Amapá, studies are still at an early stage or not initiated.

Whistles, which are the most studied emissions, range from <1 kHz to 66.7 kHz and have short duration, usually less than 0.5 second. This shows the species occupies a wide band and ultrasound frequencies are important for its communication (Andrade et al., 2015). Another feature of Guiana dolphin whistles is the predominance of ascending frequency whistles (whistles with Final Frequency greater than the Initial Frequency) and a varied repertoire of contour shapes

kHz a 66,7 kHz e têm curta duração, geralmente menor do que 0,5 segundo. Isso mostra que a espécie ocupa uma ampla banda e as frequências de ultrassom também são importantes para a sua comunicação (Andrade *et al.,* 2015). Outra característica dos assobios do boto-cinza é a predominância de assobios de frequência ascendente (Frequência Final maior do que a Frequência Inicial do assobio) e um repertório variado de formas de contorno (Azevedo e Van Sluys, Andrade *et al.,* 2015). A emissão de assobios com a mesma forma de contorno em sequências repetidas tem apontado para a possível ocorrência de assobios-assinatura (Figueiredo e Simão, 2009; Lima e Le Pendu, 2014). Os sons pulsados explosivos também são variados e alcançam frequências superiores aos 95 kHz, com maior amplitude próximo aos 30 kHz (Andrade *et al.,* 2017, Deconto e Monteiro-Filho, 2017). Os cliques de ecolocalização foram estudados em cativeiro por Wiersma (1982) e Kamminga (1988) e as características desses sinais ainda são pouco conhecidas.

Ainda em um período inicial dos estudos acústicos sobre a espécie em vida livre, dois grandes esforços avaliaram variações dos assobios associados a variações latitudinais ao longo da costa brasileira (Azevedo e Van Sluys, 2005; Rossi-Santos e Podos, 2006). No estudo de Azevedo e Van Sluys (2005), a magnitude das variações dos assobios foi comparativamente menor entre áreas adjacentes do que entre áreas distantes. No entanto, para algumas comparações, os assobios foram mais semelhantes entre as áreas distantes do que entre as adjacentes, indicando que outros fatores além da genética e mistura de indivíduos afetaram as características dos assobios, já que variações nas emissões sonoras de odontocetos também refletem sua relação social, heterogeneidade ambiental e estado comportamental (Azevedo e Van Sluys, 2005).

Em estudo posterior, comparando os assobios emitidos em regiões estuarinas nos estados de São Paulo e Paraná (Deconto e Monteiro-Filho, 2013) com os dados obtidos em um estuário na Costa Rica (May-Collado e Wartzok, 2009), foram detectadas mais semelhanças entre estes distantes estuários do que com os estudos de variações latitudinais acima citados. Isto levou Deconto e Monteiro-Filho (2013) a proporem que as variações latitudinais estavam associadas à plasticidade do comportamento acústico do boto-cinza com a capacidade de adaptações ao meio, apoiando uma das hipóteses que já haviam sido propostas por Rossi-Santos e Podos (2006).

Mais recentemente, Leão *et al.* (2015) testaram se a plasticidade poderia ocorrer na mesma latitude em uma análise comparativa entre os sons emitidos pelos botos-cinza em uma laguna estuarina e no mar adjacente no município de Pipa (RN), onde animais fotoidentificados ocupavam os dois sistemas. Os resultados deste estudo mostraram que na mesma latitude os sons produzidos no estuário e no mar apresentavam parâmetros diferentes, confirmando que estas variações refletem a plasticidade acústica adaptada às condições do meio. Em Cananéia, esta plasticidade também foi detectada entre as emissões sonoras que ocorrem durante o dia e a noite, onde na ausência de luz os botos emitiram mais os sons de comunicação social, possivelmente aumentando a eficiência das estratégias de pesca (Deconto e Monteiro-Filho, 2016).

Uma perspectiva com viés da física da propagação sonora dos botos foi abordada por Deconto-Pesaroglo *et al.* (submetido) , que avaliaram a capacidade de propagação de sons em dois diferentes sistemas estuarinos (um na região Nordeste e outro na Sudeste), sendo testadas a propagação de sons com características conhecidas a diferentes distâncias, diferentes salinidades, tipo de sedimento e diferentes temperaturas. Entre os parâmetros testados, a distância entre a fonte emissora e receptora e a variação de salinidade foram alguns dos parâmetros que afetaram a propagação de todos os tipos sonoros utilizados. Estes resultados chamam a atenção para as dificuldades em associar os sons emitidos a algum comportamento em particular, pois nos estudos na natureza não temos como saber quem está emitindo as informações e não é possível saber de onde vieram os sons registrados, mesmo que tenhamos botos ativos próximos da fonte receptora.

Nestas décadas de estudos, os temas evoluíram, variando de descrições de repertório e associação com comportamento de superfície, acústica aplicada (alarmes) (Monteiro-Neto *et al.,* 2004), comparações entre populações (Azevedo e Van

(Azevedo and Van Sluys, Andrade et al., 2015). Whistling with the same contour shape in repeated sequences has pointed to the possible occurrence of signature whistles (Figueiredo and Simão, 2009; Lima and Le Pendu, 2014). Explosive pulsed sounds are also varied and reach frequencies higher than 95 kHz, with greatest amplitude close to 30 kHz (Andrade et al., 2017, Deconto and Monteiro-Filho, 2017). Wiersma (1982) and Kamminga (1988) studied echolocation clicks in captivity but their characteristics are still poorly known.

Early studies with free-living animals assessed whistle variations associated with latitudinal variations along the Brazilian coast (Azevedo and Van Sluys, 2005; Rossi-Santos and Podos, 2006). The first study found the magnitude of the variations were comparatively less between adjacent areas than between distant areas. However, for some comparisons, whistles were more similar between distant areas than adjacent ones, indicating that factors other than genetics and mixing of individuals affected whistling characteristics, since variations in odontocete vocalizations also reflect social relationships, environmental heterogeneity and behavioural state (Azevedo and Van Sluys, 2005).

In a later study, comparing whistles emitted in estuarine regions in the states of São Paulo and Paraná (Deconto and Monteiro-Filho, 2013) with data obtained from an estuary in Costa Rica (May-Collado and Wartzok, 2009), detected more similarities between these distant estuaries than in the latitudinal variation studies cited above. This led Deconto and Monteiro-Filho (2013) to propose that latitudinal variations were associated with the Guiana dolphin acoustic behaviour plasticity, and their ability to adapt to the environment, supporting one of the hypotheses already proposed by Rossi-Santos and Podos (2006).

More recently, Leão et al. (2015) tested whether plasticity could occur at the same latitude in a comparative analysis between the sounds emitted by Guiana dolphins in an estuarine lagoon and in the adjacent sea in Pipa (Rio Grande do Norte), both occupied by photoidentified animals. The results showed that, on the same latitude, the sounds produced in the estuary and the sea presented different parameters, confirming that these variations reflect their acoustic plasticity, adapted to the environmental conditions. In Cananéia, this plasticity was also detected between the sounds emitted during the day and night, where in the absence of light the dolphins emitted more social communication sounds, possibly increasing the efficiency of their foraging strategies (Deconto and Monteiro-Filho, 2016).

A perspective biased by dolphin sound propagation physics was approached by Deconto-Pesaroglo et al. (submitted), who evaluated sound propagation capacity of two different estuarine systems (one in the Northeast and another in the Southeast), testing the propagation of sounds with known characteristics at different distances, salinity, sediment type and temperatures. Among the parameters tested, distance between emitting and receiving source and salinity variation were some that affected the propagation of all sound types used. These results draw attention to difficulties in associating sounds emitted with some particular behaviour, because in the field there is no way of knowing which individual is emitting the information or where the recorded sounds came from, even when there are active dolphins near the receiving source.

In the past decades themes evolved, ranging from repertoire descriptions and association with surface behaviour, to applied acoustics (calls) (Monteiro-Neto et al., 2004), population comparisons (Azevedo and Van Sluys, 2005; Rossi-Santos and Podos, 2006; Leão et al., 2015; Moron et al., 2018) and initial descriptions of environmental and anthropogenic noise in the acoustic ecology context (Bittencourt et al., 2016; Rossi-Santos and Oliveira, 2016; Martins et al., 2018; Pais et al., 2018). Rossi-Santos and Oliveira (2016) integrated the acoustic landscape approach with ecological niche models for five cetacean species representative on the Brazilian continental shelf, including the Guiana dolphin. Models using environmental parameters important for acoustic propagation, such as salinity, temperature, pH, chlorophyll concentration and dissolved particle density, showed that coastal distribution could influence the diversity of local

Sluys, 2005; Rossi-Santos e Podos, 2006; Leão *et al.*, 2015; Moron *et al.*, 2018), a descrições iniciais de ruídos ambientais e antropogênicos, em contexto de ecologia acústica (Bittencourt *et al.*, 2016; Rossi-Santos e Oliveira, 2016; Martins *et al.*, 2018; Pais *et al.*, 2018). Rossi-Santos e Oliveira (2016) integraram a abordagem da paisagem acústica a modelos de nicho ecológico para cinco espécies de cetáceos representativas na plataforma continental brasileira, incluindo o boto-cinza. Através da modelagem utilizando parâmetros ambientais importantes para a propagação acústica, como, por exemplo, salinidade, temperatura, pH, concentração de clorofila e densidade de partículas dissolvidas, o estudo mostrou que a distribuição costeira pode influenciar na diversidade de paisagens acústicas locais que, por sua vez, estão relacionadas com a variação de assobios, já estudada, ao longo da distribuição da espécie na costa do Brasil.

Figura 4. O boto-cinza também pode ser avistado em regiões costeiras, fora de baías e estuários, como este grupo na região sul do estado da Bahia (Foto: Marcos Rossi-Santos).
Figure 4. Guiana dolphins may be sighted in coastal areas, outside bays and estuaries, such as this group in the south of Bahia state (Photo: Marcos Rossi-Santos).

acoustic landscapes, which in turn, relate to the already studied whistle variation along the species distribution off the Brazilian coast.

Figura 5. O boto-cinza adentra até 12 km no estuário do Rio Caravelas, sendo com frequência avistado pela comunidade local (Foto: Marcos Rossi-Santos).
Figure 5. Guiana dolphins swim up to 12 km into the Caravelas river, being frequently sighted by local residents (Photo: Marcos Rossi-Santos).

O boto-cinza e os ruídos antropogênicos
The Guiana dolphin and anthropogenic noise

A interação entre cetáceos e ruídos de origem humana constitui um dos maiores temas de interesse mundial que permeia a bioacústica e o comportamento animal (figura 4). Estudos demonstram evidências de potenciais impactos sobre golfinhos e baleias (e.g. Richardson *et al.*, 1995; Foote *et al.*, 2004; Nowacek *et al.*, 2007; Erbe, 2012; Erbe *et al.*, 2018). Os estudos com ruídos apresentam um planejamento mais complexo, além de necessitarem de equipamentos mais especializados e complexos, com a devida calibração realizada nos hidrofones para a medição da intensidade sonora.

Ainda existem poucos estudos sobre ruídos e comportamento acústico de *S. guianensis* ao longo da costa brasileira. Rezende (2000) apresentou uma descrição de potenciais impactos do tráfego de embarcações em Cananéia (SP) sobre o comportamento e bioacústica da espécie, evidenciando a sobreposição de sons de motores sobre os sons dos golfinhos, levando em algumas ocasiões ao mascaramento. Na praia da Pipa (RN), onde há décadas ocorrem atividades de turismo de observação do boto-cinza, foi realizado um estudo, a partir de embarcação, descrevendo os ruídos de embarcações e comparando o nicho acústico com os assobios, evidenciando possível mascaramento dos sons dos botos (Martins, 2010; Martins *et al.*, 2018). Outro estudo no mesmo local, com gravações realizadas entrando na água do mar pela praia, sem utilizar embarcação, como forma de controle da qualidade dos dados, também indicou sobreposição de sons quando barcos e botos estavam presentes no mesmo local (Albuquerque e Souto, 2013).

A alteração do comportamento acústico do boto-cinza frente a ruídos de embarcações foi demonstrada por Reis (2013), quando nos momentos com ruídos os assobios aumentavam em frequência, caracterizando a esquiva acústica para evitar o mascaramento do sinal. Além disso, Bittencourt *et al.* (2016) realizaram um estudo sobre a influência de sons antropogênicos sobre o comportamento acústico do boto-cinza na Baía de

The interaction between cetaceans and human noise is one of the major themes of worldwide interest that permeates bioacoustics and animal behaviour (figure 4). Studies show evidence of potential impacts on dolphins and whales (e.g. Richardson et al., 1995; Foote et al., 2004; Nowacek et al., 2007; Erbe, 2012; Erbe et al., 2018). Such studies are more complex to plan, in addition to requiring more specialized equipment, such as calibrated hydrophones for measuring sound intensity.

There are still few studies on noise and acoustic behaviour of S. guianensis *along the Brazilian coast. Rezende (2000) presented a description of potential impacts of vessel traffic in Cananéia (São Paulo) on the species' behaviour and bioacoustics, showing overlapping of engine sounds with dolphin sounds, sometimes leading to masking. In Pipa (Rio Grande do Norte), where dolphin watching activities have occurred for decades, a vessel-based study described vessel noise compared to the whistle acoustic niche, indicating the possible masking of dolphin sounds (Martins, 2010; Martins et al., 2018). Another study in the same location, with underwater recordings made from the beach, without a vessel, to assure data quality control, also indicated sound overlapping when boats and dolphins were present in the same location (Albuquerque and Souto, 2013).*

Reis (2013) demonstrated alterations on the acoustic behaviour of Guiana dolphins in the presence of vessels, when whistles increased in frequency during noise periods, characterizing the acoustic avoidance of signal masking. In addition, Bittencourt et al. (2016) conducted a study on the influence of anthropogenic sounds on the acoustic behaviour of Guiana dolphins in Guanabara Bay (RJ), showing that engine sounds can produce changes in the species' acoustic parameters, such as duration.

Figura 6. O boto-cinza cada vez mais compartilha seu ambiente com atividades antropogênicas (Fotos: Marcos Rossi-Santos).
Figure 6. The Guiana dolphin increasingly shares its habitat with anthropogenic activities (Photos: Marcos Rossi-Santos).

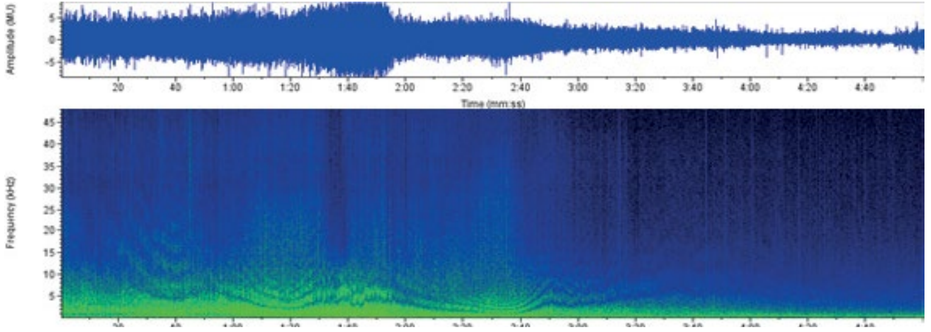


Figura7. Espectrogramas mostrando o padrão sonoro produzido por embarcação do tipo *ferryboat* na Baía de Todos os Santos - BA.
Figure 7. Spectrograms showing the sound patterns produced by a ferryboat vessel in Todos os Santos Bay - BA.

Guanabara (RJ), encontrando resultados que evidenciaram que sons de motores podem gerar a alteração de parâmetros acústicos da espécie, como a duração.

Pais *et al.* (2018) apresentaram uma análise envolvendo três localidades da costa brasileira, Cananéia (SP), Caravelas (BA) e Praia de Pipa (RN). Nas três regiões, foi observado e descrito um intenso tráfego de embarcações que possuem características acústicas semelhantes aos sons produzidos pelos golfinhos em suas atividades vitais. Sob a abordagem da propagação sonora, a confecção de um mapa acústico de um setor do estuário de Cananéia apresentou resultados surpreendentes sobre a grande intensidade dos sons naturais e suas relações com os ruídos antropogênicos (Deconto, 2018). Assim, de uma forma geral, vem sendo demonstrado que o boto-cinza enfrenta ameaças ao longo de sua distribuição, como o tráfego de diferentes embarcações, e que os ruídos podem causar alterações no seu comportamento e bioacústica (Figuras 6 e 7).

Pais et al. (2018) presented an analysis involving three localities of the Brazilian coast, Cananéia (São Paulo), Caravelas (Bahia) and Praia de Pipa (Rio Grande do Norte). In all three, the authors observed and described intense vessel traffic with acoustic characteristics similar to the sounds produced by dolphins during their vital activities. Under the sound propagation approach, an acoustic map of a sector of the Cananéia estuary presented surprising results about the great intensity of natural sounds and their relationship with anthropogenic noise (Deconto, 2018). Thus, in general, Guiana dolphins face threats along their distribution, such as vessel traffic, and noise can cause changes in their behaviour and bioacoustics (figures 6 and 7).

Conclusões
Conclusions

Em décadas de estudos sobre comportamento e bioacústica, houveram bons avanços no conhecimento da espécie, como a descrição de estados e eventos comportamentais, descrições de grupos, padrões de distribuição local e uso de habitat, descrição geral dos padrões sonoros, com ênfase no estudo dos assobios, e respostas comportamentais e acústicas à presença de embarcações. Dessa forma, os esforços de investigação foram multiplicados em muitos estados ao longo da costa, com a replicação de estudos em anos diferentes. Nota-se um grande avanço desde o início da utilização de técnicas de monitoramento, como a observação comportamental, foto e vídeo-identificação, e bioacústica.

Frente às dificuldades econômicas para a viabilização de estudos com o boto-cinza na natureza e também a escassez de equipamentos adequados no mercado nacional, considera-se que os avanços foram significativos, com o número de publicações aumentando e o *status* de conservação da espécie revisado pela União Internacional para a Conservação da Natureza da categoria Dados Deficientes (*Data Deficient - DD*), na qual a espécie permaneceu por décadas, para Quase Ameaçada (*Near Threatened - NT*), (Secchi *et al.*, 2018), o que ressalta a necessidade de mais estudos visando acessar os níveis das ameaças de conservação para a espécie.

In decades of behavioural and bioacoustic studies, we improved our knowledge about the species, such as the description of behavioural states and events, group descriptions, local distribution patterns and habitat use, general description of sound patterns, with an emphasis on whistles, and behavioural and acoustic responses to vessel presence. Research efforts multiplied on many states along the coast, with the replication of studies in different years. The use of monitoring techniques, such as behavioural observation, photo and video identification, and bioacoustics, greatly contributed to these advances.

Considering the economic difficulties in implementing field studies with Guiana dolphins, and also the lack of appropriate equipment in the domestic market, the progress was significant, with an increasing number of publications and the species conservation status reviewed by the International Union for Conservation of Nature from Data Deficient (DD), where the species remained for decades, to Near-Threatened (NT) (Secchi et al., 2018), which highlights the need for further studies to assess the levels of threats to the species' conservation.

Recomendações
Recommendations

• Os estudos comportamentais se desenvolveram em muitos estados, entretanto até o presente momento não foi possível cobrir a totalidade da costa onde a espécie ocorre. Estudos de movimentos e dinâmicas populacionais ainda permanecem escassos. Dessa forma, recomenda-se desenvolver esforços em ambientes que ainda não foram estudados ao longo de sua distribuição, principalmente no estado do Espírito Santo, todos os estados do nordeste (apesar da tradição de pesquisa em alguns locais) e em áreas como Piauí, Maranhão, Pará e Amapá.

• Destaca-se que estudos observacionais têm ganhado muita informação com o uso de tecnologias como drones e câmeras para obtenção de imagens e bioacústica. Em todo o mundo a pesquisa com cetáceos vem demonstrando os benefícios de monitoramentos que utilizam estes elementos. Neste sentido, estudos sobre densidade e abundância utilizando os sons, ecologia acústica (interação entre os sons naturais e antropogênicos), são recomendados.

• A associação direta dos tipos de sons emitidos e padrões comportamentais ainda é escassa, valendo centrar esforços em eventos ao invés de estados, priorizando locais onde o comportamento seja mais facilmente reconhecível ao nível individual (como, por exemplo, a Praia da Pipa, o Rio Cachoeira/Ilhéus e o estuário de Cananéia).

• Estudos sobre audiometria e anatomia auditiva são importantes para auxiliar na compreensão dos sons escutados pela espécie e quais níveis podem ser prejudiciais à sua capacidade auditiva.

• A multiplicação de coleções sonoras pode auxiliar em estudos colaborativos além de servir de ferramenta para sensibilização do público em geral sobre a importância do som para a conservação marinha.

• Behavioural studies were conducted in many states, but so far have not covered the entire coast where the species occurs. Studies on population movements and dynamics remain scarce. Thus, it is recommended to employ efforts in unstudied areas along its distribution, especially in the state of Espírito Santo, all northeastern states (despite the research tradition in some places) and in areas such as Piauí, Maranhão, Para and Amapá.

• It is noteworthy that observational studies have gained a lot of information with the use of technologies such as drones and cameras for imaging and bioacoustics. Worldwide research with cetaceans has been demonstrating the benefits of monitoring using these elements. In this sense, studies on density and abundance using sounds, acoustic ecology (interaction between natural and anthropogenic sounds), are recommended.

• The direct association of sounds with behavioural patterns is still scarce, thus focusing efforts on events rather than states is important, prioritizing places where behaviour is more easily recognizable at the individual level (such as Praia da Pipa, Cachoeira/Ilhéus River and the Cananéia Estuary).

• Studies on audiometry and auditory anatomy are important to understand what sounds are detected by the species and which levels may be harmful to their hearing ability.

• The multiplication of sound collections can assist in collaborative studies and public awareness raising about the importance of sound for marine conservation.

(Foto: Júlio Cardoso/ Projeto Baleia à Vista)

Ecologia Populacional
Population Ecology

Alexandre de Freitas Azevedo e Camila Domit.

(Foto: Heidegger Nascimento/Acervo Aquasis)

O boto-cinza tem ampla distribuição na costa brasileira, sendo o cetáceo mais comum na maior parte da nossa zona costeira. As informações quanto à distribuição da espécie são obtidas de registros de animais mortos nas praias ou por meio de observação dos indivíduos no ambiente, principalmente em regiões estuarinas e baías. As revisões têm apontado para a distribuição contínua entre o norte do país e o estado de Santa Catarina, na região sul. No entanto, a intensificação de esforços por diversos grupos de pesquisa e o crescimento de pesquisas direcionadas à ecologia populacional do boto-cinza evidenciam a diversidade geográfica em parâmetros comportamentais, de uso de *habitat*, de agregação e estrutura social e mesmo quanto à variabilidade genética, enfatizando inclusive lacunas de conhecimento. Nesse capítulo, são compilados informações e estudos sobre a ecologia populacional e as principais características descritas para o boto-cinza.

The Guiana dolphin is widely distributed along the Brazilian coast and is the commonest cetacean in most of our coastal zone. Information on the species' distribution is obtained from stranded animals or through observing individuals in the environment, especially in estuarine areas and bays. Studies indicate the species has a continuous distribution between the north of Brazil and the state of Santa Catarina, in the south. However, the intensification of efforts by several research groups and the rise in number of studies on Guiana dolphin population ecology show geographical diversity in behavioural parameters, habitat use, aggregation and social structure, and even in relation to genetic variability, emphasizing knowledge gaps. This chapter reviews information and studies on the population ecology and main characteristics described for the Guiana dolphin.

Distribuição, uso de habitat e área de vida
Distribution, habitat use and life area

A distribuição de uma espécie está relacionada a fatores como amplitude de nicho, competição, disponibilidade de recursos e qualidade do habitat (Pulliam, 2000). Estes fatores variam no tempo e no espaço e influenciam o padrão de distribuição heterogênea observado em diferentes espécies (Begon *et al.*, 1996). Cetáceos costeiros, como o boto-cinza, habitam ecossistemas dinâmicos e fluidos e a variabilidade temporal e espacial gera diferentes condições que levam a especializações das espécies em nível populacional e individual, refletindo em diferenças na distribuição, uso do *habitat* e comportamentos, incluindo o padrão de permanência ou deslocamento entre áreas (Hoelzel,1998).

O boto-cinza tem ampla distribuição na costa atlântica das Américas do Sul e Central, com registros entre a região central de Honduras, especificamente em *La Mosquitia* (14°00'N; 83°20'W) (Edwards e Schnell, 2001), até a Baía Norte em Florianópolis (SC),

A species' distribution is related to factors such as niche amplitude, competition, resource availability and habitat quality (Pulliam, 2000). These factors vary in time and space and influence the heterogeneous distribution pattern observed in several species (Begon et al., 1996). Coastal cetaceans, such as Guiana dolphins, inhabit dynamic and fluid ecosystems, and temporal and spatial variability generate different conditions that lead to species specialization at the individual and population levels, reflecting differences in distribution, habitat use and behaviour, including residence patterns or movements within and between areas (Hoelzel, 1998).

The Guiana dolphin is widely distributed on the Atlantic coast of South and Central America, with records between central Honduras, specifically La Mosquitia *(14°00'N; 83° 20'W) (Edwards and Schnell, 2001), and* Baía Norte *in* Florianópolis (Santa Catarina), *in southern Brazil (27°35'S;*

no sul do Brasil (27°35'S; 48°34'W) (Simões-Lopes, 1988). Ainda, há registros no Lago de Maracaibo e Rio Orinoco, na Venezuela (Boher *et al.,* 1995; Caballero *et al.,* 2018), adentrando até 300km acima da desembocadura do rio, próximo a *Ciudad Bolívar*. No estado do Pará, no norte do Brasil, a espécie ocupa ambientes de água doce (Cunha *et al.,* 2010) e, em toda a foz do Rio Amazonas, possivelmente tem simpatria com *Sotalia fluviatilis* (Da Silva *et al.,* 2010).

A área de ocorrência da espécie na costa brasileira é predominantemente contínua, desde o Oiapoque (4°12'N; 51°34'W), no norte do estado do Amapá, até a Baía Norte (27°35'S; 48°34'W), em Florianópolis, Santa Catarina (Da Silva *et al.,* 2010). Entretanto, a distribuição parece ocorrer em agrupamentos populacionais, os quais utilizam baías, estuários e zonas costeiras, principalmente em áreas rasas e próximas à costa (Da Silva *et al.,* 2010). Ainda, é importante destacar que avistagens foram registradas a 36 km da costa, sobre o Banco dos Abrolhos, no estado da Bahia (Rossi-Santos *et al.,* 2006). O padrão de distribuição agregado é reforçado pelas populações residentes, as quais fazem uso contínuo de áreas específicas, assim como os tamanhos limitados de área de vida ou domiciliar registrados. Apesar de resultados de área de vida apresentarem variação individual entre 0,8 e 244 km² (Oshima e Santos 2016), a maioria dos estudos registra áreas de vida menores do que 25 km² (Flores e Bazzalo, 2004; Carvalho, 2013). Quanto a residência, foram registrados diferentes níveis de permanência na área entre indivíduos e entre populações regionais distintas (Azevedo *et al.,* 2004; Hardt *et al.,* 2010; Espécie *et al.,* 2010; Batista *et al.,* 2014; Moura, 2017; Molina, 2017), assim como a proporção de animais residentes e transientes entre as populações regionais (Santos *et al.,* 2010; Moura, 2017).

Variações geográficas na forma de uso do *habitat* por *S. guianensis* no Brasil são descritas pelos mais de 30 estudos realizados que abordam os temas distribuição, uso de área e *habitat* e padrão de residência ou fidelidade à área (tabela 1). As variações regionais observadas para o boto-cinza evidenciam respostas populacionais à diversidade dos *habitats,* assim como a capacidade de resposta às características e estressores antropogênicos presentes nas regiões (Da Silva *et al.,* 2010, Moura, 2017; Molina, 2017). Variações espaciais e sazonais no uso do *habitat*, assim como no tamanho das áreas de uso e no padrão de residência e fidelidade às áreas evidenciadas em diversas regiões da costa brasileira foram sugeridas como respostas aos fatores ambientais geomorfológicos (e.g. sedimentos e declividade de fundo, profundidade), físico-químicos (e.g. temperatura da superfície da água, turbidez, salinidade), fenômenos oceanográficos (e.g. maré) e biológicos (e.g. produtividade e abundância de espécies), principalmente por influenciarem na disponibilidade de alimento e no sucesso de captura de presas (Flores e Bazzalo, 2004; Daura-Jorge *et al.,* 2005; Azevedo *et al.,* 2007; Araújo *et al.,* 2007; Wedekin *et al.,* 2010; Godoy *et al.,* 2015).

A relação entre variáveis-resposta e distribuição-uso de área e *habitat* foram sugeridas por estudos anteriores como similares entre áreas abertas de baías e zona costeira [e.g. Praia de Pipa (RN), Baía de Sepetiba (RJ) ou Baía Norte (SC)], e entre áreas protegidas, como baías com configuração mais fechada e estuários [Rio Caravelas (BA), Paraguaçu (BA), Baía de Guaratuba (RJ), Cananéia (SP), Paranaguá (PR) e Baía da Babitonga (SC)]. No entanto, novas abordagens analíticas, que incluem avaliações de modelos ecológicos de distribuição e de predição de fauna, evidenciam que as relações anteriormente estabelecidas podem ser resultado de ineficiência metodológica, principalmente pela ausência de abordagens que integrem múltiplas variáveis e controlem a colinearidade de seus efeitos potenciais (Oshima e Santos, 2016; Molina, 2017).

Muitos estudos estão em forma de resumos de congresso, monografias de graduação e dissertações e teses de pós-graduação. Apesar de diversas publicações demonstrarem variações comportamentais e de uso do espaço para o boto-cinza, e mesmo as relações destas com fatores de uso do habitat, estas informações estão concentradas para populações descritas como residentes e em sua maioria localizadas no sudeste-sul do Brasil (tabela 1). Possivelmente pela facilidade logística e financeira de acesso aos animais nestas regiões, em geral estuários e baías, há maior esforço de pesquisa e estudos de longo prazo, tais como os realizados em SC, PR, sul de São Paulo e RJ. No NE do Brasil destacam-se os estudos realizados no litoral

48°34'W) (Simões-Lopes, 1988). There are also records on Lake Maracaibo and Orinoco River in Venezuela (Boher et al, 1995; Caballero et al, 2018), entering up to 300 km from the river mouth, near Ciudad Bolivar. *In the state of Pará, northern Brazil, the species occupies freshwater environments (Cunha et al., 2010), and across the mouth of the Amazon River possibly cohabits with* Sotalia fluviatilis *(Da Silva et al., 2010).*

The species occurrence along the Brazilian coast is predominantly continuous, from Oiapoque (4°12'N; 51° 34'W), in the northern state of Amapá, to Baía Norte (27°35'S; 48°34'W), in Florianópolis, in the state of Santa Catarina (Da Silva et al., 2010). However, it seems to occur in population aggregations, which use bays, estuaries and coastal zones, especially in shallow and near-shore areas (Da Silva et al., 2010). In addition, it is important to note there are records 36 km from the coast over the Abrolhos Bank, in the state of Bahia (Rossi-Santos et al., 2006). This aggregate distribution pattern is reinforced by resident populations, who make continuous use of specific areas, and by the limited size of home ranges recorded. Although home ranges vary from 0.8 to 244 km² (Oshima and Santos, 2016), most studies report areas smaller than 25 km² (Flores and Bazzalo, 2004; Carvalho, 2013). Regarding residence, different levels of permanence were recorded amongst individuals and between distinct regional populations (Azevedo et al., 2004; Hardt et al., 2010; Espécie et al., 2010; Batista et al., 2014; Moura, 2017; Molina, 2017), as well as the proportion of resident and transient animals among regional populations (Santos et al., 2010; Moura, 2017).

Geographic variations in habitat use by S. guianensis *in Brazil are described by more than 30 studies addressing distribution, area and habitat use, and residence or site fidelity patterns (table 1). The regional variations observed for the Guiana dolphin show population responses to habitat diversity, as well as the ability to respond to anthropogenic characteristics and stressors present in the regions (Da Silva et al., 2010; Moura, 2017; Molina, 2017). Spatial and seasonal variations in habitat use, as well as in home range, and in the residence and site fidelity patterns evidenced in various regions of the Brazilian coast were suggested as responses to geomorphological (e.g. sediment, bottom slope and depth) and physicochemical (e.g. water surface temperature, turbidity and salinity) environmental factors, and oceanographic (e.g. tidal) and biological (e.g. productivity and species abundance) phenomena, mainly because they influence food availability and prey capture success (Flores and Bazzalo, 2004; Daura-Jorge et al , 2005; Azevedo et al., 2007; Araújo et al., 2007; Wedekin et al., 2010; Godoy et al., 2015).*

The relationship between response variables and area/habitat distribution/use were suggested by previous studies as similar between open areas of bays and coastal zones [e.g. Pipa (RN), Sepetiba Bay (RJ) or Norte Bay (SC)], and between sheltered areas, such as enclosed bays and estuaries [Caravelas River (BA), Paraguaçu (BA), Guaratuba Bay (RJ), Cananéia (SP), Paranaguá (PR) and Babitonga Bay (SC)]. However, new analytical approaches, which include evaluations of ecological distribution and fauna prediction models, show previously established relationships may have resulted from methodological inefficiency, mainly due to the absence of approaches that integrate multiple variables and control the collinearity of their potential effects (Oshima and Santos, 2016; Molina, 2017).

Many studies are in the form of conference abstracts, undergraduate monographs and dissertations and postgraduate theses. Although several publications have shown behavioural and space use variations for the Guiana dolphin, and even their relationships with habitat use factors, this information is concentrated for resident populations and mostly located in south and southeastern Brazil (table 1). In places like Santa Catarina, Paraná, southern São Paulo and Rio de Janeiro, there is greater research effort and more long-term studies, possibly due to the logistical and financial ease to access the animals, generraly found in estuaries and bays in these regions. In northeastern Brazil, studies on the southern coast of Bahia and Rio Grande do Norte and in Fortaleza stand out (table 1).

sul da Bahia, na costa sul do estado do Rio Grande do Norte e em Fortaleza (tabela 1).

Entre os estudos compilados (N>30; tabela 1) que abordam distribuição e uso de área e de *habitat* pelo boto-cinza na costa brasileira, diversas metodologias são empregadas e em geral incluem a cobertura da maior área possível de ocorrência da espécie em um determinado ecossistema local, utilizando para isso varreduras embarcadas, e delineamentos amostrais que incluem transecções lineares ou rotas guias em busca de avistagens da espécie, assim como incluindo amostragens pontuais de dados ambientais. Abordagens com base em malha amostral com *grids* amostrados aleatoriamente para avaliação de ocorrência de indivíduos e obtenção de dados abióticos também já foram empregados (Sasaki, 2010). Atualmente, o uso de transmissores satelitais são a ferramenta mais robusta para a tomada de dados com acurácia referente ao *habitat* utilizado pelos animais, entretanto esta técnica ainda não foi utilizada em estudos com o boto-cinza pela especificidade da espécie quanto às técnicas de contenção ou manejo. O uso de *drones* tem trazido boas imagens e revelado novas informações sobre a forma de uso do ambiente pela espécie, mas nenhum estudo foi publicado até o momento.

Quanto às abordagens analíticas, a análise de distribuição realizada pela maioria dos estudos utilizou o método de densidade de Kernel 50% (área principal ou *core area*) e 95% (área de uso). No entanto, para as análises de uso de *habitat*, que incluem estabelecer as relações entre ocorrência dos animais e variáveis-resposta, diversos métodos analíticos foram empregados e vêm sendo historicamente aprimorados (Azevedo *et al.*, 2004; Domit, 2010; Godoy *et al.*, 2015; Moura 2017). Além dos métodos de amostragem de cetáceos e questões analíticas, a tecnologia para amostragem de parâmetros climáticos e oceanográficos também vem evoluindo, desde o acoplamento em transmissores satelitais (ex. SPLASH tags; D-tags) até mesmo o uso de equipamentos oceanográficos como CTA, ADCP, etc. Estes aprimoramentos trazem novos desafios e potencialidades para o entendimento da relação espacial e ecológica de uso dos ambientes pelos cetáceos.

Among the studies (N>30; table 1) that address the distribution and area and habitat use by the Guiana dolphin along the Brazilian coast, several methodologies are employed. In general, these include covering the largest possible occurrence area in a given local ecosystem, using scans and sample designs that include linear transections or guiding routes in search for the species, as well as point sampling of environmental data. Grid-based sampling approaches with randomly sampled grids to assess individual occurrence and obtain abiotic data have also been employed (Sasaki, 2010). Currently, the use of satellite transmitters is the most robust tool for accurate data collection regarding habitat use, however, this technique has not been used in studies with Guiana dolphins due to species specificity regarding containment or management techniques. The use of drones has brought good images and revealed new information about the use of the environment by the species, but no studies have been published so far.

Regarding analytical approaches, distribution analysis performed by most studies used the Kernel density method 50% (main area or core area) and 95% (use area). However, for habitat use analysis, which include establishing relationships between animal occurrence and response variables, various analytical methods have been employed and historically improved (Azevedo et al., 2004; Domit, 2010; Godoy et al., 2015; Moura, 2017). In addition to cetacean sampling methods and analytical issues, technology for sampling climate and oceanographic parameters has also evolved, from satellite transmitter coupling (e.g. SPLASH tags; D-tags) to the use of oceanographic equipment such as CTA, ADCP, etc. These improvements bring new challenges and potentials for the understanding of the spatial and ecological relationship of environment use by cetaceans.

Tabela 1. Trabalhos abordando temas de uso de *habitat*, uso de área, área de vida, distribuição, padrão de residência e fidelidade para o boto-cinza na costa brasileira. Literaturas de fácil acesso via *internet* foram incluídas na tabela, mas foram priorizados artigos científicos publicados.
Table 1. Studies addressing habitat use, area use, home range, distribution, residence and site fidelity for the Guiana dolphin along the Brazilian coast. Literature easily accessible on the internet were included in the table, but giving priority to published scientific articles.

AUTORES *AUTHORS*	**ANO** *YEAR*	TÍTULO *TITLE*	TEMAS PRINCIPAIS *MAIN THEME*	ÁREA PRINCIPAL *MAIN AREA*	REGIÃO *REGION*
Geise *et al.*	1999	*Behaviour, habitat use and population size of* Sotalia fluviatilis (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil	Uso de *habitat* e distribuição *Habitat use and distribution*	Complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP)	Sudeste *Southeast*
Santos *et al.*	2001	*Insights on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil*	Residência e fidelidade de área *Residency and site fidelity*	Complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP)	Sudeste *Southeast*
Lodi	2002	Seleção e uso do *habitat* pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baia de Paraty, Estado do Rio de Janeiro	Uso de *habitat* *Habitat use*	Baía de Paraty, (RJ)	Sudeste *Southeast*
Azevedo *et al.*	2004	*A note on site fidelity of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, Southeastern Brazil*	Residência e fidelidade de área *Residency and site fidelity*	Baía da Guanabara (RJ)	Sudeste *Southeast*
Flores e Bazzalo	2004	*Home ranges and movement patterns of the marine tucuxi dolphin,* Sotalia fluviatilis*, in Baia Norte, southern Brazil*	Área de vida, distribuição e movimento *Life área, distribution and movement*	Baía Norte (SC)	Sul *South*
Azevedo	2005	Comportamento e uso do espaço por *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Guanabara e variação geográfica dos assobios da espécie ao longo da costa do Brasil	Área de vida, distribuição, movimento e residência *Life área, distribution, movement and residency*	Baía da Guanabara (RJ)	Sudeste *Southeast*
Daura-Jorge *et al.*	2005	*Seasonal and daily patterns of group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin,* Sotalia guianensis *(P.J. Van Bénéden) (Cetacea, Delphinidae), in southern Brazil*	Distribuição e uso de área *Distribution and area use*	Baía Norte (SC)	Sul *South*
Azevedo *et al.*	2007	*Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil*	Uso de área, distribuição e uso do *habitat* *Area use, distribution and habitat use*	Baía da Guanabara (RJ)	Sudeste *Southeast*
Rossi-Santos *et al.*	2007	*Residence and site fidelity of* Sotalia guianensis *in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil*	Residência e fidelidade de área, e área de vida *Residency and site fidelity, and life area*	Estuário do Rio Caravelas (BA)	Nordeste *Northeast*
Wedekin *et al.*	2007	*Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin,* Sotalia guianensis *(van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae) at its southern limit of distribution*	Uso de área, distribuição e uso do *habitat* *Area use, distribution and habitat use*	Baía Norte (SC)	Sul *South*
Araújo *et al.*	2007	*The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of* Sotalia guianensis *(van Bénéden) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil*	Uso de *habitat* *Habitat use*	Pernambuco	Nordeste *Northeast*

Tabela 1 (cont.) / *Table 1 (continued).*

AUTORES *AUTHORS*	**ANO** *YEAR*	TÍTULO *TITLE*	TEMAS PRINCIPAIS *MAIN THEME*	ÁREA PRINCIPAL *MAIN AREA*	REGIÃO *REGION*
Daura-Jorge *et al.*	2007	*Behavioral patterns and movement intensity of* Sotalia guianensis *(P.J. Van Beneden) (Cetacea: Delphinidae) in two different areas on the Brazilian coast*	Uso de *habitat* e movimento *Habitat use and movement*	Baía Norte (SC)	Sul *South*
Nery *et al.*	2008	*Site fidelity of* Sotalia guianensis *(Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil*	Uso de área, residência e fidelidade de áreaa/*Area use, residency and site fidelity*	Baía de Sepetiba (SC)	Sul *South*
Flach *et al.*	2008	*Density, abundance and distribution of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis *Van Benéden, 1864), in Sepetiba Bay, Southeast Brazil*	Distribuição e uso de área/Distribution and area use	Baía de Sepetiba (SC)	Sul *South*
Collaço	2008	Uso de *habitat*, orçamento temporal e influência da maré e da geomorfologia de fundo sobre o comportamento do boto *Sotalia guianensis* van Bénéden, 1864 (CETACEA: DELPHINIDAE) no porto de Maceió – Alagoas, Brasil	Uso de *habitat* e distribuição/*Habitat use and distribution*	Maceió (AL)	Nordeste *Northeast*
Hardt *et al.*	2010	*Residence patterns of the Guiana dolphin* Sotalia guianensis *in Babitonga bay, south coast of Brazil*	Residência e fidelidade de área/*Residency and site fidelity*	Baía da Babitonga (SC)	Sul *South*
Oshima *et al.*	2010	*Home ranges of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia estuary, Brazil*	Área de vida e uso de área/*Life area and area use*	Complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP)	Sudeste *Southeast*
Santos *et al.*	2010	*Guiana dolphins,* Sotalia guianensis *(Cetacea: Delphinidae), in the Paranaguá Estuarine Complex: insights on the use of area based on the photo-identification technique*	Uso de área, residência e fidelidade de área/*Area use, residency and site fidelity*	Complexo Estuarino de Paranaguá (PR)	Sul *South*
Wedekin *et al.*	2010	*Habitat preferences of Guiana dolphins,* Sotalia guianensis *(Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil*	Área de vida e uso de área/Life area and area use	Baía Norte (SC)	Sul *South*
Santos *et al.*	2010	*Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin* Sotalia guianensis *(Van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil*	Área de vida e uso de área *Life area and area use*	Ilhéus (BA)	Nordeste *Northeast*
Rossi-Santos *et al.*	2010	*Habitat use of the Guiana dolphin,* Sotalia guianensis *(Cetacea, Delphinidae), in the Caravelas River estuary, eastern Brazil*	Uso de área, distribuição e uso do *habitat* *Area use, distribution and habitat use*	Estuário do Rio Caravelas (BA)	Nordeste *Northeast*
Domit	2010	Ecologia comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864), no Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil.	Área de vida, distribuição e uso do *habitat* *Life área, distribution and habitat use*	Complexo Estuarino de Paranaguá (PR)	Sul *South*
Lima	2010	Uso de *habitat* e comportamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* em uma zona estuarina do estado de Sergipe, nordeste do Brasil	Distribuição e uso do *habitat* *Distribution and habitat use*	Rio Sergipe, (SE)	Nordeste *Northeast*

Tabela 1 (cont.). / *Table 1 (continued).*

AUTORES *AUTHORS*	**ANO** *YEAR*	TÍTULO *TITLE*	TEMAS PRINCIPAIS *MAIN THEME*	ÁREA PRINCIPAL ***MAIN AREA***	REGIÃO *REGION*
Sasaki	2010	Uso de *habitat* pelo boto cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864), na região próxima à desembocadura sul da Baía de Paranaguá, Litoral do Estado do Paraná	Distribuição e uso do *habitat* *Distribution and habitat use*	Complexo Estuarino de Paranaguá (PR)	Sul *South*
Carvalho	2011	Análise espaço-temporal do uso do *habitat* pelo boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro	Distribuição e uso de área *Distribution and habitat use*	Baía de Guanabara (RJ)	*Southeast*
Meirelles	2013	Ecologia populacional e comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864), na enseada do Mucuripe, Fortaleza, estado do Ceará	Distribuição e uso de área *Distribution and habitat use*	Fortaleza (CE)	Nordeste *Northeast*
Batista *et al.*	2013	*Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin,* Sotalia guianensis *(Cetacea: Delphinidae), in the estuary of the Paraguaçú River, northeastern Brazil.*	Área de vida, residência e fidelidade *Life área, redidency and fidelity*	Estuário do Rio Paraguaçú (BA)	Nordeste *Northeast*
Pinheiro	2014	Padrões de uso de *habitat* do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na região da foz do rio Doce, costa norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil	Distribuição e uso do *habitat* *Distribution and habitat use*	Foz do rio Doce (ES)	Sudeste *Southeast*
Godoy *et al.*	2015	*The influence of environmental variables on estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) spatial distribution and habitat used in the Estuarine Lagunar Complex of Canaéia, southeastern Brazil.*	Distribuição e uso do *habitat* *Distribution and habitat use*	Complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP)	Sudeste *Southeast*
Mamede	2015	Caracterização espaço-temporal da população de boto-cinza, *Sotalia guianensis* Van Bénéden, 1864 (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Benevente, Espírito Santo, e implicações para a conservação	Área de vida, uso de área e fidelidade *Life área, area use and fidelity*	Baía de Benevente (ES)	Sudeste *Southeast*
Oshima e Santos	2016	*Guiana dolphin home range analysis based on 11 years of photo-identification research in a tropical estuary.*	Distribuição, área de vida, uso de área *Distribution, life área and area use*	São Paulo e Paraná	Sudeste *Southeast e/and* Sul/*South*
Moura	2017	Uso do *habitat* pelo boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no entorno de unidades de conservação no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, sul do Brasil	Distribuição e uso *habitat*, residência *Distribution and habitat use, residency*	Complexo Estuarino de Paranaguá (PR)	Sul *South*
Molina	2017	Uso de área pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis*, no estuário de Cananéia	Distribuição, uso de *habitat* e uso de área *Distribution, habitat use and area use*	Complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP)	Sul *South*
Bonin *et al.*	2017	*Habitat Preference and Behaviour of the Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in a Well-Preserved Estuary off Southern Brazil*	Distribuição e uso do *habitat* *Distribution and habitat use*	Complexo Estuarino de Paranaguá (PR)	Sul *South*
Melo	2018	Ecologia populacional de *Sotalia guianensis* no complexo estuarino de Canavieiras – Bahia, Brasil	Distribuição, uso do *habitat* e fidelidade *Distribution, habitat use and fidelity*	Litoral de Ilhéus (BA)	Nordeste *Northeast*

Estimativas de abundância/densidade e tendências populacionais

Abundance/density estimates and population trends

Uma das principais questões para avaliação de estado de conservação das espécies e que desperta curiosidade até mesmo da sociedade em geral é saber quantos indivíduos ocorrem nas diferentes área estudadas. Esta questão não é simples de ser respondida, visto o desafio de contar ou estimar o número de indivíduos em um ambiente aquático para espécies que se movem e passam grande parte do tempo submersas. No entanto, esta questão é abordada por diversos estudos com o boto-cinza na costa do Brasil e continuamente vem sendo aprimorada em termos de amostragem em campo, análises e técnicas que auxiliam a reduzir erros e vieses amostrais.

As principais técnicas usadas para estimar abundância e/ou densidade de mamíferos marinhos são amostragem por distância (*distance sampling*), marcação-recaptura, contagem durante a migração e contagem nas colônias (Buckland e York, 1999). No caso do boto-cinza, as duas primeiras têm sido aplicadas. Estimativas de densidade e de abundância estão entre os primeiros estudos realizados com a espécie no litoral brasileiro. Esses estudos foram inicialmente conduzidos na Baía de Guanabara (RJ) (Geise, 1984; 1991) e em Cananéia (SP) (Geise, 1989; Geise *et al.,* 1999) nos anos de 1980, quando o método de transeção linear (*line-transect*) foi utilizado para determinar a densidade da espécie naquelas regiões. No início dos anos de 1990 a técnica de fotoidentificação (foto-id) (Hammond *et al.,* 1990) começou a ser usada em estudos do boto-cinza. Flores (1999) comprovou a efetividade da foto-id para a identificação individual de botos-cinza na Baía Norte, em Florianópolis (SC), e a técnica passou a ser utilizada em outras áreas de estudo (figuras 1 e 2). Entre algumas finalidades agregadas à aplicação da foto-id estão as possibilidades de avaliação de fidelidade de área, padrões de residência, movimentos, área de vida, além da estimativa de abundância e de outros parâmetros populacionais. Desse modo, a partir de meados de 1990, modelos de marcação-recaptura baseados em dados de foto-id passaram a ser mais

One of the main issues in assessing species conservation status, and which raises the curiosity of society in general, is how many individuals occur in different study areas. This is not a simple question, given the challenge of counting or estimating the number of individuals of species that move and spend much of their time underwater. However, this is addressed by several studies with Guiana dolphins along the Brazilian coast, with a continuous improvement in field sampling, data analysis and techniques to reduce sampling errors and biases.

The main techniques used to estimate marine mammal abundance and/or density are distance sampling, capture-recapture, migration counting and colony counting (Buckland and York, 1999), of which the first two have been used with Guiana dolphins. Density and abundance estimates are among the first studies conducted with the species on the Brazilian coast. These studies were initially conducted in Guanabara Bay (Rio de Janeiro) (Geise, 1984; 1991) and Cananéia (São Paulo) (Geise, 1989; Geise et al., 1999) in the 1980s, when the line - transect method was used to determine the species density in those regions. In the early 1990s, the photo-id technique (Hammond et al., 1990) was initially applied in Guiana dolphin studies. Flores (1999) proved the effectiveness of photo-id for the individual identification of Guiana dolphins in Norte Bay, Florianópolis (SC), and the technique was used in other study areas (figures 1 and 2). Photo-identification allows the study of site fidelity, residence, movement, home range, in addition to abundance estimates and other population parameters. Thus, from the mid-1990s onwards, mark-recapture models based on photo-id data became one more method for Guiana dolphin abundance estimates along the coast of Brazil.

The line-transect method (e.g. Buckland et al., 2001) involves, basically, counting individuals (plants or animals)

um método nos estudos de estimativas de abundância de botos-cinza na costa do Brasil.

O método de transecção linear (e.g. Buckland *et al.,* 2001) envolve, de forma básica, a contagem de indivíduos (plantas ou animais) ao longo de rotas pré-estabelecidas (Yapp, 1956). Desse modo, ao longo de uma série de linhas os observadores buscam objetos de interesse e registram a distância da linha ao objeto (Thomas *et al.,* 2002), realizando assim uma amostragem por distância – *distance sampling*. Contudo, embora o método seja relativamente simples para estimar a abundância e/ou a densidade de organismos, existem algumas premissas importantes (Burnham *et al.* 1980; Buckland e Turnock, 1992; Thomas *et al.,* 2002), entre elas: (a) todos os animais na linha da transecção são detectados; (b) os animais não se movem antes da detecção; (c) distâncias e ângulos de visão são medidos com exatidão; e (d) avistamentos são eventos independentes. Os métodos associados ao *distance sampling* para estimativas de abundância e/ou densidade são bem detalhados em alguns estudos, em especial nos estudos de Buckland e colaboradores (2001; 2004). As estimativas de densidade e abundância são feitas no programa *Distance* (Thomas *et al.,* 1998). Nos estudos com o boto-cinza, os pesquisadores têm tentado seguir as premissas apontadas ajustando a amostragem, desde a etapa inicial, na distribuição das linhas da transecção, até a forma de contagem dos indivíduos. Esse fator é um complicador, uma vez que a espécie é pequena e gregária, reunindo-se em pequenos grupos formados por menos do que 10 indivíduos até grandes agregações com centenas de animais (Da Silva *et al.,* 2010), o que demanda ainda mais cuidados no delineamento e execução das amostragens com uso deste método.

A estimativa de abundância por meio de modelos de marcação-recaptura se baseia no histórico de capturas dos indivíduos ao longo do tempo de amostragem (White *et al.,* 1982). Inicialmente, os métodos foram aplicados somente para as estimativas de abundância e com o tempo os modelos foram ajustados para estimativas de outros parâmetros populacionais, como sobrevivência e recrutamento, entre outros (e.g. Seber, 1965; Jolly, 1965; Lebreton *et al.,* 1992). Atualmente, o programa

along pre-set routes (Yapp, 1956). Thus, along a series of lines, observers search for objects of interest and record their distance from the line (Thomas et al., 2002), carrying out, as such, a distance sampling. However, although the method is relatively simple for estimating the abundance and/or density of organisms, there are some important assumptions (Burnham et al. 1980; Buckland and Turnock 1992; Thomas et al. 2002), including: (a) all animals in the transect line are detected; (b) animals do not move before detection; (c) distances and viewing angles are accurately measured; and (d) sightings are independent events. The methods associated with distance sampling for abundance and/or density estimates are well detailed in some studies, especially those by Buckland and colleagues (2001; 2004). Density and abundance are estimated with the Distance software (Thomas et al., 1998). In studies with Guiana dolphins, researchers have attempted to fulfil these assumptions by adjusting the sampling protocol, from the initial stage, in the distribution of transect lines, to the method of counting the individuals. This is a complicating factor for the species, since it is small and gregarious, gathering in small groups of less than 10 individuals up to large aggregations with hundreds of animals (Da Silva et al., 2010), which demands extra care in sample design and execution using this method.

Abundance estimates by mark-recapture models is based on the individual's capture history over sampling time (White et al., 1982). Initially, these methods were applied only to abundance estimates and, over time, the models were adjusted to estimate other population parameters, such as survival and recruitment, among others (e.g. Seber, 1965; Jolly, 1965; Lebreton et al., 1992). Currently, the software MARK (White and Burnham, 1999) is widely used in estimates of population parameters by mark-recapture, because it gathers almost all analytical methods related, constantly incorporating new approaches to the subject (Cooch and White, 2012). It is important to remember that these methods apply to closed or open population estimates. In the first case, it is assumed that population size does not change during

MARK (White e Burnham, 1999) tem sido amplamente usado nas estimativas de parâmetros populacionais por marcação-recaptura por reunir praticamente todos os métodos analíticos relacionados, incorporando constantemente novas abordagens sobre o tema (Cooch e White, 2012). É importante lembrar que os métodos podem ser aplicados para estimar tamanhos de populações fechadas ou abertas. No primeiro caso, é assumido que o tamanho da população não se altera durante a amostragem; não havendo nascimento, morte, emigração ou imigração de indivíduos. Em populações abertas, é entendido que ao longo do período de estudo há variação no tamanho da população devido à mortalidade, recrutamento e migração. Nos estudos com cetáceos, os modelos são aplicados aos históricos de captura da foto-id, por isso a aplicação correta da técnica é a base fundamental para as estimativas. Contudo, essas estimativas de abundância são relativas aos indivíduos com marcas permanentes em suas nadadeiras dorsais (o principal alvo da foto-id) (figuras 1 e 2) e para estimar o tamanho total da população é necessário incluir os indivíduos lisos ("sem marcas") (Wilson *et al.*, 1999). Essa correção é feita estimando a proporção de indivíduos marcados dentro da população, a partir dos dados de foto-id (e.g. Pizzorno, 1999; Cantor *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2017). Como a identificação individual é a base inicial para as estimativas de abundância e de outros parâmetros populacionais, além de não violar as premissas dos modelos escolhidos, a técnica de foto-id deve ser aplicada de modo que evite identificações equivocadas (falso-positivo e falso-negativo) para garantir estimativas robustas. No boto-cinza, a efetividade da foto-id é comprovada em inúmeros estudos, mas o pequeno tamanho corporal e o comportamento da espécie dificultam a aplicação da técnica de foto-id, assim, para este método, muito treino dos pesquisadores, uso de boa tecnologia para fotografia e cuidados com o delineamento amostral também são importantes para obtenção de dados com melhor acurácia.

Ambos os métodos citados acima para estimativas de tamanho de população e de densidade têm suas premissas, e estas afetam os estudos desde a amostragem até as análises dos dados. No caso do boto-cinza, as características da espécie (tamanho e comportamento) e a distribuição também são considerados na elaboração dos estudos. A marcação-recaptura baseada em dados de foto-id é mais comumente aplicada, talvez por permitir que outras investigações sejam conduzidas a partir dessa técnica, como avaliar a fidelidade de área, a residência, as áreas de vida, intervalos de nascimento e cuidado parental, entre outros.

As pesquisas com enfoque em estimativas populacionais têm, assim como as de distribuição e habitat, o limitante de serem realizadas, em sua maioria, em áreas abrigadas. Santos *et al.* (2010) listaram 18 estudos de estimativa de abundância e/ou densidade do boto-cinza na costa brasileira, publicados entre 1989 e 2008, e todos foram realizados em sete áreas abrigadas. Esse estudo mostra duas grandes lacunas nos estudos com o boto-cinza: seu baixo número ao longo dos anos e a concentração em áreas abrigadas do S e SE do Brasil. No entanto, cabe ressaltar que esses estudos têm aumentado na costa do Brasil e outras áreas têm sido estudadas (tabela 2). Embora ainda numerosos no S e SE do Brasil, os estudos atuais cobrem as áreas de concentração em baías e complexos estuarinos. Por exemplo, na costa do RJ os estudos têm sido conduzidos nas baías de Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande, mas a abundância/densidade da espécie não tem sido acessada em outras áreas da costa onde a espécie está presente. De fato, esse é o padrão nos estudos com boto-cinza ao longo da costa brasileira: esforços direcionados em áreas abrigadas onde há maior concentração de indivíduos, o que deixa a maior parte da distribuição da espécie descoberta de informações quanto à dinâmica de uso de área e parâmetros populacionais.

Os resultados das estimativas de abundância mostram populações de tamanhos variados. Aqui vale reforçar que o termo população é aplicado no sentido simples de número de indivíduos da espécie que ocorrem na área de estudo. Essas estimativas apontam para valores de dezenas a milhares de indivíduos. Na tabela 2 são apresentadas algumas estimativas de abundância/densidade publicadas a partir de 2010. Aparentemente, do ES para o norte, as populações estimadas não alcançam abundâncias tão elevadas quanto aquelas da região S e SE. A presença de grandes áreas abrigadas e de alta produtividade no S e SE favorece a

sampling; i.e. no birth, death, emigration or immigration of individuals. In open populations, it is understood there is variation in population size due to mortality, recruitment and migration throughout the study period. In cetacean studies, these models are applied to photo-id capture histories, so the correct application of the technique is the fundamental basis for the estimates. However, these abundance estimates are relative to individuals with long-lasting marks on their dorsal fins (the main target of photo-id) (figures 1 and 2) and to estimate the total population size it is necessary to include individuals without marks ("unmarked") (Wilson et al., 1999). This correction is made by estimating the proportion of marked individuals within the population from photo-id data (e.g. Pizzorno, 1999; Cantor et al., 2011; Azevedo et al., 2017). As individual identification is the initial basis to estimate abundance and other population parameters, besides not violating the assumptions of the chosen models, the photo-id technique should be applied in order to avoid mistaken identifications (false-positive and false-negative) and ensure robust estimates. In Guiana dolphins, photo-id effectiveness is proven in numerous studies, but the species' small body size and behaviour make it difficult to apply the photo-id technique, therefor, training, use of good photography technology and careful sample design are also important for obtaining accurate data.

Both methods cited above for population size and density estimates have their assumptions, and these affect studies from sampling to data analysis. In the case of Guiana dolphins, the species' characteristics (size and behaviour) and distribution must also be taken into consideration when planning studies. Mark-recapture based on photo-id data is most commonly applied, perhaps because it allows other investigations to be conducted, such as assessing site fidelity, residence, home range, birth intervals and parental care, among others.

Research focusing on population estimates, as well as distribution and habitat, have the limitation of being carried out mostly in sheltered areas. Santos et al. (2010) listed 18 Guiana dolphin abundance and/or density estimate studies on the Brazilian coast, published between 1989 and 2008, all carried out in seven sheltered areas. The authors show two major shortcomings in Guiana dolphin studies: their low number over the years and concentration in sheltered areas from South and Southeast Brazil. However, it should be noted that these studies are increasing along the Brazilian coast and expanding to other areas (table 2). Although still numerous in Brazil's S and SE, current studies cover concentration areas in bays and estuarine complexes. For example, on the coast of Rio de Janeiro, studies have been conducted in Guanabara, Sepetiba and Ilha Grande bays, but species abundance/density has not been accessed in other areas of the coast where the species is present. In fact, this is the pattern in Guiana dolphin studies along the Brazilian coast: efforts directed to sheltered areas where there is higher concentration of individuals, which leaves their area use dynamics and population parameters unknown for most of the species' distribution.

Abundance estimate results show populations of varying sizes. It is worth stressing here that the term population is applied in the simple sense of number of individuals of the species occurring in the study area. These estimates point to values of tens to thousands of individuals. Table 2 presents some abundance/density estimates published since 2010. Apparently, from Espírito Santo to the north, the estimated populations do not reach abundances as high as those from the S and SE region. The presence of large sheltered areas and high productivity in the S and SE favours the concentration of a larger number of individuals in the same area, reflecting in the higher abundance values.

Regarding density, this has been estimated in studies that apply linear transection and, in the same way as abundance, vary widely amongst studied populations. Recently, Miranda (2017) estimated a density of 5.1 individuals/km² in the Paranaguá estuary complex (Paraná), while Rosa (2016) estimated 7.2 Guiana dolphins/km² for the coast of Ilhéus (Bahia).

It is interesting to note that for the same area the abundance/density estimates reach different values. For example, in

concentração de um maior número de indivíduos numa mesma área, refletindo nos mais altos valores de abundância.

Quanto aos valores de densidade, esses têm sido estimados nos estudos que aplicam transecção linear e, da mesma forma que a abundância, apresentam grande variação entre as populações estudadas. Recentemente, Miranda (2017) estimou densidade de 5,1 indivíduos/km^2 no complexo estuarino de Paranaguá (PR), enquanto Rosa (2016) estimou 7,2 botos-cinza/km^2 para o litoral de Ilhéus (BA).

É interessante notar que para uma mesma área as estimativas de abundância/densidade alcançam valores diferentes. Por exemplo, em estudos na Baía de Sepetiba as abundâncias variam de 739-2196 (Flach *et al.,* 2008) a 1004-1099 (Nery e Simão, 2012). Necessariamente, esses estudos não representam tendências no tamanho das populações e são resultado de desenhos amostrais distintos. Estudos de tendência populacional de botos-cinza no Brasil são raros. Cantor et al. (2011) analisaram a tendência no Estuário do Rio Caravelas (BA), entre 2002 e 2009, e encontram que a população estava estável. Já na Baía de Guanabara, Azevedo *et al.* (2017) apontaram para declínio populacional de 37% entre os anos 2000 e 2015. A avaliação da tendência das populações tem sido pouco realizada com o boto-cinza, pois para tal são necessárias sucessivas estimativas de abundância em médio prazo (oito anos ou mais) e com os mesmos métodos e delineamento amostral para que mudanças no tamanho da população possam ser detectadas (Gerrodete, 1987).

studies in Sepetiba Bay, abundances range from 739-2196 (Flach et al., 2008) to 1004-1099 (Nery and Simão, 2012). These studies do not necessarily represent trends in population size but are the result of distinct sample designs. Studies of Guiana dolphin population trends in Brazil are rare. Cantor et al. (2011) analysed the trend in the Caravelas River Estuary (Bahia) between 2002 and 2009 and found the population was stable. In Guanabara Bay, on the other hand, Azevedo et al. (2017) pointed to a 37% population decline between 2000 and 2015. Guiana dolphin population trend assessments are deficient, since they require successive abundance estimates on a medium-term (eight years or more), and using the same methods and sample design to allow detection of changes in population size (Gerrodete, 1987).

Tabela 2. Exemplos de estimativas de abundância de botos-cinza na costa do Brasil.
Table 2. Examples of Guiana dolphin abundance estimates along the Brazilian coast.

ÁREA DE ESTUDO *STUDY AREA*	PERÍODO *PERIOD*	ABUNDÂNCIA *ABUNDANCE*	FONTE *SOURCE*
Marcação Recaptura/*Mark-Recapture*			
Baía da Babitonga (SC)	2010 - 2011	174-252	Schulze (2012)
Complexo Estuarino de Cananéia (SP)	2016	392-438	Mello *et al.* (2019)
Baía da Ilha Grande (RJ)	2005-2009	602-1296	Souza (2013)
Baía de Sepetiba (RJ)	2012	588-1004	Flach (2015)
Baía de Guanabara (RJ)	2015	37-40	Azevedo *et al.* (2017)
Baía de Benevente (ES)	2014	59-78	Mamede (2015)
Estuário do Rio Caravelas (BA)	2009	83-182	Cantor *et al.* (2011)
Complexo Estuarino de Canavieiras (BA)	2016-2017	28-48	Melo (2018)
Litoral sul do RN	2008-2009	192-297	Paro (2010)
Enseada do Mucuripe (CE)	2009-2011	26-64	Meirelles (2013)
Transecção linear/*Linear Transection*			
Complexo Estuarino de Paranaguá (PR)	2012-2013	1371-2393	Miranda (2017)
Litoral de Ilhéus (BA)	2014-2015	133-343	Rosa (2016)

Conclusões
Conclusions

As abordagens da ecologia populacional no âmbito de manejo demandam avaliações de respostas individuais e populacionais e têm sido enfatizadas em estudos recentes (Azevedo *et al.,* 2017; Molina, 2017; Moura, 2017). Este tipo de informação pode auxiliar na mitigação de impactos e guiar ações de conservação da espécie, como o zoneamento e ordenamento de atividades antrópicas. O boto-cinza está classificado como espécie "Vulnerável" no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014) e como "Quase ameaçada" pela lista vermelha mundial (Secchi *et al.,* 2018). Este status é relacionado principalmente aos impactos causados pelas atividades antrópicas desordenadas, responsáveis pela degradação do ambiente, que afetam a saúde e a manutenção das populações da espécie em diversas regiões do Brasil. Ainda,

Approaches to population ecology within the management context require assessments of individual and population responses and have been emphasized in recent studies (Azevedo et al., 2017; Molina, 2017; Moura, 2017). This type of information can help mitigate impacts and guide species conservation actions, such as zoning and planning of anthropogenic activities. The Guiana dolphin is classified as "Vulnerable" in the Red List of the Brazilian Fauna Threatened with Extinction (MMA, 2014) and as "Near threatened " by the IUCN (International Union for Conservation of Nature) (Secchi et al., 2018). This status mainly reflects impacts from disordered anthropic activities, responsible for the degradation of the environment that affects the health and maintenance of the species' populations in various regions

destaca-se que, avaliar a forma de uso do *habitat* e estimar parâmetros demográficos, como abundância, constam como ação prioritária no Plano Nacional para a Conservação de Pequenos Cetáceos, no qual o boto-cinza está citado (PAN/ICMBio, 2011), assim como são informações essenciais para avaliação de *status* de ameaça pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

Embora os estudos de estimativa de abundância/densidade sejam realizados no Brasil ao longo nos últimos 35 anos, essas pesquisas foram realizadas em maior número em áreas abrigadas do S e SE, tendo as regiões ao norte do RJ iniciado essas pesquisas mais recentemente. Os avanços nos estudos de abundância/densidade foram grandes no Brasil nas últimas duas décadas, mas o cenário atual mostra que ainda há necessidade de realizar essas estimativas na maior parte da distribuição da espécie por meio de estudos de média e grande escala espacial e temporal, incluindo monitoramentos de longo prazo para populações expostas a intensas mudanças ambientais de origem antrópica. As informações disponíveis sobre o uso de *habitat* e de área para indivíduos e populações de boto-cinza evidenciam a influência de parâmetros ambientais naturais e antrópicos no comportamento e distribuição dos animais. Além disso, alguns estudos sugerem que, apesar da ampla distribuição e capacidade de manter-se em áreas degradadas, a espécie tem demonstrado alterações de saúde, comportamentais e mesmo de parâmetros reprodutivos em resposta à degradação dos ecossistemas. Assim, estudos que alinham a avaliação de parâmetros populacionais com a forma como os animais utilizam o ambiente e respondem a este são fundamentais para identificação de impactos e ameaças, orientando potenciais ações de mitigação e conservação para a espécie.

of Brazil. Additionally, evaluating habitat use and estimating demographic parameters, such as abundance, are priority actions in the National Plan for the Conservation of Small Cetaceans, in which the Guiana dolphin is included (PAN/ICMBio, 2011), and are essential information to assess the IUCN threat status.

Although abundance/density estimate studies have been conducted in Brazil over the past 35 years, these concentrated in sheltered areas in the S and SE, and have only recently began in regions north of Rio de Janeiro. Over the past two decades, major advances occurred in abundance/density studies in Brazil, but the current scenario shows there is still a need to carry out estimates for most of the species' distribution, through medium and large spatial and temporal scale studies, including long-term monitoring of populations exposed to intense environmental change from anthropogenic sources. The information available on the habitat and area use by Guiana dolphin individuals and populations shows influence of natural and anthropogenic environmental parameters on their behaviour and distribution. Nonetheless, some studies suggest that, despite its wide distribution and ability to remain in degraded areas, the species shows changes in health, behavioural and even reproductive parameters in response to ecosystem degradation. Thus, studies that align the assessment of population parameters with the way animals use the habitat and respond to it are fundamental for identifying impacts and threats, guiding potential mitigation and conservation actions for the species.

Figura 1. Boto-cinza com marcas permanentes na nadadeira dorsal, fotoidentificado na Baía de Ilha Grande (RJ) (Foto: MAQUA/UERJ).
Figure 1. Guiana dolphin with long-lasting marks on the dorsal fin, photo-identified in Ilha Grande Bay (RJ) (Photo: MAQUA/UERJ).

Figura 2. Fêmea com marcas permanentes na nadadeira dorsal e filhote na Baía de Guanabara (RJ) (Foto: MAQUA/UERJ).
Figure 2. Female with long-lasting marks on the dorsal fin and calf in Guanabara Bay (RJ) (Photo: MAQUA/UERJ).

(Foto: Carol Meirelles/Acervo Aquasis)

Saúde
Health

Vitor Luz Carvalho, Kátia Regina Groch, Josué Diaz-Delgado, Juliana Marigo e Ana Bernadete Lima Fragoso.

(Foto: Marcos Rosa Santos)

O conhecimento sobre os aspectos de saúde e doença do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) aumentou consideravelmente na última década. Diversas doenças já foram relatadas em botos-cinza em vários locais do Brasil, envolvendo populações estuarinas e costeiras. No entanto, a carga total de doenças infecciosas, parasitárias e não infecciosas ainda é desconhecida para a espécie, bem como os índices de mortalidade.

A presença de *S. guianensis* em áreas costeiras e densamente habitadas torna a espécie vulnerável a diversos impactos antrópicos (tráfego de embarcações, capturas acidentais e intencionais em rede de pesca, emalhe ou aprisionamento em redes fantasmas e outros resíduos, ingestão de lixo plástico, entre outros), contaminantes e patógenos que afetam direta e indiretamente a saúde e sobrevivência de indivíduos e populações (Bossart, 2007; Keesing *et al.*, 2010). Outras ameaças potenciais, porém pouco documentadas e pesquisadas, incluem a escassez de recursos alimentares, a imunotoxicidade e a disfunção endócrina induzidas por contaminantes, os microplásticos e a colonização por microrganismos resistentes a antimicrobianos (O'Hara e Hart, 2018; Tryland, 2018).

*Knowledge about the health and disease aspects of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) has increased considerably in the last decade. Several diseases have already been reported in Guiana dolphins from various parts of Brazil, involving estuarine and coastal populations. However, the total load of infectious, parasitic and non-infectious diseases is still unknown for the species, as well as mortality rates.*

The presence of S. guianensis *in coastal and densely populated areas makes the species vulnerable to various anthropogenic impacts (vessel traffic, accidental and intentional catches in fishing nets, entangling or trapping in ghost nets and other waste, ingestion of plastic waste, among others), contaminants and pathogens that directly and indirectly affect the health and survival of individuals and populations (Bossart, 2007; Keesing et al., 2010). Other potential, but little documented and researched threats, include food resource shortages, immune toxicity and endocrine dysfunction induced by contaminants, microplastics and colonization by antimicrobial-resistant microorganisms (O'Hara and Hart, 2018; Tryland, 2018).*

Encalhes e mortalidade
Strandings and mortality

O encalhe de botos-cinza é o mais comumente registrado na maior parte da costa brasileira onde a espécie ocorre, do estado do Amapá até Santa Catarina (figura 1). Nos estados de São Paulo e Santa Catarina, os índices de encalhe de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) são consideravelmente maiores (Vianna *et al.*, 2016; Simba, 2019), enquanto no sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, os registros de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) são historicamente mais expressivos (Milton Marcondes, comunicação pessoal). A asfixia decorrente da captura acidental em redes de pesca representa a principal causa de encalhes e mortalidade de *S. guianensis* no Brasil (Di

*Guiana dolphin strandings are the most commonly reported on most of the Brazilian coast where the species occurs, from the state of Amapá to Santa Catarina (figure 1). In the states of São Paulo and Santa Catarina, the stranding rates of Franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) are considerably higher (Vianna et al, 2016; Simba, 2019), while in the south of Bahia and northern Espírito Santo, records of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) are historically more expressive (Milton Marcondes, personal communication). Asphyxiation due to accidental capture in fishing nets is the main cause of strandings and mortality of in Brazil (Di Beneditto and Rosas,*

Beneditto e Rosas, 2008). Costa et al. (2017) relataram um raro encalhe em massa de 12 animais na Praia da Corvina, Pará, que ficaram presos em um canal de maré, sendo todos resgatados por salva-vidas e moradores do local.

No tabela 1 estão sumarizados alguns registros de encalhe de *S. guianensis* publicados na literatura, cedidos de bancos de dados institucionais, banco de dados público online, bem como informações de indivíduos tombados em coleções científicas. Certamente os números de encalhe para todo o Brasil são maiores do que os reportados neste capítulo. Grande parte dos dados não está publicada, o que pode ser visualizado nas lacunas de informações em escalas temporais para alguns estados. Os esforços de resgate e recuperação de carcaças não foram realizados uniformemente em escala espacial e temporal em grande parte das áreas de atuação das instituições das redes de encalhe, principalmente nas décadas de 80 e 90, quando a maioria dos grupos de pesquisa de mamíferos marinhos no país estava iniciando suas atividades. Além disso, muitas áreas do litoral brasileiro onde o boto-cinza ocorre, principalmente aquelas mais distantes dos grandes centros urbanos, ainda são pouco habitadas e têm acesso limitado, o que dificulta a notificação dos encalhes. Registros mais fidedignos vêm sendo obtidos nos últimos cinco a dez anos em algumas regiões com a realização dos projetos de monitoramento de praias (PMPs), em atendimento às condicionantes exigidas pelo IBAMA diante das atividades envolvidas na cadeia de exploração de petróleo e gás.

Destaca-se ainda que o número de encalhes não reflete diretamente a taxa de mortalidade da espécie. Mesmo em populações de cetáceos bem estudadas, apenas uma pequena parcela (1 a 33%) dos animais mortos tem sua carcaça recuperada, enquanto a maioria permanece no mar, onde se decompõem, são predadas por necrófagos e/ou afundam (Carretta *et al.,* 2016).

2008). Costa et al. (2017) reported a rare mass stranding of 12 animals at Praia da Corvina, Pará, trapped in a tidal channel and rescued by lifeguards and locals.

Table 1 summarises S. guianensis *stranding records published in the literature, released by institutional databases, public online databases as well as information on individuals from scientific collections. Certainly the stranding numbers throughout Brazil are higher than those reported in this chapter. Most of the data is not published, which becomes evident in the information gaps over time for some states. Carcass rescue and recovery efforts were not uniform on a spatial and temporal scale for most stranding institution's working ranges, particularly in the 1980s and 1990s, when most marine mammal research groups in the country were starting their activities. In addition, many areas of the Brazilian coast where the Guiana dolphin occurs, especially those furthest from large urban centres, remain sparsely inhabited and have limited access, making it difficult to notify strandings. Records that are more reliable have been obtained in the last five to ten years from some regions with the implementation of beach monitoring programs (PMPs), in compliance with the conditions required by the federal environmental agency - IBAMA - regarding activities involved in the oil and gas exploration chain.*

It is also noteworthy that the number of strandings does not directly reflect the species' mortality rates. Even in well studied cetacean populations, only a small portion (1 to 33%) of dead animal carcasses are recovered, while most remain at sea, where they decompose, are preyed on by scavengers and/or sink (Carretta et al., 2016).

Tabela 1. Registros de encalhes, capturas acidentais e intencionais de botos-cinza no Brasil de 1981 até julho de 2019.
Table 1. Strandings, accidental and intentional catches of Guiana dolphins recorded in Brazil from 1981 to July 2019.

ESTADO *STATE*	LOCAL *LOCALITY*	PERÍODO *PERIOD*	ENCALHES *STRANDINGS*	REFERÊNCIA *REFERENCE*
Amapá			2	IDSM, dados não publicados
		?	24	Fettuccia (2006)
		?	32*	Barbosa *et al.* (2010)
Pará		?	130	Siciliano *et al.* (2008)
		?	16	Seade (2016)
		2003-2013	12	Costa *et al.* (2017)
Maranhão	Delta do Parnaíba	1988-1994	9	Siciliano (1994)
		2002-2006	4	Magalhães *et al.* (2008)
		?	18	Siciliano *et al.* (2008)
Piauí		2007-2009	21	Aragão *et al.* (2011)
Ceará		1991-2019	585	Monteiro-Neto *et al.* (2000)
				Meirelles *et al.* (2010)
				Carvalho *et al.* (2016)
				Aquasis, dados não publicados
Rio Grande do Norte	Litoral sul	1984-2005	65	Medeiros (2006)
	Costa Branca	2010-2011	19	Fragoso *et al.* (2012)
	Costa Branca	2005-2014	41	Leitão (2015)
Paraíba		1981-2017	55	Pereira (2017)
Pernambuco		1989-1990	4	Siciliano (1994)
		1998-2008	40	Borges *et al.* (2009)
Alagoas		1988-2012	40	Bonfim (2014)
Sergipe		1991-2006	~30	Velozo (2007)
Bahia	Divisa SE a Foz do Rio Pardo	1991-2006	~96	Velozo (2007)
	Belmonte à divisa ES	2002-2018	90	IBJ, dados não publicados
Espírito Santo	Divisa BA até Santa Cruz	1983-1994	44	Siciliano (1994)
	Fundão à Pres. Kennedy	1994-2006	54	Barbosa e Barros (2006)
		2002-2018	203	IBJ, dados não publicados
		2015-2019	28	SIMBA (2019)
Rio de Janeiro	Litoral norte	1987-1988	33	Lodi e Capistrano (1990)
	Litoral norte	1989-2002	80	Melo *et al.* (2006)
	Litoral norte	2001-2007	43	Moura *et al.* (2009)
	Baía de Sepetiba	2005-2016	371	Flach (2015)
	Baía de Ilha Grande e Baía de Sepetiba	2017-2018	230	Groch *et al.* (2018b)
	Cabo Frio à Paraty	1992-2019	968	Maqua-UERJ, dados não publicados
São Paulo	Litoral norte	1994-2006	25	Souza *et al.* (2006)
	Cananéia	2004-2007	18	Lopes *et al.* (2012)
	Iguape-Cananéia	2009-2012	20	Salgado *et al.* (2018)
	Litoral central	2000-2014	31**	Biopesca, dados não publicados
		2015-2019	359	SIMBA (2019)
Paraná		1993-2004	143	Di Beneditto e Rosas (2008)
		2007-2009	89	Londoño (2010)
		2015-2019	302	SIMBA (2019)
Santa Catarina		1983-2014	97	Vianna *et al.* (2016)
		2015-2019	62	SIMBA (2019)

*Entrevista/*Interview*
** Encalhes = 15; captura acidental = 16
Strandings = 15; bycatch = 16

Reabilitação e cativeiro
Rehabilitation and captivity

O encalhe de botos-cinza vivos é raro no Brasil, havendo relatos pontuais de animais mantidos em reabilitação e que vieram a óbito em virtude de giardíase (Altieri *et al.*, 2007) e morbilivirose (Mutzenbecher *et al.*, 2018) (figura 2). Velozo (2006) reportou o atendimento a dois espécimes resgatados na Bahia, que permaneceram nove dias em tratamento e apresentaram sinais clínicos compatíveis com síndrome do estresse. Desde 1992, a Aquasis registrou apenas oito encalhes de indivíduos vivos, sendo 62,5% de filhotes, que sobreviveram poucas horas. A espécie é extremamente sensível ao estresse do encalhe e manejo, o que reduz as chances de sucesso durante os atendimentos. Não existem parâmetros clínicos, hematológicos e bioquímicos estabelecidos para *S. guianensis*, o que requer o uso de dados extrapolados a partir de outros delfinídeos no processo de reabilitação.

Flach *et al.* (2019) descreveram os sinais clínicos de botos-cinza de vida livre durante o evento epidêmico de morbilivirose na Baía de Sepetiba e de Ilha Grande, no Rio de Janeiro, nos anos de 2017 e 2018, que ocasionou a morte de pelo menos 263 animais. Emaciação foi o achado mais evidente, além de lesões de pele, respiração laboriosa, desorientação e ataxia, observados por meio de monitoramento embarcado (figura 3).

Relatos da manutenção de botos-cinza em cativeiro são raros. Um espécime macho de 29 anos foi mantido durante 15 anos em um aquário na Alemanha, vindo a óbito por causas naturais. Nesse período o animal foi submetido a experimentos de eletrorrecepção nas criptas das vibrissas do rostro, que identificou um limiar de detecção sensorial para campos elétricos fracos. Caballero e Baker (2009) relataram o nascimento de um híbrido em cativeiro no ambiente natural nas Ilhas do Rosário, no Caribe colombiano, no qual eram mantidos um macho e uma fêmea de *S. guianensis* e três *Tursiops truncatus*. Exames de DNA revelaram que o pai era um boto-cinza e a mãe um golfinho-nariz-de-garrafa. O indivíduo sobreviveu seis anos em cativeiro.

Live Guiana dolphin strandings are rare in Brazil, with occasional reports of animals kept in rehabilitation that died due to giardiasis (Altieri et al., 2007) and morbilivirosis (Mutzenbecher et al ., 2018) (figure 2) . Velozo (2006) reported the care of two rescued specimens in Bahia, which remained in treatment for nine days and presented clinical signs compatible with stress syndrome. Since 1992, Aquasis has recorded only eight live strandings, 62.5% of calves surviving a few hours. The species is extremely sensitive to stranding and handling stress, which reduces the chances of success during care. There are no established clinical, haematological and biochemical parameters for S. guianensis, *which requires the extrapolation of data from other delphinids in the rehabilitation process.*

Flach et al (2019) described the clinical signs of free-living Guiana dolphins during the epidemic event of morbilivirosis in Sepetiba and Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, in 2017 and 2018, which caused the death of at least 263 animals. Emaciation was the most evident finding, besides skin lesions, laboured breathing, disorientation and ataxia, observed during boat-based monitoring (figure 3).

Reports of captive Guiana dolphins are rare. A 29-year-old male specimen was kept for 15 years in an aquarium in Germany, dying from natural causes. During this period, the animal was submitted to electroreception experiments in the rostrum vibrissae crypts, which identified a weak sensory detection threshold for electric fields. Caballero and Baker (2009) reported the birth of a hybrid in captivity in a natural environment at Rosário Islands in the Colombian Caribbean, in which one male and one female S. guianensis *and three* Tursiops truncatus *were kept. DNA tests revealed the father was a Guiana dolphin and the mother a bottlenose dolphin. The individual survived six years in captivity.*

Figura 1. Boto-cinza encalhado na Praia da Taíba, São Gonçalo do Amarante/CE em 2019 (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 1. Guiana dolphin stranded at Praia da Taíba, São Gonçalo do Amarante/Ceará in 2019 (Photo: Aquasis).

Figura 2. Filhote de boto-cinza mantido em tratamento no Centro de Reabilitação de Mamíferos Marinhos (CRMM) da Aquasis. O animal veio a óbito em consequência de giardíase (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 2. Guiana dolphin calf under treatment at Aquasis Marine Mammal Rehabilitation Centre (CRMM). The animal died because of giardiasis (Photo: Aquasis).

Figura 3. Grupo de botos-cinza avistados na Baía de Sepetiba durante epizootia de morbilivirose em 2018. Observar evidente emaciação de dois animais adultos e lesões nodulares e ulceradas em filhote (Foto: Leonardo Flach, Instituto Boto-Cinza).
Figure 3. Guiana dolphin group sighted in Sepetiba Bay during morbillivirosis epizootics in 2018. Observe evidence of emaciation on two adult animals and nodular and ulcerated lesions in the calf (Photo: Leonardo Flach, Instituto Boto-Cinza).

Parasitos
Parasites

A presença de parasitos metazoários tem sido observada em botos-cinza ao longo da costa do Brasil. Dentre os helmintos, os nematoides gástricos (*Anisakis* spp.) e pulmonares (*Halocercus* spp.), bem como o trematóide intestinal *Synthesium tursionis* são mais prevalentes e estão amplamente distribuídos. Acantocéfalos intestinais (*Bolbosoma* spp.) foram reportados somente em animais do litoral sul, enquanto o trematóide gástrico *Braunina cordiformis* foi descrito parasitando botos no Rio de Janeiro e Paraná. Não há registros publicados de cestoides parasitando *S. guianensis* no país. Quanto aos ectoparasitas ou simbiontes, apenas a craca *Xenobalanus globicipitis* foi identificada em espécimes no Rio de Janeiro. A lista de parasitos descritos para a espécie encontra-se na tabela 2.

Diferenças na prevalência de *Anisakis* spp., *Halocercus* spp. e *S. tursionis* foram observadas ao longo da costa brasileira. Aparentemente, os animais encalhados no litoral sudeste e sul são mais parasitados e têm fauna parasitária mais diversa do que indivíduos do nordeste (Carvalho *et al.,* 2010; Marigo *et al.,* 2010). Essas diferenças podem refletir as variações na abundância de hospedeiros intermediários, as condições ambientais distintas ou ainda os esforços de pesquisa e detecção de parasitos menores em algumas regiões. Um levantamento de índices parasitários mais preciso é necessário para a utilização dos parasitos como indicadores biológicos de migração local, distribuição e identificação de estoques (Raga *et al.,* 2018). Todas as espécies de parasitos reportadas para o boto-cinza já foram identificadas em outros hospedeiros cetáceos, não apresentando especificidade com *S. guianensis*.

A ausência de registros no litoral de algumas unidades da federação (Amapá, Maranhão, Piauí e Espírito Santo) se deve a um menor esforço de pesquisa e/ou de publicação e não indica a ausência de parasitos nessas populações.

A maioria dos parasitos de cetáceos é inócua, porém pode causar processos patológicos relevantes dependendo do tipo de parasito, abundância, saúde do hospedeiro e presença de comorbidades (Raga *et al.*, 2018). Seade (2016), Guimarães *et al.* (2015), Marigo *et al.* (2010), Motta (2003) e Ruopollo (2003) relataram a ocorrência de pneumonias parasitárias como importante causa de morte nas populações de *S. guianensis* do Brasil. Estudos recentes revelaram um conjunto mais amplo de lesões relacionadas ao parasitismo por *H. brasiliensis* em botos-cinza incluindo: pneumonia broncointersticial fibrosante crônica com pleurite fibrovilosa, polisserosite abdominal proliferativa, esplenite e linfadenite eosinofílica multicêntrica, e vasculite sistêmica (figura 4) (Groch *et al.,* 2018a; Groch *et al.,* 2018b). A gravidade e a extensão dessas lesões, particularmente

Metazoan parasites are present in Guiana dolphins along the Brazilian coast. Among the helminths, the gastric (Anisakis *spp.) and lung* (Halocercus *spp.) nematodes, as well as the intestinal trematoda* Synthesium tursionis *are most prevalent and widely distributed. Intestinal acanthocephalans (*Bolbosoma *spp.) have only been reported in the south coast, while the gastric* Braunina cordiformis *was described parasitizing dolphins in Rio de Janeiro and Paraná. There are no records published of cestodes parasitizing* S. guianensis *in the country. Regarding ectoparasites or symbionts, only the barnacle* Xenobalanus globicipitis *was identified in specimens in Rio de Janeiro. Table 2 lists the parasites described for the species.*

Differences in prevalence of Anisakis *spp.,* Halocercus *spp. and* S. tursionis *were observed along the Brazilian coast. Apparently, animals stranded on the southeast and south coasts are more parasitized and have more diverse parasitic fauna than individuals from the northeast (Carvalho et al., 2010; Marigo et al., 2010). These differences may reflect variations in intermediate host abundance, distinct environmental conditions, or even reduced parasite research and detection efforts in some regions. A more accurate survey of parasitic indexes is required for the use of parasites as biological indicators of site migration, distribution and stock identification (Raga et al., 2018). All parasitic species reported for the Guiana dolphin have already been identified in other cetacean hosts, showing no specificity with* S. guianensis.

The absence of records from the coast of some federation units (Amapá, Maranhão, Piauí and Espírito Santo) is due to less research and/or publication effort and does not indicate the absence of parasites in these populations.

Most cetacean parasites are harmless, but can cause relevant pathological processes depending on parasite type, abundance, host health, and presence of comorbidities (Raga et al., 2018). Seade (2016), Guimarães et al. (2015), Marigo et al. (2010), Motta (2003) and Ruopollo (2003) reported the occurrence of parasitic pneumonia as an important cause of death in S. guianensis *populations in Brazil. Recent studies have revealed a broader set of parasitism-related lesions of* H. brasiliensis *in Guiana dolphins including chronic fibrous bronchointerstitial pneumonia with fibrovilous pleuritis, proliferative abdominal polyserositis, multicenter eosinophilic splenitis, and systemic vasculitis (figure 4) (Groch et al. 2018a; Groch et al., 2018b). The severity and extent of these lesions, particularly in the lungs, were probably the major contributors to pulmonary dysfunction and compromised resilience to*

Tabela 2. Parasitos metazoários de boto-cinza registrados na costa brasileira.
Table 2. Guiana dolphin metazoan parasites recorded off the Brazilian coast.

PARASITO *PARASITE*	**LOCALIDADE** *STATE*	**REFERÊNCIA** *REFERENCE*
Nematoda		
Família Anisakidae	CE, PE, BA, RJ, SP	Santos *et al.* (1996); Marigo *et al.* (2001); Di Beneditto e Ramos (2004); Melo *et al.* (2006); Iñiguez *et al.* (2009); Di Azevedo *et al.* (2017)
Anisakis typica		
Anisakis sp.	CE, RN, PB, PE, BA, PR	Carvalho *et al.* (2010); Marigo *et al.* (2010); Di Azevedo *et al.* (2017)
Família Pseudaliidae	AL, SE, BA, RJ, SP, PR	Santos *et al.* (1996); Marigo *et al.* (2001); Di Beneditto e Ramos (2004); Melo *et al.* (2006); Carvalho *et al.* (2010); Guimarães *et al.* (2015)
Halocercus brasiliensis		
Halocercus sp.	PA, CE, PE, BA	Carvalho *et al.* (2010); Seade (2016)
Trematoda		
Família Brachycladiidae	CE, BA, RJ, SP, PR, SC	Andrade e Pereira (1998); Marigo *et al.* (1999); Marigo *et al.* (2010); Alves *et al.* (2017); Ebert (2017); Este estudo
Synthesium tursionis		
Nasitrema attenuatum	SP	Ebert (2017)
Nasitrema sp.	CE, RJ	Di Beneditto e Ramos (2004); Melo *et al.* (2006); Este estudo
Família Brauninidae		
Braunina cordiformis	RJ, PR	Santos *et al.* (1996); Melo *et al.* (2006); Di Beneditto e Ramos (2004); Marigo *et al.* (2010)
Acantocephala		
Polimorphydae		
Bolbosoma spp.	PR, SC	Marigo *et al.* (2010); Alves *et al.* (2017)
Cirripedia		
Coronulidae		
Xenobalanus globicipitis	RJ	Di Beneditto e Ramos (2004)

no pulmão, provavelmente foram os principais contribuintes para a disfunção pulmonar e comprometimento da resiliência à infecção nos animais com morbilivírus (Groch *et al.,* 2018a; Groch *et al.,* 2018b).

Dentre as doenças causadas por protozoários, a toxoplasmose foi identificada pela primeira vez em um boto-cinza do Rio de Janeiro (Bandoli e De Oliveira, 1977). Mais recentemente, *T. gondii* foi identificado em um boto-cinza do estado do Paraná. O animal apresentou pneumonia intersticial, arterite multissistêmica, adrenalite multifocal e hepatite necrosante com taquizoítos e cistos teciduais. Havia também depleção linfoide esplênica (Gonzales-Viera *et al.,* 2013). Além disso, a toxoplasmose foi uma comorbidade comum em botos-cinza infectados por morbilivírus durante o recente evento de mortalidade atípica (Groch *et al.,* 2018a; Groch *et al.,* 2018b). Este patógeno provavelmente tem implicações para a conservação desta espécie, bem como para a saúde pública. Além disso, os autores recentemente identificaram protozoários ciliados em vários botos-cinza durante o evento de mortalidade atípica associado à infecção por morbilivírus. As lesões consistiam em dermatite tromboembólica, paniculite e fasciite com infarto (figura 5) (Groch *et al.,* 2018a).

Borges *et al.* (2017) avaliaram amostras de fezes de diversas espécies de mamíferos aquáticos para a pesquisa de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* sp., incluindo amostras de 31 botos-cinza encalhados nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas e Paraíba. A frequência de infecção foi de 9,67% para ambos os protozoários, havendo co-infecção pelos dois agentes em 3,22% dos animais. A descarga de fezes humanas e de animais contaminadas em rios e áreas costeiras representa a principal fonte de infecção por esses parasitas. Um caso fatal de giardíase foi reportado em filhote de boto-cinza encalhado no Ceará. O animal apresentou emaciação, desidratação, diarréia fétida, de coloração esverdeada, vindo a óbito no terceiro dia de reabilitação. Na necropsia foi verificada uma enterite hemorrágica e lipidose hepática. A presença de trofozoítos de *Giardia* sp. foi observada nas fezes e nas criptas intestinais (Altieri *et al.,* 2007).

infection in animals with morbillivirus (Groch et al., 2018a; Groch et al., 2018b).

Among protozoan diseases, toxoplasmosis was first identified in a Guiana dolphin from Rio de Janeiro (Bandoli and De Oliveira, 1977). More recently, T. gondii *was identified in a Guiana dolphin from Paraná state. The animal presented interstitial pneumonia, multisystemic arteritis, multifocal adrenalitis and necrotizing hepatitis with tachyzoites and tissue cysts. There was also splenic lymphoid depletion (Gonzales-Viera et al., 2013). Furthermore, toxoplasmosis has been a common comorbidity in dolphins infected with morbillivirus during the recent atypical death event (Groch et al 2018a; Groch et al, 2018b). This pathogen probably has implications for the conservation of this species as well as for public health. In addition, the authors recently identified ciliated protozoa in various Guiana dolphins during the atypical mortality event associated with morbillivirus infection. The lesions consisted of thromboembolic dermatitis, panniculitis and fasciitis with infarction (figure 5) (Groch et al., 2018a).*

Borges et al. (2017) evaluated faecal samples from various species of aquatic mammals in search of Cryptosporidium *spp. and* Giardia *sp., including samples from 31 Guiana dolphins stranded in the states of Bahia, Sergipe, Alagoas and Paraíba. The infection frequency was 9.67% for both protozoa, with co-infection by both agents in 3.22% of the animals. The discharge of human faeces and contaminated animals into rivers and coastal areas represents the main source of infection by these parasites. A fatal case of giardiasis was reported in a stranded Guiana dolphin calf in Ceará. The animal showed emaciation, dehydration, greenish and fetid diarrhoea, and died on the third day of rehabilitation. The necropsy revealed haemorrhagic enteritis and hepatic lipidosis. The presence of* Giardia *sp. trophozoites was observed in the faeces and intestinal crypts (Altieri et al., 2007).*

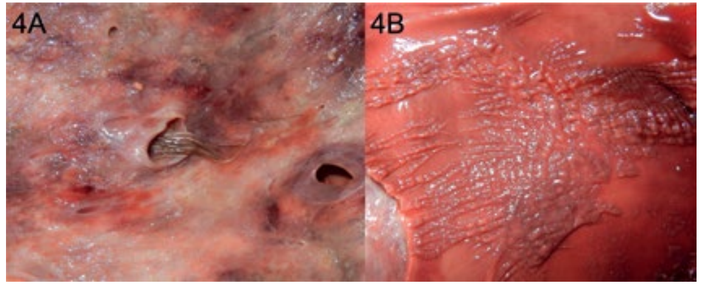


Figura 4. A - Pulmão. Moderada quantidade de nematoides (*Halocercus brasiliensis*) dentro de um brônquio secundário; B - Artéria pulmonar. Endarterite serpiginosa proliferativa crônica, multifocal, moderada a severa, associada a larvas de nematoides migrantes (não visíveis) (Fotos: Maqua/UERJ).
*Figure 4. A - Lung. Moderate amount of nematodes (*Halocercus brasiliensis*) within a secondary bronchus; B - Pulmonary artery. Moderate to severe chronic multifocal proliferative serpiginous endarteritis associated with migrating nematode larvae (not visible) (Photos: Maqua/UERJ).*

Figura 5. Pele. Infarto dermocutâneo focal com ulceração. Esta lesão é uma sequela de dermatite piogranulomatosa causada por protozoários ciliados, com vasculite necrosante dérmica profunda focal, trombose e necrose (não visível macroscopicamente) (Foto: Maqua/UERJ).
Figure 5. Skin. Focal dermocutaneous infarction with ulceration. This lesion is a sequel of pyogranulomatous dermatitis caused by ciliated protozoa, with focal deep dermal necrotizing vasculitis, thrombosis and necrosis (not macroscopically visible) (Photo: Maqua/UERJ).

Doenças infecciosas
Infectious diseases

DOENÇAS VIRAIS

Entre as doenças virais, uma nova variante de morbillivirus dos cetáceos (CeMV) foi relatada pela primeira vez em uma fêmea de *S. guianensis* encalhada em São Mateus, no estado do Espírito Santo, em 30 de novembro de 2010 (Groch *et al.,* 2014). A variante foi denominada "GD-CeMV" indicando morbillivirus dos botos-cinza (em inglês, *Guiana dolphin morbillivirus*). As lesões observadas neste animal incluíam: úlceras multifocais na mucosa oral e fenda genital, meningoencefalite, perineurite do nervo óptico e hipofisite, pneumonia intersticial linfoplasmocitária e neutrofílica, depleção linfóide e hepatite necrosante multifocal. Investigações posteriores revelaram que o animal estava co-infectado com *Brucella* sp. (Sanchez-Sarmiento *et al.,* 2019). Quatro anos depois, um estudo detectou o antígeno de CeMV em tecido pulmonar de dois botos-cinza do estado do Paraná (Domiciano *et al.,* 2016). Mais recentemente, de novembro de 2017 a março de 2018, um evento de mortalidade atípica levou à morte mais de 260 botos-cinza no Rio de Janeiro (Groch *et al.,* 2018b). Exames post-mortem e análises laboratoriais em uma grande coorte desses animais forneceram evidências de infecção por CeMV (figura 6) (Groch *et al.,* 2018b). A maioria dos indivíduos apresentava doença sistêmica aguda ou subaguda associada ao CeMV (Groch *et al.,* 2018b; Diaz-Delgado *et al.,* 2019b). O estudo das respostas imunes locais em um conjunto desses animais proporcionou a primeira caracterização dos mecanismos imunopatológicos da CeMV (Diaz-Delgado *et al.,* 2019a). Além disso, vários animais apresentavam processos de doença concomitantes graves, por exemplo, toxoplasmose, micose pulmonar e brucelose. O CeMV é uma ameaça significativa à conservação dos botos-cinza no Brasil e nas águas adjacentes da América do Sul.

VIRAL DISEASES

Among the viral diseases, a new variant of cetacean morbillivirus (CeMV) was first reported in a female S. guianensis *stranded in São Mateus, in the state of Espírito Santo, on November 30, 2010 (Groch et al., 2014). The variant was named "GD-CeMV" indicating Guiana dolphin morbillivirus. Lesions observed in this animal included: multifocal ulcers of the oral mucosa and genital slit, meningoencephalitis, optic nerve perineuritis and hypophysitis, lymphoplasmic and neutrophilic interstitial pneumonia, lymphoid depletion and multifocal necrotizing hepatitis. Further investigation revealed the animal was co-infected with* Brucella *sp. (Sanchez-Sarmiento et al., 2019). Four years later, a study detected the CeMV antigen in lung tissue from two Guiana dolphins in the state of Paraná (Domiciano et al., 2016). More recently, from November 2017 to March 2018, an atypical mortality event led to the death of more than 260 Guiana dolphins in Rio de Janeiro (Groch et al., 2018b). Post-mortem examination and laboratory analysis in a large cohort of these animals provided evidence of CeMV infection (figure 6) (Groch et al., 2018b). Most individuals had acute or subacute systemic disease associated with CeMV (Groch et al., 2018b; Diaz-Delgado et al., 2019b). The study of local immune responses in a group of these animals provided the first characterization of the immunopathological mechanisms of CeMV (Diaz-Delgado et al., 2019a). In addition, several animals had severe concomitant disease processes, for example, toxoplasmosis, pulmonary mycosis and brucellosis. The CeMV is a significant threat to the conservation of Guiana dolphins in Brazil and adjacent waters of South America.*

"Lesões de pele semelhantes a tatuagem" (*tattoo-like skin lesions, TLSLs*) foram registradas em vários botos-cinza na última década; no entanto, apenas recentemente o vírus foi histologicamente, ultraestrutural e molecularmente confirmado em um boto-cinza do Rio de Janeiro (Sacristan *et al.,* 2018). Neste caso, *Cetaceanpoxvirus* foi associado à dermatite proliferativa e inclusões intracitoplasmáticas anfofílicas características. Outros botos-cinza apresentaram lesões macroscópicas semelhantes sugestivas de infecção por *Cetaceanpoxvirus* (figura 7) (Sacristan *et al.,* 2018). O significado clinicopatológico da infecção por *Cetaceanpoxvirus* não é totalmente compreendido e provavelmente menos relevante, de acordo com as evidências atuais. No entanto, acredita-se que a incidência de TLSLs esteja associada à degradação ambiental e ao comprometimento da imunidade (Van Bressem *et al.,* 2009c). Existe o relato de um caso de infecção generalizada severa por poxvírus em um filhote de boto-cinza que encalhou vivo na costa do Pará, porém não foram reportados exame anatomopatológico ou análises moleculares confirmando o agente (S. Siciliano pers. obs. em Van Bressem *et al.,* 2009a).

Recentemente, um herpesvírus (subfamília Gammaherpesvirinae) foi associado à vulvite proliferativa com inclusões virais intranucleares em um boto-cinza, encontrado em setembro de 2014 na costa da Ilha de Marajó, Pará (Seade *et al.*, 2017). Além disso, um alphaherpesvirus foi relatado na pele, rim, fígado e sangue de um boto-cinza encontrado em janeiro de 2015, em Linhares, no Espírito Santo. As lesões da pele tinham de 1 a 3 cm de diâmetro, escurecidas, circulares ou ovais, e uma delas era ulcerada. Microscopicamente foram caracterizadas por dermatite proliferativa crônica (Sacristan *et al.,* 2019).

É provável que outros vírus menos conhecidos sejam identificados nos botos-cinza. Recentemente, foram encontradas evidências moleculares de Polyomavirus em tecido pulmonar de um boto-cinza morto durante o evento de mortalidade atípica que ocorreu no Rio de Janeiro (2017-2018) (Favero *et al.,* manuscrito em elaboração). Estudos filogenéticos preliminares sugerem que este vírus é uma variante do único caso descrito de Polyomavirus 1 em um golfinho-comum

Tattoo-like skin lesions (TLSLs) were recorded on various Guiana dolphins in the last decade, however, only recently the virus was histologically, ultra structurally and molecularly confirmed in a Guiana dolphin from Rio de Janeiro (Sacristan et al., 2018). In this case, Cetaceanpoxvirus was associated with proliferative dermatitis and characteristic amphophilic intracytoplasmic inclusions. Other Guiana dolphins had similar macroscopic lesions suggestive of Cetaceanpoxvirus infection (figure 7) (Sacristan et al., 2018). The clinicopathological significance of Cetaceanpoxvirus infection is not fully understood and is probably less relevant, according to current evidence. However, the incidence of TLSLs is believed to be associated with environmental degradation and impaired immunity (Van Bressem et al., 2009c). A case of severe widespread poxvirus infection was reported in a live Guiana dolphin calf off the coast of Pará, but no pathological examination or molecular analysis was reported confirming the agent (S. Siciliano pers. obs. in Van Bressem et al., 2009a).

Recently, a herpesvirus (Gammaherpesvirinae subfamily) was associated with proliferative vulvitis with intranuclear viral inclusions in a Guiana dolphin, found in September 2014 on the coast of Marajó Island, Pará (Seade et al., 2017). In addition, an alphaherpesvirus was reported on the skin, kidney, liver and blood of a Guiana dolphin found in January 2015 in Linhares, Espírito Santo. The skin lesions were 1 to 3 cm in diameter, darkened, circular or oval, and one of them was ulcerated. Microscopically they were characterized by chronic proliferative dermatitis (Sacristan et al., 2019).

*Other lesser-known viruses are likely to be identified in Guiana dolphins. Recently, molecular evidence of Polyomavirus was found in lung tissue of a dead Guiana dolphin during the atypical mortality event that occurred in Rio de Janeiro (2017-2018) (Favero et al., in prep.). Preliminary phylogenetic studies suggest this virus is a variant of the only described case of Polyomavirus 1 in a California common dolphin (*Delphinus delphis*). Ongoing research will help to elucidate the molecular characteristics of this pathogen. Additionally, genital papillomatosis was suspected in a*

(*Delphinus delphis*) da Califórnia. Pesquisas em andamento ajudarão a elucidar as características moleculares deste agente patogênico. Adicionalmente, suspeitou-se de papilomatose genital em um boto-cinza do Espírito Santo (Marcondes, M. observação pessoal em Van Bressem *et al.,* 2009a), embora não exista confirmação definitiva.

Figura 6. Carcaças de boto-cinza resgatadas em um dia durante epizootia de morbilivirose nas Baías de Sepetiba e Ilha Grande, Rio de Janeiro, nos anos de 2017 e 2018, e que provocou a morte de pelo menos 260 animais (Foto: Leonardo Flach, Instituto Boto-Cinza).

Figure 6. Guiana dolphin carcasses rescued in one day during morbillivirus epizootic in Sepetiba and Ilha Grande Bays, Rio de Janeiro, in 2017 and 2018, which caused the death of at least 260 animals (Photo: Leonardo Flach, Instituto Boto-Cinza).

Guiana dolphin in Espírito Santo (Marcondes, M. personal observation in Van Bressem et al., 2009a), although there is no definitive confirmation.

Figura 7. Pele. Dermatite proliferativa e erosiva multifocal circular a oval com hiperqueratose, compatível com estágios crônicos de "lesões de pele semelhantes a tatuagem" (Foto: Maqua/UERJ).

Figure 7. Skin. Circular to oval multifocal erosive proliferative dermatitis with hyperkeratosis, compatible with chronic stages of tattoo-like skin lesions (Photo: Maqua/UERJ).

DOENÇAS BACTERIANAS

O conhecimento sobre doenças bacterianas em botos-cinza ainda é bastante limitado. A primeira evidência de infecção por *Brucella* sp. na espécie foi relatada recentemente (Sanchez-Sarmiento *et al.,* 2019). O animal apresentava infecção concomitante com CeMV (ver acima). Este animal teve resultado positivo para *Brucella* sp. por PCR convencional e PCR em tempo real em linfonodo pulmonar, e positivo por imunohistoquímica em vários tecidos. A brucelose é preocupante para os botos-cinza devido à relevância clinicopatológica e implicações potenciais para a saúde pública. Os autores registraram *Klebsiella pneumoniae* no exsudato mediastinal e exsudato brônquico em dois botos-cinza, respectivamente, e *Escherichia coli* no exsudato brônquico de um boto-cinza durante o recente evento de mortalidade atípica por CeMV.

Diversas espécies de *Vibrio e Aeromonas*, bem como *Plseiomonas shigelloides*, foram isoladas a partir das cavidades naturais de três espécimes de boto-cinza encalhados ou capturados acidentalmente em redes de pesca no Rio de Janeiro. Apesar de não ter sido reportada a associação direta com lesões, esses patógenos foram elencados como oportunistas para *S. guianensis* e potenciais ameaças para a saúde pública (Pereira *et al.,* 2007, 2008). Lesões na coluna vertebral, sugestivas de infecção por micobactérias, foram diagnosticadas em um indivíduo no Rio de Janeiro (Siciliano *et al.,* 2005). Embora muitas bactérias possam afetar os botos-cinza, há poucas informações disponíveis atualmente. Mais estudos abordando o bacterioma e as doenças bacterianas nesta espécie são necessários.

BACTERIAL DISEASES

Knowledge about bacterial diseases in Guiana dolphins still is quite limited. The first evidence of Brucella *sp. in the species was recently reported (Sanchez-Sarmiento et al., 2019). The animal had concomitant infection with CeMV (see above). This animal was positive for* Brucella *sp. by conventional PCR and real time PCR on pulmonary lymph node, and positive by immunohistochemistry on various tissues. Brucellosis is of concern to Guiana dolphins due to its clinicopathological relevance and potential public health implications. The authors reported* Klebsiella pneumoniae *in mediastinal exudate and bronchial exudate in two Guiana dolphins, respectively, and* Escherichia coli *in bronchial exudate of a Guiana dolphin during the recent event of atypical CeMV mortality.*

Several species of Vibrio *and* Aeromonas*, as well as* Plseiomonas shigelloides*, were isolated from the natural cavities of three specimens of Guiana dolphins stranded or caught accidentally in fishing nets in Rio de Janeiro. Although no direct association with injuries was reported, these pathogens were listed as opportunistic for* S. guianensis *and potential threats to public health (Pereira et al., 2007, 2008). Spinal injuries suggestive of mycobacterial infection were diagnosed in an individual from Rio de Janeiro (Siciliano et al., 2005). Although many bacteria can affect Guiana dolphins, there is little information available today. Further studies addressing the bacteriome and bacterial diseases in this species are needed.*

DOENÇAS FÚNGICAS

As doenças fúngicas estão sendo cada vez mais reconhecidas em cetáceos em todo o mundo, sendo mais prevalentes em cetáceos em cativeiro, mas infecções espontâneas de ocorrência natural também são registradas (Leger *et al.,* 2018). No entanto, o conhecimento atual da doença fúngica em botos-cinza é muito limitado. A pneumonia fúngica por hifas foi observada em dois botos-cinza co-infectados com CeMV durante o recente evento de mortalidade atípica (Diaz-Delgado *et al.,* 2019b). As características citomorfológicas dos fungos nestes casos eram compatíveis com Mucorales, porém não foi obtida uma confirmação molecular definitiva (Diaz-Delgado *et al.,* 2019b).

A *Paracoccidioidomicose ceti*, uma doença granulomatosa cutânea crônica com aspecto queloideano, foi inicialmente descrita como lacaziose/lobomicose, por acreditar-se que era causada por *Lacazia loboi*, que leva à formação de granulomas cutâneos em humanos (Vilela *et al.,* 2016). No entanto, estudos moleculares mostraram que o agente etiológico tem uma maior homologia com *Paracoccidioides brasiliensis* do que com *L. loboi* (Esperon *et al.,* 2012; Vilela *et al.,* 2016). O primeiro relato em um boto-cinza foi em uma fêmea adulta grávida, capturada no estuário do rio Suriname, no verão de 1971. Observaram-se lesões cutâneas queloidais cobrindo o rostro e a área sob a nadadeira peitoral direita. Histologicamente, havia extensa dermatite granulomatosa com células semelhantes a leveduras dentro de células gigantes, histiócitos e espaços intercelulares (De Vries, 1973). Pesquisas baseadas em observação e fotoidentificação detectaram uma prevalência de 3,9% de P*aracoccidioidomicose ceti* (previamente chamada de "doença semelhante à lacaziose") em 103 botos-cinza identificados em 2006-2007 no estuário de Paranaguá, estado do Paraná (Van Bressem *et al.,* 2009b), no entanto, não foi obtida confirmação histopatológica ou molecular nestes casos.

FUNGAL DISEASES

Fungal diseases are being increasingly recognized in cetaceans worldwide, being more prevalent in captive cetaceans, but spontaneous, naturally occurring infections are also reported (Leger et al., 2018). However, current knowledge of fungal disease in Guiana dolphins is very limited. Hyphal fungal pneumonia was observed in two CeMV co-infected Guiana dolphins during the recent atypical mortality event (Diaz-Delgado et al., 2019b). In this case, the fungi cytomorphological characteristics were compatible with Mucorales, although a definitive molecular confirmation could not be obtained (Diaz Delgado et al., 2019b).

The Paracoccidioidomycosis ceti, *a keloid-like chronic cutaneous granulomatous disease, was initially described as Lacaziosis/Lobomycosis, as it was believed to be caused by* Lacazia loboi, *which leads to the formation of cutaneous granulomas in humans (Vilela et al., 2016). However, molecular studies showed the etiologic agent had greater homology with* Paracoccidioides brasiliensis *than with* L. loboi *(Esperon et al., 2012; Vilela et al., 2016). The first report on a Guiana dolphin was in a pregnant adult female captured in the Suriname River estuary in the summer of 1971. Keloid skin lesions covered the rostrum and base of the right pectoral fin. Histologically, there was extensive granulomatous dermatitis with yeast-like cells within giant cells, histiocytes and intercellular spaces (De Vries, 1973). Observation and photoidentification research detected a 3.9% prevalence of* Paracoccidioidomycosis ceti *(former lacaziosis-like disease) in 103 Guiana dolphins identified in 2006-2007 in the Paranaguá estuary, Paraná state (Van Bressem et al. al., 2009b), however, no histopathological or molecular confirmation was obtained in these cases.*

Doenças não infecciosas
Non-infectious diseases

As doenças não infecciosas, nas quais não há etiologia microbiana ou parasitária, incluem neoplasias, malformações, doenças perinatais, doenças metabólicas, traumas, interações intra e interespecíficas, dentre outras. A asfixia provocada pela captura acidental em petrechos de pesca representa a principal causa de mortalidade de *S. guianensis* ao longo da costa brasileira. Cortes, perfurações e amputações decorrentes de interação com equipamentos de pesca, bem como as infecções secundárias, podem comprometer severamente a saúde de animais que sobreviveram a um incidente. Considerando a complexidade do tema e os diversos aspectos das interações do boto-cinza com a pesca, o capítulo 6 deste livro deverá ser consultado para maiores informações.

A presença de baços acessórios é comumente associada a defeitos congênitos em seres humanos e outras espécies de mamíferos. No entanto, sua ocorrência é comum em diversas espécies de cetáceos, nos quais tem função de reservatório complementar de sangue e de órgão linfóide compensatório à atividade esplênica. Em amplo estudo realizado no Brasil, a frequência de ocorrência de baços acessórios em *S. guianensis* foi de 63,2% (Silva *et al.,* 2014).

Marigo *et al.* (2010) relataram dois casos de malformação congênita em fetos de botos-cinza oriundos da Baía de Guanabara, que apresentaram monstruosidade fetal similar a *Schistosomus reflexus*. Nessa patologia, relatada mais comumente em bovinos, há fechamento incompleto da parede abdominal ventral e exposição das vísceras abdominais. No entanto, casos de *Schistosomus reflexus* verdadeiros devem incluir inversão da coluna vertebral, o que não foi observado nos dois exemplares examinados. No mesmo ano, uma terceira fêmea de boto-cinza prenhe de feto com defeitos congênitos similares foi registrada no Ceará.

Não foram encontrados registros publicados sobre neoplasias em botos-cinza. Malformações ósseas e traumas serão discutidos no tópico a seguir.

Non-infectious diseases, in which there is no microbial or parasitic aetiology, include neoplasms, malformations, perinatal diseases, metabolic diseases, trauma, intra and interspecific interactions, among others. Asphyxiation caused by accidental capture in fishing nets represents the main cause of S. guianensis *mortality along the Brazilian coast. Cuts, perforations and amputations due to interaction with fishing gear, as well as secondary infections, can severely compromise the health of animals that survive an incident. Considering the complexity of the theme and the various aspects of Guiana dolphin interactions with fisheries, chapter 6 of this book should be consulted for more information.*

The presence of accessory spleens is commonly associated with birth defects in humans and other mammalian species. However, its occurrence is common in several cetacean species, in which it works as a complementary blood reservoir and lymphoid organ compensatory to splenic activity. In a large study conducted in Brazil, the frequency of accessory spleen occurrence in S. guianensis *was 63.2% (Silva et al., 2014).*

Marigo et al. (2010) reported two cases of congenital malformation in Guiana dolphin foetuses from Guanabra Bay, which presented foetal monstrosity similar to Schistosomus reflexus. *In this pathology, most commonly reported in cattle, there is incomplete closure of the ventral abdominal wall and exposure of abdominal viscera. However, true* Schistosomus reflexus *cases should include spinal inversion, which was not observed in either specimens examined. In the same year, a third female pregnant with a foetus with similar birth defects was registered in Ceará.*

There are no published records of neoplasia in Guiana dolphins. Bone malformations and trauma will be discussed in the following section.

Osteopatologia
Osteopathology

A ocorrência de patologia óssea afetando diversas áreas do esqueleto, além de dentes, foi verificada em *S. guianensis* em diferentes regiões do Brasil (Fragoso, 2006; Van Bressem *et al.,* 2007; Laeta *et al.,* 2010; Loch *et al.,* 2017). Estudos anteriores relacionam lesões ósseas em cetáceos a diferentes causas, como envolvimento com artefatos de pesca, choques com embarcações, comportamento agressivo entre indivíduos, contaminação ambiental, endocruzamento em populações pequenas, infecções, parasitose, estresse funcional e envelhecimento dos indivíduos (Jepson e Baker, 1998; Kompanje, 1999; Furtado e Simões-Lopes, 1999; Ramos *et al.,* 2001; Fragoso, 2001; 2006; Wedekin *et al.,* 2004; Van Bressem *et al.,* 2007; Simões-Lopes, 2008; Laeta *et al.,* 2010).

Casos de patologias dentárias e doenças periodontais, incluindo fraturas, perda de dentes, cáries, dentes geminados e reabsorção óssea, foram relatados para botos-cinza de diferentes áreas do litoral brasileiro, especialmente da região sul do Brasil (Fragoso, 2006; Simões-Lopes, 2006; Van Bressem *et al.,* 2007; Loch *et al.,* 2011; 2017). Novas abordagens vêm sendo utilizadas com auxílio de exames de imagem (Loch *et al.,* 2017), trazendo resultados inéditos para a espécie.

Lesões traumáticas, como fraturas, são as mais recorrentes (Fragoso, 2006; Simões-Lopes *et al.,* 2008). Os traumas podem ter diversas origens, sejam elas naturais, como interação inter e intraespecífica (Silva *et al.,* 2010), como também antrópicas, como choques com embarcações e interação com a pesca (Wedekin *et al.,* 2004; D´Azeredo *et al.,* 2009). Há relatos de casos de fraturas em diversas regiões do esqueleto, incluindo o axial, o apendicular e o sincrânio em ossos de boto-cinza (Ramos *et al.,* 2001; Fragoso, 2001; 2006; Avila *et al.,* 2002; Motta, 2006; Van Bressem *et al.,* 2007; Simões-Lopes *et al.,* 2008; Silva *et al.,* 2010). Em muitos casos as fraturas já estavam consolidadas ou em consolidação.

Casos de interação agressiva entre *S. guianensis* e outras espécies de cetáceos (e.g. *T. truncatus*) já foram citados (Wedekin *et al.,* 2004) e podem estar relacionados a algumas das lesões traumáticas. Também destaca-se o caso de lesão em vértebra lombar por ferrão de arraia da família Dasyatidae (Silva *et al.,* 2010). A evidência de comportamento de alimentação da espécie no fundo pode explicar tal ocorrência (Rossi-Santos e Wedekin, 2006). Lesões ósseas por interação antrópica geralmente estão relacionadas à interação com a pesca. Tais lesões podem afetar diferentes regiões do corpo, como escápula (Fragoso, 2001; Motta, 2006), rostro (Ramos *et al.,* 2001; Fragoso, 2006) e nadadeiras peitorais (Fragoso, 2001; 2006). Destacam-se dois casos descritos no Rio de Janeiro (Ramos, 2001; Fragoso, 2006) em que puderam ser visualizados os sinais de remodelação óssea após o evento, levando a crer que os animais não vieram à morte por conta dos traumas. No entanto, mais investigações devem ser realizadas sobre os efeitos sub-letais gerados após traumas desta natureza. Feridas abertas, geralmente, acabam sendo porta de entrada para patógenos e, dependendo das lesões, os animais também podem diminuir a sua mobilidade ou condição para alimentação.

Malformação e anomalias congênitas foram mencionados para sincrânio, nadadeiras peitorais, partes do esqueleto e principalmente vértebras (Fragoso, 2001; 2006; Simões-Lopes, 2006; Simões-Lopes *et al.,* 2008; Laeta *et al.,* 2010a; 2010b; Marigo et al., 2013). Algumas alterações na região cervical (Fragoso, 2001; Laeta *et al.,* 2010b; Van Bressem *et al.,* 2007) podem estar mais relacionadas às diferenças populacionais, como sugerido por Fettuccia e colaboradores (2013). O alto índice de casos de anomalias registrados na Baía de Guanabara (Fragoso, 2001) pode estar relacionado a fatores como a poluição. Casos de alterações degenerativas, com registros de zigartrose e discartrose na coluna vertebral, relacionadas ao processo de envelhecimento ou degeneração das articulações, foram registrados em diferentes populações do litoral brasileiro (Furtado e Simões-Lopes, 1999; Fragoso, 2006; Van Bressem *et al.,* 2007). Outros registros na coluna vertebral ligados a casos de espondiloartrite, osteomielite, espondilite infecciosa e hiperostose vertebral idiopática difusa (DISH) foram verificados em indivíduos do litoral do Rio de Janeiro e Santa Catarina (Fragoso, 2006; Sousa *et al.,* 2006; Simões-Lopes *et al.,* 2008). Lesões osteolíticas severas nos pterigóides foram observadas em um indivíduo no Rio de Janeiro, possivelmente provocadas pelo nematóide *Crassicauda* sp., (Vam Bressem *et al.,* 2007).

Bone pathologies affecting several areas of the skeleton, besides teeth, are observed in S. guianensis *in different regions of Brazil (Fragoso, 2006; Van Bressem et al., 2007; Laeta et al., 2010; Loch et al., 2017). Previous studies have linked bone lesions observed in cetaceans to different causes, such as interaction with fishing gear, shipstrikes, aggressive behaviour among individuals, environmental contamination, small population inbreeding, infections, parasitosis, functional stress and aging (Jepson and Baker, 1998; Kompanje, 1999; Furtado and Simões-Lopes, 1999; Ramos et al., 2001; Fragoso, 2001; 2006; Wedekin et al., 2004; Van Bressem et al., 2007; Simões-Lopes, 2008; Laeta et al., 2010).*

Cases of dental and periodontal diseases, including fractures, tooth loss, cavities, twin teeth and bone reabsorption were reported for Guiana dolphins from different areas of the Brazilian coast, especially southern Brazil (Fragoso, 2006; Simões-Lopes, 2006; Van Bressem et al., 2007; Loch et al., 2011; 2017). New approaches, with the aid of imaging exams (Loch et al., 2017) are bringing unprecedented results for the species.

Traumatic injuries, such as fractures, are usually the most recurrent type (Fragoso, 2006; Simões-Lopes et al., 2008). Traumas may have various origins, whether natural, such as inter and intraspecific interaction (Silva et al., 2010), or anthropic, such as collision with boats and interaction with fisheries (Wedekin et al., 2004; D´Azeredo et al., 2009). Cases of fractures in various skeletal regions, including the axial, appendicular, and synchranium, are mentioned for Guiana dolphin bones (Ramos et al., 2001; Fragoso, 2001; 2006; Avila et al., 2002; Motta, 2006; Van Bressem et al., 2007; Simões-Lopes et al., 2008; Silva et al., 2010). In many cases, the fractures were already consolidated or in consolidation.

Cases of aggressive interaction between S. guianensis *and other cetaceans (e.g.* T. truncatus*) were previously mentioned (Wedekin et al., 2004) and could be related to some traumatic lesions. Injury in lumbar vertebra derived by stingray from the Dasyatidae family are also noteworthy (Silva et al., 2010). Evidence of bottom feeding behaviour in this species may explain this occurrence (Rossi-Santos and Wedekin, 2006). Bone injuries caused by anthropic interaction are generally related to fishing activities. Such lesions may affect different body regions, such as scapula (Fragoso, 2001; Motta, 2006), rostrum (Ramos et al., 2001; Fragoso, 2006) and pectoral fins (Fragoso, 2001; 2006). Two cases described in Rio de Janeiro (Ramos, 2001; Fragoso, 2006), in which signs of bone remodelling after the event could be visualized, lead to the belief that the animals did not die due to the trauma. However, further investigations should be conducted on the sub-lethal effects generated after trauma of this nature. Open wounds are a gateway to pathogens and, depending on the injuries, animals may also decrease mobility or feeding.*

Cases of malformation and congenital abnormalities are mentioned for sincranium, pectoral fins, parts of the skeleton and especially vertebrae (Fragoso, 2001; 2006; Simões-Lopes, 2006; Simões-Lopes et al., 2008; Laeta et al., 2010a; 2010b; Marigo et al., 2013). Some changes in the cervical region (Fragoso, 2001; Laeta et al., 2010b; Van Bressem et al., 2007) may be more related to population differences, as suggested by Fettuccia et al. (2013). The high rate of anomalies reported in Guanabara Bay specimens (Fragoso, 2001) may be related to factors such as pollution. Investigation of possible determinant factors, whether environmental or genetic predisposition, should be undertaken in the future.

Degenerative alterations, with cases of vertebral zygarthrosis and discarthrosis, related to aging or degeneration of the joints, were recorded in different populations on the Brazilian coast (Furtado and Simões-Lopes, 1999; Fragoso, 2006; Van Bressem et al., 2007). Other records in the spine linked to cases of spondyloarthritis, osteomyelitis, infectious spondylitis and diffuse idiopathic spinal hyperostosis (DISH), were found in individuals from Rio de Janeiro and Santa Catarina (Fragoso, 2006; Sousa et al., 2006; Simões-Lopes et al., 2008). Severe osteolytic injuries in the pterygoid were observed in an individual from Rio de Janeiro, possibly caused by the nematode Crassicauda *sp., (Van Bressem et al., 2007).*

(Foto Enrico Marcovaldi)

Contaminantes
Contaminants

José Lailson-Brito, Elitieri Batista Santos-Neto, Bárbara M. R. Manhães e Tatiana Lemos Bisi.

(Foto: Marcos Rossi Santos)

Existe uma preocupação crescente com a poluição no ambiente marinho e sua consequente repercussão negativa sobre a biota. Lançamentos diretos em corpos d'água, somados ao transporte atmosférico, fazem com que os micropoluentes estejam amplamente distribuídos, alguns de forma global (Goldberg, 1995; Wania e Mackay, 1996). Muitos desses poluentes são passíveis de incorporação e acumulação pela biota, especialmente os que têm afinidades por lipídios e proteínas. Assim, eles podem vencer barreiras biológicas, alcançando sistemas fisiológicos e, por vezes, comprometer a saúde de seres vivos (Mason *et al.*, 1996).

Existem muitos desafios para o controle e diminuição da poluição a partir da melhoria dos processos industriais e aplicações e usos de micropoluentes. Porém, existe um grande passivo retido no sistema abiótico, especialmente nos sedimentos, e porque não dizer, na própria biota (Marins *et al.* 1999; Lailson-Brito *et al.*, 2010). Somam-se a isso as mudanças climáticas e sua consequente alteração de ciclos biogeoquímicos que vem modificando a dinâmica de poluentes, disponibilizando elementos e compostos que estavam imobilizados (Booth e Zeller, 2005).

Assim, fica clara a necessidade de monitorar a contaminação dos sistemas aquáticos, pois a poluição pode comprometer fontes proteicas importantes para o homem, assim como, prejudicar a biodiversidade, alterando o fluxo de energia a partir do comprometimento da saúde de populações e afetando a reprodução dos animais.

Alguns organismos têm sido utilizados para monitorar a poluição ambiental e os cetáceos, especialmente os delfinídeos, vêm sendo utilizados como sentinelas da contaminação dos sistemas aquáticos (Das *et al.*, 2003; Lailson-Brito, 2007). As concentrações em seus tecidos podem auxiliar a compreensão da disponibilidade de poluentes, visto que, devido ao processo de bioacumulação e biomagnificação ao longo das teias tróficas, acabam por apresentar altas cargas de contaminantes.

Na costa brasileira, o boto-cinza é o delfinídeo mais estudado sob o ponto de vista da acumulação de contaminantes. Algumas características fazem da espécie um excelente modelo

There is growing concern with pollution in the marine environment and its negative impact on biota. Direct releases into water bodies, added to atmospheric transport, make micropollutants widely distributed, some even globally (Goldberg, 1995; Wania and Mackay, 1996). Many of these pollutants are incorporated and accumulated by biota, especially those having affinity for lipids and proteins. They can overcome biological barriers, reaching physiological systems and sometimes compromising the health of living beings (Mason et al., 1996).

There are many challenges to controlling and reducing pollution by improving industrial processes and micropollutant use. However, there is a passive retained in the abiotic system, especially in sediments, and also in biota (Marins et al 1999; Lailson-Brito et al., 2010). Summed to this is climate change and the consequent modification of biogeochemical cycles that is altering the dynamics of pollutants, making available elements and compounds which were immobilized (Booth and Zeller, 2005).

Clearly, it is necessary to monitor the contamination of aquatic systems, because pollution can compromise important sources of protein for humans, as well as impair biodiversity, changing the flow of energy by compromising the health of populations and by affecting animal reproduction.

Some organisms have been used to monitor environmental pollution and cetaceans, especially the Delphinidae, have been used as sentinels of aquatic systems contamination (Das et al. 2003; Lailson-Brito, 2007). Concentrations in their tissues may help to understand pollutant availability, since the bioaccumulation and biomagnification process throughout the trophic webs results in high contaminant burdens.

On the Brazilian coast, the Guiana dolphin is the most studied delphinid regarding contaminant accumulation. Some characteristics make the species an excellent model for ecotoxicological studies, as it is exclusively coastal, shows site fidelity, high residence pattern, a long life span (about 30 years) and a high trophic position (Azevedo et al., 2004; Bisi et al., 2012). Therefore, the Guiana dolphins integrate spatially

para estudos ecotoxicológicos, pois apresenta distribuição exclusivamente costeira, fidelidade de sítio, alto padrão de residência, um longo tempo de vida (cerca de 30 anos) e elevada posição trófica (Azevedo *et al.,* 2004; Bisi *et al.,* 2012). Portanto, o boto-cinza integra espacial e temporalmente sinais de poluição, e, por ficar exposto a um grande conjunto de contaminantes, acaba por apresentar altíssimas concentrações de xenobióticos.

Nesse capítulo buscamos dar um panorama do que se sabe até o momento sobre a contaminação do boto-cinza pelos principais compostos e elementos estudados.

and temporally pollution signals, and by being exposed to a large number of contaminants, end up with very high concentrations of xenobiotics.

In this chapter we provide an up to date overview of Guiana dolphin contamination by the main compounds and elements studied.

Panorama Geral - Variação geográfica e acumulação em diferentes tecidos

Overview - Geographic variation and accumulation in different tissues

COMPOSTOS ORGANOHALOGENADOS

Os compostos organohalogenados, especialmente os organoclorados e organobromados, tiveram e, em muitos casos, ainda têm, uma ampla utilização ao redor do mundo (Walker *et al.,* 1997). Os compostos organoclorados mais estudados podem ser divididos em dois grupos: (1) as bifenilas policloradas (PCBs), associadas a áreas industriais e com contigentes populacionais que utilizaram equipamentos elétricos, como geradores e capacitores; e (2) os de origem agrícola e utilizados também para o controle de vetores de doenças, chamados de pesticidas, que incluem o diclorodifeniltricloroetano (DDT) e seus metabólitos, o hexaclorociclohexano (HCH) e seus isômeros, e o hexaclorobenzeno (HCB), além do mirex. Muitos desses compostos organoclorados tiveram seus usos e fabricação proibidos em diversos países devido aos seus efeitos tóxicos observados em organismos, incluindo o homem.

Em relação aos compostos organobromados, os PBDEs foram amplamente utilizados, desde a década de 70, como retardantes de chamas em estofamentos, utensílios plásticos,

ORGANOHALOGEN COMPOUNDS

The organohalogen compounds, especially organochlorine and organobromine, were and, in many cases, still are, widely used around the world (Walker et al., 1997). The most studied organochlorine compounds may be divided in two groups : (1) the polychlorinated biphenyls (PCBs), associated to industrial areas and population contingents that used electrical equipment, such as generators and capacitors; and (2) those of agricultural origin and used to control disease vectors, called pesticides, which include dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and its metabolites, hexachlorocyclohexane (HCH) and its isomers, and hexachlorobenzene (HCB), in addition to mirex. Many of these organochlorine compounds have been banned in many countries because of their toxic effects on organisms, including humans.

With respect to organobromined compounds, PBDEs have been widely used since the 1970s as flame retardants in upholstery, plastics, furniture, electronics and textiles (EPA, 2014). These compounds are added to products without reacting

mobílias, equipamentos eletrônicos e itens têxteis (EPA, 2014). Esses compostos são adicionados aos produtos sem reagirem quimicamente. Com isso, podem lixiviar e evaporar, alcançando o meio ambiente. Há relatos de efeitos deletérios nos sistemas nervoso, imunológico e endócrino atribuídos a esses compostos (Marsili *et al.,* 2008; ATSDR, 2017).

A alimentação é a principal via de contaminação por compostos organohalogenados para os cetáceos. Devido às suas características físico-químicas, os compostos organohalogenados apresentam uma baixa taxa de degradação e uma grande afinidade por lipídios (EPA, 2014). Com isso, tendem a persistir no ambiente e acumular nos organismos (Alonso *et al.,* 2010; Lailson-Brito *et al.,* 2010), atingindo altas concentrações em animais topo de cadeia, como os cetáceos, devido ao processo de biomagnificação (Borga *et al.,* 2001; Dorneles *et al.,* 2010; Alonso *et al.,* 2014; Vidal, 2015).

COMPOSTOS ORGANOCLORADOS

A maior parte dos trabalhos já publicados sobre compostos organoclorados em botos-cinza concentram-se nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (Yogui *et al.,* 2003; Kajiwara *et al.,* 2004; Alonso *et al.,* 2010; Lailson-Brito *et al.,* 2010), com a exceção de um trabalho realizado na região Nordeste (Santos-Neto *et al.,* 2014; tabela 1).

Os PCBs e DDTs são os compostos que apresentaram as maiores concentrações no tecido adiposo subcutâneo do boto-cinza ao longo da costa do Brasil. Para os PCBs, as maiores concentrações no tecido adiposo subcutâneo foram observadas em indivíduos coletados na Baía de Guanabara (RJ), uma área extremamente industrializada (Lailson-Brito *et al.,* 2010). Em seguida, destacam-se as concentrações encontradas em botos-cinza coletados no estado de São Paulo (Alonso *et al.,* 2010; Yogui *et al.,* 2003), Paraná (Kajiwara *et al.,* 2004) e, por último, no Ceará (Santos-Neto *et al.,* 2014). Já para o DDT e seus metabólitos, as maiores concentrações foram encontradas em indivíduos coletados em áreas com maior influência agrícola, como no

chemically. Thus, they can leach and evaporate, reaching the environment. There are reports of deleterious effects on the nervous, immune and endocrine systems attributed to these compounds (Marsili et al., 2008; ATSDR, 2017).

Food is the main source of contamination by organohalogen compounds in cetaceans. Due to their physicochemical characteristics, organohalogen compounds have a low degradation rate and a high affinity for lipids (EPA, 2014). Therefore, they tend to persist in the environment and accumulate in organisms (Alonso et al., 2010; Lailson-Brito et al., 2010), reaching high concentrations in top predators such as cetaceans, due to biomagnification (Borga et al., 2001; Dorneles et al., 2010; Alonso et al., 2014; Vidal, 2015).

ORGANOCHLORINE COMPOUNDS

Most studies published on organochlorine compounds in Guiana dolphins focus on the Southeast and South of Brazil (Yogui et al., 2003; Kajiwara et al., 2004; Alonso et al., 2010; Lailson-Brito et al., 2010), with the exception of one study conducted in the Northeast region (Santos-Neto et al., 2014; table 1).

PCBs and DDTs are the compounds with the highest concentrations in subcutaneous adipose tissue of Guiana dolphins along the Brazilian coast. For PCBs, the highest concentrations were observed in individuals from Guanabara Bay (Rio de Janeiro), a highly industrialized area (Lailson-Brito et al., 2010). Following that, we highlight the concentrations found in Guiana dolphins collected in the state of São Paulo (Alonso et al., 2010; Yogui et al., 2003), Paraná (Kajiwara et al., 2004) and, last, from Ceará (Santos-Neto et al., 2014). For DDT and its metabolites, the highest concentrations were found in individuals collected in areas with greater agricultural influence, such as the state of Paraná and the southern coast of São Paulo (Yogui et al., 2003; Kajiwara et al., 2004; Alonso et al., 2010; Lailson-Brito et al., 2010), followed by coastal bays of Rio de Janeiro (Lailson-Brito et al., 2010) and, with the

estado do Paraná e no litoral sul de São Paulo (Yogui *et al.*, 2003; Kajiwara *et al.*, 2004; Alonso *et al.*, 2010; Lailson-Brito *et al.*, 2010), seguido pelas baías costeiras do Rio de Janeiro (Lailson-Brito *et al.*, 2010) e, com as menores concentrações, os espécimes coletados no Ceará (Santos-Neto *et al.*, 2014) (figura 1).

Os demais pesticidas clorados (HCH e seus isômeros, HCB e Mirex) bioacumularam em menores concentrações no boto-cinza quando comparado aos PCBs e DDTs (tabela 1). Para o HCH e seus isômeros, as maiores concentrações foram encontradas em indivíduos coletados no estado de São Paulo, especificamente na Baixada Santista (Alonso *et al.*, 2010). Nas demais regiões, as concentrações foram similarmente menores (Yogui *et al.*, 2003; Kajiwara *et al.*, 2004; Santos-Neto *et al.*, 2014). Para o HCB, as maiores concentrações foram encontradas em indivíduos coletados no Paraná (Kajiwara *et al.*, 2004; Lailson-Brito *et al.*, 2010), seguido pelos espécimes coletados em São Paulo (Alonso *et al.*, 2010) e na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Lailson-Brito *et al.*, 2010). Por fim, as maiores concentrações do Mirex foram encontradas em indivíduos coletados no estado de São Paulo, nas regiões de Ubatuba e da Baixada Santista (Alonso *et al.*, 2010)

lowest concentrations, specimens collected in Ceará (Santos-Neto et al., 2014) (figure 1).

The other chlorinated pesticides (HCH and its isomers, HCB and Mirex) bioaccumulated in lower concentrations in Guiana dolphins when compared to PCBs and DDTs (table 1). For HCH and its isomers, the highest concentrations were found in individuals collected in the state of São Paulo, specifically in Baixada Santista (Alonso et al., 2010). In the other regions, concentrations were similarly lower (Yogui et al., 2003; Kajiwara et al., 2004; Santos-Neto et al., 2014). For HCB, the highest concentrations were found in individuals collected in the state of Paraná (Kajiwara et al., 2004; Lailson-Brito et al., 2010), followed by specimens collected in São Paulo (Alonso et al., 2010) and in Guanabara Bay, Rio de Janeiro (Lailson-Brito et al., 2010). Finally, the highest concentrations of Mirex were found in individuals collected in the state of São Paulo, in the Ubatuba and Baixada Santista regions (Alonso et al., 2010).

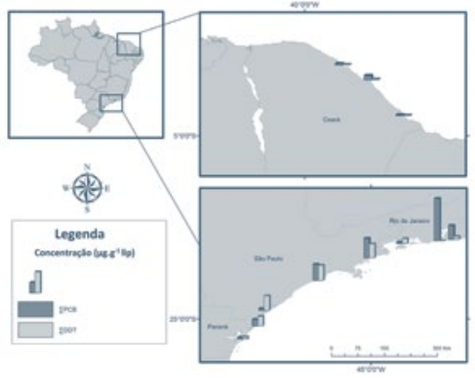


Figura 1. Níveis de ∑PCB e ∑DDT em tecido adiposo subcutâneo de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) ao longo da costa do Brasil, expressas em µg.g-1 de lipídios (Fonte: Yogui *et al.*, 2003; 2010; Kajiwara *et al.*, 2004; Alonso *et al.*, 2010; Lailson Brito *et al.*, 2010; Santos-Neto *et al.*, 2014).
*Figure 1. Levels of ∑PCB and ∑DDT in subcutaneous adipose tissue of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) along the coast of Brazil, expressed in µg.g-1 of lipids (Source: Yogui et al., 2003; 2010; Kajiwara et al., 2004; Alonso et al., 2010; Lailson Brito et al., 2010; Santos-Neto et al., 2014).*

Tabela 1. Concentrações médias ± DP (mínimos e máximos) de PCBs, DDTs, HCHs, HCB e Mirex em tecido adiposo subcutâneo de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) na costa do Brasil, expressas em µg.g^{-1} de lipídios.
*Table 1. Mean ± SD (minimum and maximum) concentrations of PCBs, DDTs, HCHs, HCB and Mirex in subcutaneous adipose tissue of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) off the coast of Brazil, expressed as µg.g^{-1} of lipids.*

AUTOR/ ***AUTHOR***	**N/***N*	**CT* (cm)**	**LOCAL/***SITE*	**∑ PCB**	**∑ DDT**	**∑ HCH**	**HCB**	**Mirex**
Yogui *et al.* (2003)	9	163-197	Cananéia, SP	4,61±3,31 (0,2-9,22)	35,9±46,8 (0,54-125)	0,016± 0,02 (<0,003-0,04)	0,015±0,009	0,15±0,08 (0,01-0,32)
Alonso *et al.* (2010)	3	163-186	Ubatuba, SP	47,78 (25,87-66,03)	34,03 (16,91-48,08)	0,07 (0,06-0,07)	0,11 (0,08-0,14)	1,26 (0,57-1,87)
Alonso *et al.* (2010)	3	122-173	Baixada Santista, SP	39,69 (27,86-61,34)	36,98 (24,57-55,91)	0,09 (0,03-0,21)	0,12 (0,07-0,17)	0,76 (0,24-1,04)
Yogui *et al.* (2010)	1	196	São Paulo	1,97	5,87	0,011	0,067	0,046
Kajiwara *et al.* (2004)	26	89-198	Paraná e São Paulo	(1,3-79)	(1-150)	(<0,001-0,061)	(0,0016-0,40)	NA
Lailson-Brito *et al.* (2010)	12	122-191	Baía de Guanabara, RJ	34,8±26,3 (6,7-99,2)	7,9±6,9 (2,1-21,5)	NA	0,046±0,04 (<0,004-0,11)	NA
Lailson-Brito *et al.* (2010)	15	147-198	Baía de Paranaguá, PR	4,6±4 (0,76-14,3)	5,7±5,8 (0,98-23,5)	NA	0,041±0,040 (<0,004-0,16)	NA
Lailson-Brito *et al.* (2010)	5	150-195	Baía de Sepetiba, RJ	12,3±11,7 (1,7-25,5)	3,9±3,9 (0,65-9,99)	NA	0,029±0,028 (0,013-0,08)	NA
Santos-Neto *et al.* (2014)	4	153-190	Região norte do Ceará	2,23±1,17 (0,02-3,85)	0,33±0,26 (0,006-0,63)	NA	0,02±0,02 (0,003-0,04)	0,08±0,04 (0,02-0,12)
Santos-Neto *et al.* (2014)	8	117-188	Região Metropolitana do Ceará	7,35±6,27 (0,04-17,3)	1,11±0,66 (0,06-1,91)	0,04±0,01 (0,04-0,05)	0,007±0,004 (0,002-0,01)	0,09±0,03 (0,04-0,15)
Santos-Neto *et al.* (2014)	13	89-204	Região Sul do Ceará	1,12±1,32 (0,03-0,82)	0,30±0,28 (0,003-0,82)	0,03±0,03 (0,005-0,08)	0,07±0,05 (0,02-0,16)	0,07±0,05 (0,02-0,16)

*CT = comprimento total/*total length*; NA = não analisado/*not analysed*

COMPOSTOS ORGANOBROMADOS

Poucos estudos foram realizados sobre a bioacumulação de compostos organobromados (PBDEs) em boto-cinza, a partir de análises em matrizes distintas, tais como tecido hepático (Dorneles *et al.*, 2010; Lavandier *et al.*, 2015), tecido adiposo subcutâneo (Yogui *et al.*, 2003) e tecido muscular (Lavandier *et al.*, 2015; tabela 2). Além disso, alguns trabalhos expressaram os resultados de formas distintas, em peso úmido e peso lipídico. A falta de padronização nos estudos dificulta a comparação dos resultados, limitando ainda mais a compreensão do potencial de bioacumulação dos compostos organobromados na espécie e seus possíveis efeitos negativos. Em relação aos estudos que analisaram o tecido hepático, as maiores concentrações de PBDEs foram encontradas em indivíduos coletados na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro (Dorneles *et al.*, 2010).

ORGANOBROMINED COMPOUNDS

Few studies have been conducted on the bioaccumulation of organobromined compounds (PBDE) in Guiana dolphins based on analysis of different matrices, such as liver tissue (Dorneles et al., 2010; Lavandier et al., 2015), subcutaneous adipose tissue (Yogui et al., 2003) and muscle tissue (Lavandier et al., 2015; Table 2). In addition, some studies express results in different ways, as wet weight and lipid weight. This lack of standardization makes comparison of results difficult, further limiting our understanding of the bioaccumulation potential of organobromined compounds in the species and its possible negative effects. Regarding studies that analyse liver tissue, the highest concentrations of PBDEs were found in individuals from the metropolitan region of the Rio de Janeiro state (Dorneles et al., 2010).

Tabela 2. Concentrações médias ± DP (mínimos e máximos) de compostos organobromados em tecido adiposo subcutâneo, hepático e muscular do boto-cinza coletados na costa do Brasil, expressas em $\mu g.g^{-1}$ de lipídios.
Table 2. Average ± SD (minimum and maximum) concentrations of organobromined compounds in adipose, subcutaneous, hepatic and muscular tissue of Guiana dolphins collected off the coast of Brazil, expressed in $\mu g.g^{-1}$ of lipids.

REFERÊNCIA/*REFERENCE*	N	SEXO/*SEX*	ANO/*YEAR*	LOCAL/*SITE*	∑ PBDE
Tecido adiposo subcutâneo/*Subcutaneous adipose tissue*					
Yogui *et al.* (2011)	5	M	1996-2003	São Paulo	59,5 ± 47,1
Yogui *et al.* (2011)	4	F	1996-2003	São Paulo	73,2 ± 79,1
Tecido hepático/*Liver tissue*					
Dorneles *et al.* (2010)	13	M	1994-2006	Região Metropolitana e Região dos Lagos, RJ	0,67 ±0,43 (0,26–1,62)
Dorneles *et al.* (2010)	6	F	1994-2006	Região Metropolitana e Região dos Lagos, RJ	0,16 ±0,15 (0,01–0,45)
Quinete *et al.* (2011)	10	M e F	NI	Região Centro-Norte, RJ	53*
Lavandier *et al.* (2015)	5	M	2003-2014	Região Centro-Norte, RJ	0,12 ± 0,045 (0,07 -0,17)
Lavandier *et al.* (2015)	3	F	2003-2014	Região Centro-Norte, RJ	0,20 ± 0,12 (0,07-0,29)
Tecido muscular/*Muscular tissue*					
Lavandier *et al.* (2015)	5	M	2003-2014	Região Centro-Norte, RJ	0,06 ± 0,015 (0,04-0,08)
Lavandier *et al.* (2015)	3	F	2003-2014	Região Centro-Norte, RJ	0,10 ± 0,063 (0,03-0,14)

*M: macho; F: fêmea; NI: não informado; *resultados expressos em peso úmido.*
*M: male; F: female; NI: not informed; * Results expressed in wet weight.*

ELEMENTOS-TRAÇO

Os elementos-traço são encontrados naturalmente no ambiente (por emissões vulcânicas e por serem constituintes da crosta terrestre), mas também podem ter origem antrópica (mineração, descarte inadequado de pilhas e baterias, indústrias, entre outras) (ATSDR, 1999). Esses elementos são classificados em essenciais, quando apresentam função biológica (eg.: selênio e cobre), e não-essenciais, quando não apresentam função biológica (e.g.: mercúrio, cádmio e chumbo) (Chatterjee *et al.*, 2001; Irwin *et al.*, 1997). Dentre os elementos-traço não essenciais, alguns destacam-se por seus efeitos tóxicos à biota e, portanto, costumam ser os mais investigados, como o mercúrio e o cádmio. O mercúrio pode ser responsável por efeitos deletérios no sistema nervoso central, anomalias congênitas, ser promotor de câncer, dentre outros (Zahir *et al.*, 2005). Já o cádmio, dentre outros efeitos, pode afetar criticamente o sistema renal de mamíferos (Kjellström *et al.*, 1986). Entre os elementos essenciais, o selênio destaca-se em relação ao seu efeito protetor em relação à toxicidade do mercúrio no organismo (Lailson-Brito *et al.*, 2012). Já o cobre, desempenha diversas funções nos organismos, agindo como cofator de enzimas.

A maior parte dos estudos já publicados no Brasil a respeito dos níveis dos elementos-traços no boto-cinza foi realizada na costa Sul e Sudeste, utilizando os tecidos hepático e muscular (e.g: Kunito *et al.*, 2004; Bisi *et al.*, 2012; Lailson-Brito *et al.*, 2012). Esses tecidos costumam ser analisados devido ao acúmulo preferencial dos elementos-traço, especialmente pela alta afinidade por proteínas (Mason e Jenkins, 1995). Apesar disso, destaca-se, ainda, o rim como um importante órgão acumulador, principalmente do cádmio. Para as demais regiões, há apenas um estudo no norte do Brasil (Moura *et al.*, 2012b) e um no nordeste (Monteiro-Neto *et al.*, 2003). Existe, ainda, uma falta de padronização quanto a forma de apresentar as concentrações, estando expressas tanto em peso seco como em peso úmido, o que dificulta a comparação e interpretação dos resultados entre os distintos estudos.

TRACE ELEMENTS

Trace elements are found naturally in the environment (from volcanic emissions and because they are constituents of the earth's crust), but they can also have anthropic origin (mining, inadequate disposal of batteries, industries, among others) (ATSDR, 1999). These elements are classified as essential, when they have biological function (e.g., selenium and copper) and non-essential, when they have no biological function (e.g., mercury, cadmium and lead) (Chatterjee et al., 2001; Irwin et al., 1997). Amongst the non-essential trace elements, some stand out for their toxic effects on biota and, therefore, are usually the most investigated, such as mercury and cadmium. Mercury may be responsible for deleterious effects on the central nervous system, congenital anomalies, promote cancer, amongst others (Zahir et al., 2005). Cadmium, among other effects, can critically affect the renal system of mammals (Kjellström et al., 1986). Among the essential elements, selenium stands out with respect to its protective effect on the toxicity of mercury in the body (Lailson-Brito et al., 2012). Copper, on the other hand, performs various functions in organisms, acting as an enzyme cofactor.

Most studies published in Brazil regarding trace element levels on Guiana dolphins were carried out in the south and southeast coast, using muscle and liver tissues (e.g. Kunito et al., 2004; Bisi et al., 2012; Lailson-Brito et al., 2012). These tissues are often analysed for their preferential accumulation of trace elements, especially due to their high affinity for protein (Mason e Jenkins, 1995). Nevertheless, the kidney also stands out as an important accumulating organ, especially of cadmium. For the other regions, there is only one study in northern Brazil (Moura et al., 2012b) and one in the northeast (Monteiro-Neto et al., 2003). There is also lack of standardization, concentrations being expressed in both dry and wet weight, which makes it difficult to compare and interpret the results from different studies

ELEMENTOS NÃO-ESSENCIAIS (Hg, Cd e Pb)

As maiores concentrações de mercúrio (Hg) foram reportadas no tecido hepático do boto-cinza em relação ao tecido muscular, independente da localidade de ocorrência (tabela 3). Esse tecido costuma ser o órgão preferencial de acúmulo, provavelmente devido ao processo de destoxificação e armazenamento sob a forma inorgânica de seleneto de mercúrio no fígado (Lailson-Brito *et al.,* 2012). As maiores concentrações de mercúrio em peso úmido e seco foram encontradas nos espécimes da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Lailson-Brito *et al.,* 2012; figura 2) e da costa dos estados de São Paulo e Paraná (Kunito *et al.,* 2004), respectivamente. Em relação ao tecido muscular, as maiores concentrações de mercúrio foram encontradas em indivíduos coletados na costa norte do estado do Rio de Janeiro (Moura *et al.,* 2012a; Baptista *et al.,* 2016; figura 3).

Em relação às concentrações de cádmio (Cd) no tecido hepático de botos-cinza, as maiores concentrações expressas em peso seco foram encontradas em espécimes dos estados de São Paulo e Paraná (Kunito *et al.,* 2004), enquanto que em peso úmido, as concentrações mais elevadas foram encontradas nos indivíduos do Ceará (Monteiro-Neto *et al.,* 2003) (tabela 4). Em relação ao chumbo (Pb), as maiores concentrações encontradas em tecido hepático foram em indivíduos coletados em Cananéia, São Paulo (Salgado *et al.,* 2018) (tabela 5).

ELEMENTOS-TRAÇO ESSENCIAIS (Se e Cu)

Os elementos-traço essenciais analisados com maior frequência nos estudos com os botos-cinza são o selênio (Se) e o cobre (Cu). As maiores concentrações hepáticas desses dois elementos foram encontradas em indivíduos de São Paulo e Paraná (Kunito *et al.,* 2004) (tabelas 6 e 7). Para o tecido muscular, há somente estudos publicados com selênio na costa do estado do Rio de Janeiro (tabela 6).

NON-ESSENTIAL ELEMENTS (Hg, Cd and Pb)

The highest concentrations of mercury (Hg) in Guiana dolphins were reported for liver tissue in relation to muscle tissue, regardless of locality (table 3). This tissue is often the preferred organ for accumulation, probably due to the detoxification process and storage as inorganic mercury selenide in the liver (Lailson-Brito et al., 2012). The highest concentrations of mercury in wet and dry weights were found in specimens from Guanabara Bay, Rio de Janeiro (Lailson-Brito et al., 2012; figure 2) and the coast of São Paulo and Paraná (Kunito et al., 2004), respectively. In addition, the highest mercury concentrations in muscle tissue were found in individuals from the north coast of Rio de Janeiro (Moura et al., 2012a; Baptista et al., 2016; figure 3).

Regarding cadmium (Cd) concentrations in the liver tissue of Guiana dolphins, the highest concentrations expressed in dry weight were found in specimens from the states of São Paulo and Paraná (Kunito et al., 2004), while in wet weight, the highest concentrations were found in individuals from Ceará (Monteiro-Neto et al., 2003) (table 4). Regarding lead (Pb), the highest concentrations in liver tissue were found in individuals collected in Cananéia, São Paulo state (Salgado et al., 2018) (table 5).

ESSENTIAL TRACE ELEMENTS (Se and Cu)

The most frequently analysed essential trace elements in studies with Guiana dolphins are selenium (Se) and copper (Cu). The highest liver concentrations of these two elements were found in individuals from São Paulo and Paraná (Kunito et al., 2004) (tables 6 and 7). For muscle tissue, the only studies published with selenium are from the coast of Rio de Janeiro (Table 6).

Tabela 3. Concentrações de mercúrio total (HgT) em botos-cinza (*Sotalia guianensis*) coletados na costa do Brasil, expressas em $\mu g.g^{-1}$ peso úmido.
*Table 3. Total mercury (HgT) concentrations in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) collected along the coast of Brazil, expressed in $\mu g.g^{-1}$ wet weight.*

AUTOR/ *AUTHOR*	N	ANO/*YEAR*	LOCAL/*SITE*	MÉDIA ± DP/*MEAN*
Tecido hepático/*Liver tissue*				
Lailson-Brito *et al.* (2002)	NI	1992-1998	Baía de Guanabara, RJ	17,44
Monteiro-Neto *et al.* (2003)	11	1996-1999	Ceará	4,62 (0,10-29,51)
Kunito *et al.* (2004)	20	1997-1999	São Paulo e Paraná	77 ± 107* (1,4-380)
Kehrig *et al.* (2008)	29	1998-2005	Costa norte do Rio de Janeiro	8,67*# (0,84-87,92)
Carvalho *et al.* (2008)	6	1998-2000	Costa norte do Rio de Janeiro	9,98 (1,10-21,7)
Seixas *et al.* (2009)	19	1998-2005	Costa norte do Rio de Janeiro	27,77 ± 24, 68* (3,60-72,98)
Lailson-Brito *et al.* (2012)	19	1994-2006	Baía de Guanabara-RJ	19,96 ± 32,31 (0,35-132)
Lemos *et al.* (2013)	11	2001-2010	Costa norte do Rio de Janeiro	15,46 ± 20,15 (0,17-58,77)
Seixas *et al.* (2014)	6	NI	Baía de Ilha Grande, RJ	8,8 ± 2,1*
Kehrig *et al.* (2016)	14	NI	Costa norte do Rio de Janeiro	4,1 ± 2,8 (Imaturos) 12,7 ± 7,1(Maduros)
Tecido muscular/*Muscle tissue*				
Carvalho *et al.* (2008)	6	1998-2000	Costa norte do Rio de Janeiro	0,73 (0,34-1,42)
Bisi *et al.* (2012)	12	1995-2009	Baía de Guanabara-RJ	0,92 ± 0,65
Bisi *et al.* (2012)	42	1995-2009	Baía de Sepetiba-RJ	0,26 ± 0,33
Bisi *et al.* (2012)	9	1995-2009	Baía de Ilha Grande-RJ	0,68 ± 0,22
Moura *et al.* (2012a)	20	2002-2008	Costa norte do Rio de Janeiro	1,07 ± 0,35 (0,2-1,66)
Moura *et al.* (2012b)	27	2007	Costa sul do Amapá	0,4 ± 0,16 (0,07-0,79)
Kehrig *et al.* (2013)	21	2006-2008	Costa norte do Rio de Janeiro	3,28 ± 1,69*
Seixas *et al.* (2014)	6	NI	Baía de Ilha Grande-RJ	1,9 ± 0,8*
Baptista *et al.* (2016)	28	2001-2013	Costa norte do Rio de Janeiro	3,91 ± 2,16*
Kehrig *et al.* (2016)	14	NI	Costa norte do Rio de Janeiro	0,6 ± 0,1 (Imaturos) 1,3 ± 0,3 (Maduros)
Tecido renal/*Kidney tissue*	11			
Monteiro-Neto et al. (2003)		1996-1999	Ceará	1,24 (0,06-5,63)

NI: não informado; *resultados expressos em peso seco; # valores de mediana.
*NI: not informed; * results expressed in dry weight; # median values.*

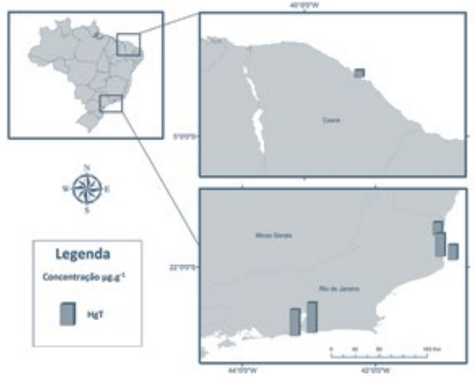


Figura 2. Concentração de mercúrio total (HgT) em tecido hepático de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) ao longo da costa do Brasil, expressas em µg.g^{-1} peso úmido (Fonte: Lailson-Brito *et al.*, 2002; 2012; Monteiro-Neto *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2008; Lemos *et al.*, 2013; Kehrig *et al.*, 2016).

*Figure 2. Concentration of total mercury (HgT) in liver tissue of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) along the Brazilian coast, expressed in µg.g^{-1} wet weight (Source: Lailson-Brito et al., 2002; 2012; Monteiro-Neto et al., 2003; Carvalho et al., 2008; Lemos et al., 2013; Kehrig et al., 2016).*

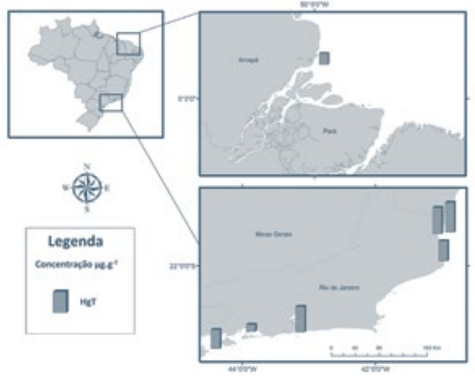


Figura 3. Concentração de mercúrio total (HgT) em tecido muscular de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) ao longo da costa do Brasil, expressas em µg.g-1 peso úmido (Fonte: Carvalho *et al.*, 2008; Bisi *et al.*, 2012; Moura *et al.*, 2012a; b; Kehrig *et al.*, 2016).

Figure 3. Total mercury (HgT) concentration in Guiana dolphin (Sotalia guianensis) muscle tissue along the Brazilian coast, expressed in µg.g-1 wet weight (Source: Carvalho et al., 2008; Bisi et al., 2012; Moura et al., 2012a; b; Kehrig et al., 2016).

Tabela 4. Concentrações de cádmio (Cd) em botos-cinza (*Sotalia guianensis*) coletados na costa do Brasil, expressas em µg.g^{-1} peso úmido.

*Table 4. Cadmium (Cd) concentrations in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) collected along the coast of Brazil, expressed in µg.g^{-1} wet weight.*

AUTOR/*AUTHOR*	N	ANO/*YEAR*	LOCAL/*SITE*	MÉDIA ± DP
Tecido hepático/*Liver tissue*				
Monteiro-Neto *et al.* (2003)	11	1996-1999	Ceará	0,22 (0,01-1,32)
Kunito *et al.* (2004)	20	1997- 1999	São Paulo e Paraná	0,65 ± 0,75* (0,19-2,9)
Carvalho *et al.* (2008)	6	1998- 2000	Costa norte do Rio de Janeiro	0,34 (0,18-0,56)
Seixas *et al.* (2009)	19	1998-2005	Costa norte do Rio de Janeiro	0,41* (0,01-1,48)
Lemos *et al.* (2013)	11	2001 -2010	Costa norte do Rio de Janeiro	< 0,047 (< 0,047-0,97)
Korn *et al.* (2010)	3	2003-2008	Bahia	(<0,002-1,20)
Tecido muscular/*Muscle tissue*				
Carvalho *et al.* (2008)	6	1998- 2000	Costa norte do Rio de Janeiro	0,10 (0,07-0,18)
Korn *et al.* (2010)	1	2003-2008	Bahia	4,9
Tecido renal/*Kidney tissue*				
Monteiro-Neto *et al.* (2003)	11	1996-1999	Ceará	0,78 (0,01-4,09)
Dorneles *et al.* 2007	5	1995-2003	Costa centro-sul do Rio de Janeiro	1,18 ± 1,10 (0,04-3,29)
Korn *et al.* (2010)	3	2003-2008	Bahia	(2,10-3,31)

**resultados expressos em peso seco*
** results expressed in dry weight*

Tabela 5. Concentrações de chumbo (Pb) em botos-cinza (*Sotalia guianensis*) coletados na costa do Brasil, expressas em µg.g^{-1} peso úmido.

*Table 5. Lead (Pb) concentrations in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) collected along the coast of Brazil, expressed in µg.g^{-1} wet weight.*

AUTOR/*AUTHOR*	N/N	ANO/*YEAR*	LOCAL/*SITE*	MÉDIA ± DP
Tecido hepático/*Liver tissue*				
Monteiro-Neto *et al.* (2003)	11	1996-1999	Ceará	0,11 (0,10-0,12)
Kunito *et al.* (2004)	20	1997-1999	São Paulo e Paraná	0,07 ± 0,053* (0,028-0,197)
Korn *et al.* (2010)	3	2003-2008	Bahia	0,04-0,36
Salgado et al. (2018)	21	2009-2012	Cananeia, SP	3,17 ± 2,84 (<LD-9,62)
Tecido muscular/*Muscle tissue*				
Korn *et al.* (2010)	1	2003-2008	Bahia	0,02
Tecido renal/*Kidney tissue*				
Monteiro-Neto *et al.* (2003)	11	1996-1999	Ceará	0,11 (0,11-1,28)
Korn *et al.* (2010)	3	2003-2008	Bahia	(< 0,001-0,32)

**resultados expressos em peso seco; LD: limite de detecção*
** Results expressed in dry weight; LD: detection limit*

Tabela 6. Concentrações de selênio (Se) em botos-cinza, *Sotalia guianensis*, coletados na costa do Brasil, expressas em µg.g^{-1} peso úmido.
Table 6. Selenium (Se) concentrations in Guiana dolphins, Sotalia guianensis, *collected along the coast of Brazil, expressed in µg.g^{-1} wet weight.*

AUTOR/*AUTHOR*	N	ANO/*YEAR*	LOCAL/*SITE*	MÉDIA ± DP
Tecido hepático/ *Liver tissue*				
Kunito *et al.* (2004)	20	1997-1999	São Paulo e Paraná	38±49* (4,7-170)
Seixas *et al.* (2009)	19	1998-2005	Costa norte do Rio de Janeiro	14,31± 14,77* (1,54-45,32)
Lailson-Brito *et al.* (2012)	19	1994-2006	Baía de Guanabara, RJ	13,07 ± 22,97 (0,17-74,8)
Lemos *et al.* (2013)	11	2001-2010	Costa norte do Rio de Janeiro	4,03 ± 4,64 (0,33-17,13)
Seixas *et al.* (2014)	6	NI	Baía de Ilha Grande-RJ	5,9 ±3,0*
Kehrig *et al.* (2016)	14	NI	Costa norte do Rio de Janeiro	1,4±0,5 (Imaturos) 5,3 ± 4,2 (Maduros)
Tecido muscular/ *Muscle tissue*				
Carvalho *et al.* (2008)	6	1998-2000	Costa norte do Rio de Janeiro	0,73 (0,34-1,42)
Kehrig *et al.* (2013)	21	2006-2008	Costa norte do Rio de Janeiro	1,60 ± 1,32*
Seixas *et al.* (2014)	6	NI	Baía de Ilha Grande, RJ	0,9± 0,4*
Kehrig *et al.* (2016)	14	NI	Costa norte do Rio de Janeiro	0,3 ± 0,1 (Imaturos) 0,3 ± 0,2(Maduros)

NI: não informado; *resultados expressos em peso seco
*NI: not informed; * results expressed in dry weight*

Tabela 7. Concentrações de cobre (Cu) em botos-cinza, *Sotalia guianensis*, coletados na costa do Brasil, expressas em µg.g^{-1} peso úmido.
Table 7. Copper (Cu) concentrations in Guiana dolphins, Sotalia guianensis, *collected off the coast of Brazil, expressed in µg.g^{-1} wet weight.*

AUTOR/*AUTHOR*	N	ANO/*YEAR*	LOCAL/*SITE*	MÉDIA ± DP
Tecido hepático/ *Liver tissue*				
Kunito *et al.* (2004)	20	1997-1999	São Paulo e Paraná	157±436* (14,5-39,3)
Lemos *et al.* (2013)	11	2001-2010	Costa norte do Rio de Janeiro	8,12 ± 4,6 (1,18-18,3)
Salgado *et al.* (2018)	21	2009-2012	Cananéia, SP	9,71 (1,28-52,8)

**resultados expressos em peso seco*
** results expressed in dry weight*

Teias tróficas e ecologia alimentar
Trophic webs and food ecology

Teias tróficas podem biomagnificar contaminantes, expondo organismos de topo de cadeia a altas concentrações. Estudos da ecologia alimentar associados a análises toxicológicas do boto-cinza e dos organismos na sua dieta revelaram informações importantes sobre a qualidade de ecossistemas marinhos costeiros, contribuindo para a compreensão dos processos de bioacumulação de micropoluentes nas cadeias alimentares.

Bisi et al. (2012) mostraram que em teias tróficas das baías costeiras do estado do Rio de Janeiro, nas quais a espécie ocupa o topo de cadeia, o mercúrio tem alta capacidade de biomagnificação. Isto levou a crer que o mesmo acontecesse com outros poluentes. Um indicativo eram as altas concentrações de organoclorados nos botos dessas baías. Assim, Vidal (2015) constatou que a biomagnificção de PCBs e DDTs também acontece em nas baías de Guanabara e Ilha Grande (RJ).

Uma vez que a dieta é a principal fonte de incorporação de micropoluentes pelos mamíferos marinhos, diversos estudos têm usado os níveis e perfil de contaminação de forma complementar para entender a ecologia alimentar e determinar a área de forrageamento de diferentes populações e espécies, incluindo o boto-cinza (e.g.: Dorneles *et al.*, 2007). Por exemplo, os cefalópodes de distribuição oceânica são os principais vetores da transferência de cádmio (Bustamente *et al.*, 1998; Dorneles *et al.*, 2007). Assim, espécies de cetáceos costeiros, como o boto-cinza, costumam apresentar baixas concentrações desse elemento-traço quando comparado com delfinídeos que se alimentam de lulas oceânicas (Dorneles *et al.*, 2007). Em relação aos compostos organohalogenados, Lailson-Brito *et al.* (2010) verificaram diferenças no padrão de acumulação de compostos organoclorados (PCBs, DDTs e HCB) em populações de boto-cinza de três baías costeiras da região Sudeste e Sul do Brasil, evidenciando o uso desses poluentes como uma ferramenta auxiliar no estabelecimento de diferenças geográficas entre populações da espécie.

Trophic webs can biomagnify contaminants and this exposes top-chain organisms to high concentrations. Food ecology studies associated with toxicological analyses of Guiana dolphins and their prey revealed important information about the quality of coastal marine ecosystems, contributing to the understanding of the bioaccumulation processes in food chains.

Bisi et al. (2012) showed that in food webs of coastal bays in Rio de Janeiro, where the species is a top predator, mercury has a high capacity for biomagnification. This led to the belief that the same could happen with other groups of pollutants, as indicated by the high organochlorine concentrations in Guiana dolphins in these bays. Thus, Vidal (2015) found the biomagnification of PCBs and DDTs also happens in food webs of Guanabara and Ilha Grande bays in the state of Rio de Janeiro, where the Guiana dolphin is a top predator.

Since diet is the main source of micropollutant incorporation by marine mammals, several studies have used contamination level and profile in a complementary way to understand the food ecology and determine the foraging area of different populations and species, including the Guiana dolphin (e.g.: Dorneles et al., 2007). For example, oceanic cephalopods are the main vectors of cadmium transfer to top of the chain organisms (Bustamente et al., 1998; Dorneles et al., 2007). Thus, coastal cetaceans, such as Guiana dolphins, usually have lower concentrations of this trace element when compared to dolphins that feed on ocean squid (Dorneles et al., 2007). With respect to organohalogen compounds, Lailson-Brito et al. (2010) observed differences in the accumulation pattern of organochlorine compounds (PCBs, DDTs and HCB) in Guiana dolphin populations from three coastal bays in the east and southeast regions of Brazil, showing these pollutants can be used as an auxiliary tool in establishing geographical differences between populations of the species.

Contaminantes e parâmetros biológicos
Contaminants and biological parameters

Os botos-cinza, para alguns contaminantes, apresentam uma tendência ao aumento das concentrações ao longo da vida. Tal padrão aparece claramente para elementos-traço, como o mercúrio, e compostos orgânicos, como os PCBs (Kunito *et al.,* 2004; Lailson-Brito *et al.,* 2012).

Porém, no caso dos compostos orgânicos, existe uma diferença clara na acumulação entre machos e fêmeas. Fêmeas, a partir do momento que atingem a maturidade sexual, tendem a ganhar um comportamento diferenciado nos padrões de acumulação. Isso se deve à transferência placentária para os fetos e, sobretudo, à passagem de cerca de 80-90% da carga corporal desse grupo de compostos para seus filhotes por meio do leite (Aguilar *et al.,* 1999). No caso de elementos-traço, a transferência se dá mais fortemente por via placentária (Das *et al.,* 2003), pois o leite costuma apresentar baixas cargas destes.

A transferência na gravidez e durante a amamentação são críticas, pois expõem os fetos e filhotes a um conjunto de xenobióticos. Estes interferem na formação de tecidos, gerando anomalias, podem promover câncer e, em muitas casos, interferir de maneira muito negativa no sistema imune, os tornando ainda mais susceptíveis a doenças (Caurant *et al.,* 1996; De Guise *et al.,* 2003).

EFEITOS SOBRE O SISTEMA IMUNE

Existem alguns indicativos de que há populações de boto-cinza que podem estar respondendo negativamente aos efeitos de contaminantes. A acumulação crônica de poluentes, muitas vezes, não deixa sinais claros quando observamos animais em seu ambiente natural. Porém, quando se aprofundam os estudos de foto-identificação, analisando sinais de debilidade e, sobretudo, quando se intensificam e aperfeiçoam métodos de necropsia e análise do material proveniente, percebemos que algumas populações têm sinais claros e recorrentes de doenças associadas à debilidade do sistema imune. Doenças virais e bacterianas e alto grau de parasitismo são algumas das repercussões (MAQUA-UERJ, dados não publicados).

Dentre os poluentes orgânicos, podemos destacar o caso dos PCBs, que alteram ciclos hormonais e podem influenciar negativamente aspectos da fisiologia, debilitando o sistema imune. Populações de botos-cinza do Sudeste e Sul do Brasil apresentam elevadas concentrações desses compostos (Yogui *et al.,* 2003; Lailson-Brito *et al.,* 2010). Evidentemente não podemos crer que os PCBs são os únicos precursores de debilidade da saúde. A entrada de patógenos no sistema pode ser um fator, mas alterações na qualidade da alimentação ou estresse causado pela poluição sonora também. Porém, não devemos descartar a ação dos demais poluentes. Outros compostos orgânicos (ex. PBDEs, PFOS, Piretróides, Dioxinas e Furanos), assim como alguns elementos-traço, podem agir de forma sinérgica (Moeller, 2003). Um conjunto de poluentes que é muito pouco estudado no Brasil e que pode ser crítico são os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs). Estes são associados à queima de matéria orgânica e à cadeia do petróleo, da exploração até seus usos. Um estudo pioneiro que analisou HPAs em tecido hepático de botos-cinza da Baía de Guanabara mostrou concentrações extremamente elevadas (Barros, 2013), chamando atenção para a necessidade de monitoramento desse grupo de compostos.

Recentemente uma epidemia de morbilivírus foi identificada em duas populações de botos-cinza das baías de Ilha Grande e Sepetiba, no estado do Rio de Janeiro (Groch *et al.,* 2018a). As duas áreas apresentam, até onde se conhece, populações de tamanhos similares. Porém, chamou muita atenção a mortalidade diferenciada a partir da infecção. Na Baía de Sepetiba morreram cerca de três vezes mais botos-cinza que na Baía de Ilha Grande (Groch *et al.,* 2018a; MAQUA-UERJ, dados não publicados). O que teria gerado essa diferença já que são populações da mesma espécie e de áreas contíguas? Não é claro ainda para os pesquisadores. Todavia, é sabido que a população de Sepetiba encontra-se sob maior pressão antrópica e que apresentava mais sinais de doenças de pele, por exemplo, um indicativo de baixa

Guiana dolphins have a tendency to increased concentrations of some contaminants over a lifetime. The pattern is clear for trace elements such as mercury and organic compounds such as PCBs (Kunito et al., 2004; Lailson-Brito et al., 2012).

However, in the case of organic compounds, there is a clear difference in accumulation between males and females. Females, from the moment they reach sexual maturity, tend to exhibit a different accumulation pattern. This is due to placental transfer to the calves and, above all, the transfer of about 80-90% of the burden of these compounds to their calves through milk (Aguilar et al., 1999). In the case of trace elements, transfer is more significant through the placental route (Das et al., 2003), since milk tends to have lower concentrations.

Transfer during pregnancy and nursing are critical as it exposes the foetuses and calves to a set of xenobiotics. These interfere with tissue formation, generating anomalies, can promote cancer and, in many cases, interfere very negatively with the immune system, making them even more susceptible to disease (Caurant et al., 1996; De Guise et al., 2003).

EFFECTS ON THE IMMUNE SYSTEM

There are some evidences that some Guiana dolphin populations may be responding negatively to contaminants. Chronic accumulation of pollutants often isn´t clear. However, a more detailed analysis of photo-identification studies, searching for signs of debility and, above all, when intensifying and perfecting necropsy methods and analysis of the material collected, we realize that some populations show clear and recurrent signs of diseases associated with weakness of the immune system. Viral and bacterial diseases and high degree of parasitism are some of the repercussions (MAQUA-UERJ, unpublished data).

Among the organic pollutants, we can highlight the case of PCBs, which alter hormonal cycles and may negatively influence aspects of physiology, debilitating the immune system. Populations of Guiana dolphins in southeastern and southern Brazil show high concentrations of these compounds (Yogui et al., 2003; Lailson-Brito et al., 2010). However, PCBs are not the only precursors of poor health. Pathogens entering the system may be a factor, but changes in food quality or stress caused by noise pollution as well. Nevertheless, the action of other pollutants must not be ignored. Other organic compounds (e.g. PBDE, PFOS, pyrethroids, dioxins and furans) and some trace elements can act synergistically (Moeller, 2003). One group of pollutants that is very little studied in Brazil and that can be critical is Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). These are associated with burning organic matter and the oil chain, from exploration to its uses. A ground-breaking study analysing PAHs in liver tissue of Guanabara Bay Guiana dolphins showed extremely high concentrations (Barros, 2013), drawing attention to the need for monitoring this group of compounds.

Recently a morbillivirus epidemic was identified in two populations of Guiana dolphins from Ilha Grande and Sepetiba bays in Rio de Janeiro (Groch et al., 2018a). Both areas have, to the best of our knowledge, similarly sized populations. However, the differentiated mortality as a result of infection drew a lot of attention. In Sepetiba Bay, around three times more Guiana dolphins died than in Ilha Grande Bay (Groch et al., 2018a; MAQUA-UERJ, unpublished data). What would explain this difference since they are populations of the same species in contiguous areas? It is not yet clear for researchers. However, the Sepetiba population is under higher human pressure, showing more signs of skin diseases, for example, indicative of low immunity, than the dolphins of Ilha Grande (Filho e Magrini, 2006). Analysis performed in Guiana dolphin tissue from both areas show dolphins from Sepetiba bay are commonly more contaminated by organic compounds than

imunidade, do que os botos-cinza da Baía de Ilha Grande (Filho e Magrini, 2006). Análises realizadas em tecidos de botos-cinza das duas áreas mostram que para compostos orgânicos é comum que botos-cinza da Baía de Sepetiba sejam mais contaminados que os da Baía de Ilha Grande (Vidal, 2015). Todavia, somente estudos mais profundos, não só de mais análises de contaminantes, mas também de marcadores de exposição e efeito, moleculares ou não, poderão nos levar a uma melhor compreensão dessas e de outras questões.

EFEITOS SOBRE A ESTRUTURA ÓSSEA

Notamos que populações com maior grau de anomalias e fragilidade do esqueleto, entre outros sinais na estrutura óssea, podem estar associadas a uma alta contaminação. É sabido que os PCBs, por exemplo, são precursores de alterações dos mecanismos que regem a deposição do cálcio, além de serem promotores de câncer. Fragoso (2006) realizou um extenso trabalho identificando e comparando anomalias do esqueleto axial de botos-cinza de diferentes regiões do Brasil. Ficou claro que as populações das baías costeiras do estado do Rio de Janeiro foram as que apresentaram o maior número e os mais variados tipos de anomalias, em especial, os botos-cinza da Baía de Guanabara. Nesta localidade foram encontradas as maiores concentrações de PCBs já reportadas no Brasil (Lailson-Brito *et al.*, 2010), chamando mais uma vez a atenção para uma possível relação entre esses achados.

EFEITOS SOBRE A REPRODUÇÃO

Não há até o momento uma clareza sobre os efeitos dos contaminantes que levem à perda, ou diminuição, da capacidade reprodutiva e, até mesmo, da prole. Porém, estudos de longo prazo, como os realizados na Baía de Guanabara com o boto-cinza, mostram que existe uma recorrente perda de filhotes. Muitas das fêmeas reconhecidas por meio da foto-identificação vêm mostrando sinais de saúde frágil por apresentarem doenças na pele causadas por poxvírus ou outros agentes. Pelo menos dois botos-cinza da Baía de Guanabara passaram um intervalo de cerca de 18 anos até serem observados com filhotes. Por nunca terem sido vistos durante todo esses tempo com filhotes, esses indivíduos eram identificados como possíveis machos. Porém, a partir da presença dos filhotes, ficou evidente que eram fêmeas (MAQUA-UERJ, dados não publicados). O que explicaria o fato de duas fêmeas nunca terem filhotes por tanto tempo e passarem a ter? Poderíamos elencar diversos fatores aqui, mas os contaminantes e seus efeitos certamente entram como um agente de destaque (Manhães *et al.*, 2018). Encalhes recorrentes de filhotes e/ou percepção da perda desses a partir da foto-identificação, devem ser vistos com especial atenção, principalmente em regiões muito contaminadas. Estudos com caráter epidemiológico devem ser conduzidos para que fiquem mais claros os diferentes agentes de pressão e suas possíveis implicações sobre a reprodução dos botos-cinza.

those from Ilha Grande (Vidal, 2015). However, only further studies, not only additional contaminant analysis, but also of exposure and effect markers, molecular or otherwise, can lead us to a better understanding of these and other issues.

EFFECTS ON BONE STRUCTURE

Populations with a higher degree of skeletal anomalies and fragility, among other signs in bone structure, may be associated with high contamination. PCBs, for example, alter the mechanisms of calcium deposition, besides promoting cancer. Fragoso (2006) carried out an extensive work identifying and comparing anomalies of the axial skeleton of Guiana dolphins from different regions of Brazil. It became clear that populations from coastal bays of state of Rio de Janeiro presented the most numerous and varied types of anomalies, in particular the dolphins from Guanabara Bay. In this location, the highest concentrations of PCBs ever reported in Brazil were found (Lailson-Brito et al., 2010), once again drawing attention to a possible relationship between these results.

EFFECTS ON REPRODUCTION

There is no clarity to date on the effects of contaminants leading to loss or diminution of the reproductive capacity or even of offspring. However, long-term studies, such as those conducted in Guanabara Bay with the Guiana dolphin, show recurrent loss of calves. Many of the females recognised from photo-identification are showing signs of fragile health as they have skin diseases caused by poxvirus or other agents. At least two Guanabara Bay Guiana dolphins were known for about 18 years before being observed with calves. These individuals were identified as potential males, but from the moment they were observed with calves it became evident they were females (MAQUA-UERJ, unpublished data). What would explain two females not producing calves for so long? We could list several factors here, but contaminants and their effects certainly come into play as prominent agents (Manhães et al., 2018). Recurrent calf stranding and/or perception of calf loss from photo- identification should receive special attention, especially in heavily contaminated regions. Epidemiological studies to clarify the different pressure agents and their possible implications for the reproduction of Guiana dolphins are warranted.

(Foto: Acervo Maqua -UERJ)

Interação com a Pesca
Fishery Interactions

Carolina Pacheco Bertozzi, Flavio José de Lima Silva e Leonardo Flach.

(Foto: Acervo Maqua-UERJ)

O cenário da atividade pesqueira
The fisheries scenario

A partir da década de 1950, período pós II Guerra Mundial, o mundo assistiu a um rápido aumento da exploração dos recursos pesqueiros marinhos. A II Guerra Mundial deu um importante impulso tecnológico às atividades pesqueiras, pois neste período foram desenvolvidos meios de detecção de cardumes, as embarcações aumentaram sua autonomia e ficaram mais equipadas, bem como houve a introdução das fibras sintéticas e os pescadores acumularam novas experiências e conhecimentos (Santos *et al.,* 2012). Além dos avanços tecnológicos, o mundo estava em busca de proteína de baixo custo, o que levou a um rápido aumento do esforço de pesca. A soma de todos esses fatores fez com que a produção pesqueira marinha extrativista saltasse de 16,8 milhões de toneladas em 1950 para 86,4 milhões de toneladas em 1996 (FAO, 2012) (figura 1). Após esse período de rápido aumento das capturas, o cenário da pesca extrativista marinha estagnou em uma produção anual de cerca de 80 milhões de toneladas/ano (FAO, 2018).

No Brasil, o cenário da pesca acompanhou o intenso aumento observado em todo o mundo. Passamos de uma produção nacional de cerca de 220 mil toneladas/ano, na década de 1960, para 760 mil toneladas/ano em 1985, quando a produção nacional foi a máxima (Dias-Neto e Dias, 2015). O aumento da produção pesqueira nacional esteve fortemente ligado a uma política de créditos e incentivos fiscais do Governo Federal para o desenvolvimento de uma indústria pesqueira nacional, voltada principalmente para o mercado externo. Porém, logo depois desse período de incentivos fiscais, verificou-se uma queda e uma estagnação da produção nacional, atingindo 435 mil toneladas em 1990 (Viana, 2013). A produção pesqueira marinha do Brasil tem oscilado entre 400 e 580 mil toneladas por ano, indicando um processo de exaustão dos principais estoques pesqueiros (Dias-Neto e Dias, 2015).

A frota pesqueira mundial foi estimada no ano de 2016 em torno de 4,6 milhões de embarcações, sendo 61% de

Since the 1950s, post-World War II, the world saw a rapid increase in the exploitation of marine fishery resources. World War II brought on major technological advances to fishing activities, as in this period shoal detection means were developed, vessels increased their autonomy and became more equipped, synthetic fibres were introduced and fishermen accumulated new experiences and knowledge (Santos et al., 2012). In addition to technological advances, the world was looking for low-cost protein, which led to a rapid increase in fishing effort. The sum of all these factors elevated the extractive marine fishery production from 16.8 million tons in 1950 to 86.4 million tons in 1996 (FAO, 2012) (figure 1). Following this period of rapid rise in catches, the scenario of marine extractive fishing stagnated at an annual production around 80 million tonnes/year (FAO, 2018).

In Brazil, the fisheries scenario followed the intense increase observed worldwide. The national production jumped from around 220 thousand tons/year in the 1960s to 760 thousand tons/year in 1985, when national production was the highest (Dias-Neto and Dias, 2015). The increase in national fishery production was strongly linked to a federal government credit and tax incentive policy for the development of a national fishery industry, focusing on the international market. However, soon after this period of fisheries subsidies, there was a drop and stagnation of national production, reaching 435 thousand tons in 1990 (Viana, 2013). Brazil's marine fishery production has since been fluctuating between 400 and 580 thousand tons per year, indicating a process of exhaustion of the main fish stocks (Dias-Neto and Dias, 2015).

The world fishing fleet was estimated in 2016 at around 4.6 million vessels, being 61% of motorized vessels and 86% smaller than 12 meters (FAO, 2018). In Brazil, up-to-date information on fleet size and characteristics is still deficient and official data are often not available for consultation or, when

embarcações motorizadas e 86% com tamanho inferior a 12 metros (FAO, 2018). No Brasil informações atualizadas sobre o tamanho e as características da frota ainda são deficientes e dados oficiais muitas vezes não estão acessíveis para consulta ou, quando estão disponíveis, referem-se à frota do tipo industrial, a qual representa a menor parcela da frota nacional (Dias-Neto e Dias, 2015). Embora os dados possam estar subestimados, estima-se que a frota pesqueira marinha e estuarina no Brasil esteja composta por cerca de 65,4 mil embarcações, das quais 64,4% não são motorizadas (remo e/ou a vela) e 35,6 % a motor, indicando a importância da pesca de pequena escala ou artesanal (Dias-Neto e Dias, 2015) (figuras 2 a,b).

O aumento do esforço pesqueiro verificado em todo o mundo não foi, em muitos casos, acompanhado de uma gestão e de um ordenamento capaz de assegurar uma captura sustentável, levando, em poucas décadas, à redução dos principais estoques pesqueiros. E, embora medidas para assegurar a captura máxima sustentável desses recursos venham sendo tomadas (período de defeso, áreas de exclusão de pesca, sistema de cotas de captura, etc.), a porcentagem de estoques pesqueiros explorados acima da sua capacidade de reposição (sobrepesca), ultrapassou 33% em 2015 (FAO, 2018). Além da sobre-exploração dos recursos pesqueiros, o aumento do esforço de pesca, observado a partir de 1950, se tornou uma das mais importantes ameaças à conservação de outros grupos de vertebrados marinhos não alvo da pesca, como tubarões, tartarugas, aves e mamíferos marinhos.

Figura 2. Embarcações da frota de emalhe: (a) lanchas de alumínio de pequeno porte, Praia Grande, SP e (b) de madeira mecanizadas, Terminal Público Pesqueiro de Santos, SP. (Foto: Instituto Biopesca).
Figure 2. Gillnet fleet vessels: (a) small aluminium speedboats, Praia Grande, São Paulo and (b) motorized wooden boats, Santos Public Fishing Port, São Paulo. (Photo: Instituto Biopesca).

available, refer to the industrial type fleet, which represents the smallest portion of the national fleet (Dias-Neto and Dias, 2015). Although the data may be underestimated, it is estimated that the marine and estuarine fishing fleet in Brazil is composed of about 65,400 vessels, of which 64.4% are not motorized (rowing and/or sailing) and 35.6% motorized, indicating the importance of small-scale or artisanal fishing (Dias-Neto and Dias, 2015) (figures 2 a,b).

The increase in fishing efforts observed around the world was, in many cases, not accompanied by management and planning capable of ensuring a sustainable harvest, leading, in a few decades, to the reduction of the main fish stocks. And while measures to ensure the maximum sustainable catch of these resources have been taken (closed season, no-fishing areas, catch quota system, etc.), the percentage of fish stocks exploited above their replacement capacity (overfishing) exceeded 33% in 2015 (FAO, 2018). In addition to overexploitation of fishing resources, the increased fishing effort observed since 1950 has become one of the most important threats to the conservation of other non-target marine vertebrate groups such as sharks, turtles, birds and marine mammals.

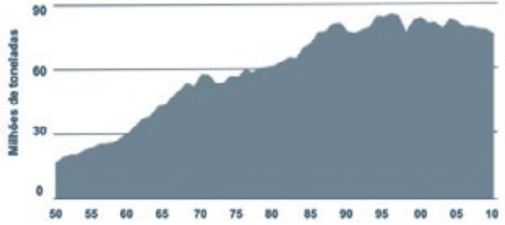


Figura 1. Produção pesqueira extrativista marinha mundial (Fonte: FAO, 2012).
Figure 1. World marine fisheries production (Source: FAO, 2012).

A pesca e a interação com os mamíferos marinhos
Fisheries and marine mammals

Uma ampla variedade de interações é conhecida entre os mamíferos marinhos e as atividades pesqueiras (Northridge, 1991). Algumas interações podem até resultar em algum benefício para ambas espécies, como por exemplo quando os botos-cinza (*Sotalia guianensis*) utilizam os cercos de pesca para encurralar o cardume, facilitando a captura das presas, ou quando pescadores e golfinhos se beneficiam mutuamente da pesca cooperativa da tainha (Monteiro-Filho, 1995; Cantor *et al.*, 2018). Porém, na maior parte dos casos, as interações ocasionam danos, ferimentos e até mesmo a morte do animal. A pesca, além de interagir diretamente com os mamíferos marinhos, também afeta indiretamente essas populações, visto que a intensa atividade reduz os estoques de peixes localmente, diminuindo a quantidade de alimento disponível, o que pode ocasionar uma diminuição das populações e da riqueza de espécies de mamíferos marinhos, principalmente os costeiros (DeMaster *et al.*, 2001). A interação entre os mamíferos marinhos e as pescarias pode ser definida como operacional, na qual os animais apresentam algum contato físico com o petrecho de pesca, ou como ecológica, na qual a interação é indireta e relacionada com a utilização do recurso alimentar (Beverton, 1985) (figura 3). Uma forma de interação operacional, que na maioria das vezes ocasiona a morte dos animais, é a captura acidental (figura 4).

A captura acidental, conhecida em inglês como *bycatch*, é definida como a "captura não-intencional ou acidental de qualquer espécie que é descartada no mar" (Alverson *et al.*, 1994). No Brasil, segundo a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA No. 10 de 2011, espécies de captura acidental são aquelas não passíveis de comercialização, por estarem protegidas por legislações específicas, capturadas incidentalmente durante a pesca das espécies-alvo e que devem ser descartadas ou desembarcadas apenas para fins de pesquisa. A captura acidental é uma das principais ameaças para a conservação de diversas espécies marinhas e tornou-se uma importante questão

*A number of interactions between marine mammals and fishing activities are known (Northridge, 1991). Some interactions may even result in some benefit for both species, such as when Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) use fishing seines to corner schools, facilitating prey capture, or when fishermen and dolphins mutually benefit from cooperative mullet fishing (Monteiro-Filho, 1995; Cantor et al. 2018). However, in most cases the interactions cause harm, injuries or even death of the animals. Fisheries, besides interacting directly with marine mammals, also affect these populations indirectly, as intense activity reduces fish stocks locally, decreasing the amount of food available, which can lead to a reduction in marine mammal populations and species richness, especially coastal ones (DeMaster et al., 2001). The interactions between marine mammals and fisheries can be defined as operational, in which the animals have some physical contact with fishing gear, or ecological, in which the interaction is indirect and related to the utilization of food resources (Beverton, 1985) (figure 3). One form of operational interaction, which most often causes the death of animals, is bycatch (figure 4).*

Bycatch is defined as "the unintentional or accidental capture of any species that is discarded at sea" (Alverson et al., 1994). In Brazil, according to the Interministerial Normative Instruction MPA/MMA No. 10 of 2011, bycatch species are those not commercially available, as they are protected by specific laws, caught incidentally during fishing of the target species and that must be discarded or landed for research purposes only. Bycatch is a major threat to the conservation of many marine species and has become a major issue in conservation and management of world fisheries, particularly for long-lived species such as sharks, turtles, birds and marine mammals (Soykan et al. al., 2008). The cumulative effects of bycatch are often underestimated by fishermen as they

na conservação e na gestão da pesca mundial, particularmente para espécies de vida longa como os tubarões, tartarugas, aves e mamíferos marinhos (Soykan *et al.,* 2008). O efeito acumulativo dos eventos de captura acidental muitas vezes são subestimados pelos pescadores, pois são relativamente raros e representam uma pequena parcela da biomassa total acidentalmente capturada. Porém, dadas as características biológicas de diversas espécies, como crescimento lento e baixas taxas reprodutivas, podem ter importante efeito na viabilidade das populações (Heppell *et al.,* 2000), mesmo que em baixos níveis (Cox *et al.,* 2007).

Em 1972, a Comissão Internacional Baleeira ou *International Whaling Commission - IWC* reconheceu oficialmente que a mortalidade de cetáceos nas atividades pesqueiras representa uma ameaça aos estoques populacionais, sendo atualmente a captura acidental em aparelhos de pesca passivos, tais como redes de emalhe e armadilhas, a mais séria ameaça a essas espécies ao redor de todo o mundo (Reeves *et al.,* 2013). A maior parte das pesquisas sobre a captura acidental está voltada para a pesca industrial, subestimando os potenciais efeitos da pesca artesanal sobre espécies ameaçadas (Soykan *et al.,* 2008).

Importante exemplo da interação da pesca afetando a conservação dos estoques naturais de cetáceos é a situação do baiji (*Lipotes vexillifer*). Na década de 1990, o baiji, um golfinho de rio endêmico do Rio Yangtze, na China, foi considerado a espécie mais vulnerável à extinção, sendo a atividade pesqueira a principal ameaça, tanto pelo declínio das presas quanto pela captura acidental (Zhou e Wang, 1994). No início da década de 1980, estimava-se uma população de cerca de 400 baijis (Zhou, 1982), já no final da década de 1990, a população foi estimada em apenas 13 indivíduos (Zhang *et al.,* 2003). Apesar dos esforços de conservação, como por exemplo a criação de cinco áreas de proteção, o último registro fotográfico foi realizado no ano de 2002 e em 2006, após pesquisa de avistagem e acústica, nenhum indivíduo foi visualizado e a espécie foi considerada como extinta (Turvey, 2008).

Atualmente, o golfinho mais ameaçado no mundo pelas atividades pesqueiras é a vaquita (*Phocoena sinus*), sendo a espécie de cetáceo mais próxima a se tornar extinta, caso medidas extremas e urgentes não sejam tomadas para eliminar a captura acidental (Rojas-Bracho *et al.,* 2006; Reeves *et al.,* 2013). A vaquita é uma pequena espécie de golfinho, endêmica do Golfo da Califórnia (Silber, 1990), onde tem sido acidentalmente capturada em redes de emalhe para pesca de cação e peixes teleósteos (Vidal *et al.,* 1994). Estimativas de abundância apontavam para uma população de 245 indivíduos em 2008, valor 57% menor do que o estimado em 1997, indicando uma taxa de declínio da população de 7,6% ao ano (Gerrodette *et al.,* 2011). Dados recentes estimam apenas 30 indivíduos (Thomas *et al.,* 2017), colocando a espécie no limiar da extinção. Exemplos de outras espécies de cetáceos altamente vulneráveis à interação com a pesca são os golfinhos costeiros dos gêneros *Phocoena, Lagenorhynchus, Tursiops, Delphinus, Cephalorhynchus* e *Sousa* (Reeves *et al.,* 2013).

No Brasil, trabalhos a respeito da interação de cetáceos com a pesca demonstram que espécies costeiras como o boto-cinza e a toninha, *Pontoporia blainvillei*, são as mais vulneráveis (Di Beneditto *et al.,* 1998; Ott *et al.,* 2002; Zerbini, 2010). Ambas as espécies estão listadas como "Vulneráveis" ou "Em Perigo" de extinção por organizações nacionais e internacionais (MMA, 2014; CITES, 2012; Secchi *et al.,* 2018). O boto-cinza, por ser um cetáceo de hábito costeiro e estuarino com registro ao longo de toda a costa brasileira e limite sul de distribuição em Santa Catarina, apresenta uma maior probabilidade de interação com atividades pesqueiras, especialmente com a pesca artesanal (Siciliano, 1994). As redes de emalhe de superfície ou fundo oriundas da pesca artesanal ou industrial, utilizadas seja de forma fixa ou à deriva, são as principais responsáveis pela captura acidental de botos-cinza ao longo da costa brasileira (figuras 5 a,b) (Zerbini e Kotas, 1998; Di Beneditto, 2003; Meirelles *et al.,* 2010).

A falta de informação sobre a pesca costeira e de pequena escala é preocupante, uma vez que as capturas acidentais podem ser em níveis equivalentes ou superiores aos da pesca industrial, sugerindo que as pescarias de pequena escala podem representar um desafio muito maior para a megafauna marinha do que se pensava anteriormente (Lewison *et al.,* 2014).

are relatively rare and represent a small portion of the total accidentally caught biomass. However, given the biological characteristics of different species, such as slow growth and low reproductive rates, it can have a major effect on their population viability (Heppell et al., 2000), even at low levels (Cox et al., 2007).

In 1972, the International Whaling Commission (IWC) officially recognized that cetacean mortality in fishing activities was a threat to stocks, and that the accidental capture in passive fishing gear such as gillnets and traps, is the most serious threat to these species worldwide (Reeves et al., 2013). Most research on bycatch focuses on industrial fishing, underestimating the potential effects of artisanal fishing on endangered species (Soykan et al., 2008).

*An important example of fishing interaction affecting the conservation of natural cetacean stocks is the baiji (*Lipotes vexillifer*). In the 1990s, the baiji, a river dolphin endemic to the Yangtze River in China, was considered the species most vulnerable to extinction, and fishing was the main threat, both due to declining prey and to bycatch (Zhou and Wang, 1994). In the early 1980s, a population of around 400 baiji was estimated (Zhou, 1982), and by the late 1990s the population was estimated at only 13 individuals (Zhang et al., 2003). Despite conservation efforts, such as the creation of five protected areas, the last photographic record was made in 2002 and in 2006, after visual and acoustic surveys, no individuals were sighted and the species was considered extinct (Turvey, 2008).*

*Currently, the most endangered dolphin in the world by fisheries is the vaquita (*Phocoena sinus*), the cetacean species nearest to becoming extinct if extreme and urgent measures are not taken to eliminate bycatch (Rojas-Bracho et al., 2006; Reeves et al., 2013). The vaquita is a small dolphin species endemic to the Gulf of California (Silber, 1990) which has been accidentally caught on gillnets aimed at sharks and teleost fish (Vidal et al., 1994). Abundance estimates pointed to a population of 245 individuals in 2008, 57% lower than estimated in 1997, indicating a population decline rate of 7.6% per year (Gerrodette et al., 2011). Recent data estimate only 30 individuals (Thomas et al., 2017), placing the species on the threshold of extinction. Examples of other cetacean species highly vulnerable to fisheries interactions are the coastal dolphins of the* Phocoena, Lagenorhynchus, Tursiops, Delphinus, Cephalorhynchus *and* Sousa *genera (Reeves et al., 2013).*

In Brazil, studies of fishery interactions with cetaceans show that coastal species such as the Guiana dolphin and Franciscana, Pontoporia blainvillei*, are the most vulnerable (Di Beneditto et al., 1998; Ott et al., 2002; Zerbini, 2010). Both species are listed as "Vulnerable" or "Endangered" by national and international organizations (MMA, 2014; CITES, 2012; Secchi et al., 2018). The Guiana dolphin, with coastal and estuarine habits and recorded along the Brazilian coast with southern distribution limit in Santa Catarina, has a higher probability of interacting with fishing activities, especially artisanal fisheries (Siciliano, 1994). Artisanal or industrial surface or bottom-set gillnets, whether set or drift, are mainly responsible for the bycatch of Guiana dolphins along the Brazilian coast (figures 5 a,b) (Zerbini and Kotas, 1998; Di Beneditto, 2003; Meirelles et al., 2010).*

The lack of information on coastal and small-scale fisheries is serious, since bycatch can be at levels equivalent or higher than in industrial fisheries, suggesting that small-scale fisheries can represent a much larger challenge for marine megafauna than previously thought (Leewison et al., 2014).

Capturas acidentais de *Sotalia guianensis*

Sotalia guianensis *Bycatch*

As capturas acidentais do boto-cinza são reportadas ao longo de toda a sua área de distribuição no Brasil (Siciliano, 1994), entretanto não existem estudos sistemáticos para quantificá-las e identificar seu papel na taxa de mortalidade das populações. Alguns estudos pontuais ao longo da costa brasileira apontam que algumas regiões apresentam um maior índice de captura acidental, entretanto não é possível saber se essa diferença está diretamente ligada ao esforço pesqueiro ou à abundância das populações de *S. guianensis*. No Norte do país, o monitoramento da frota artesanal do Pará, que opera na costa do Amapá, no período de agosto de 2006 a maio de 2007, resultou no registro de 166 botos-cinza acidentalmente capturados, uma média de 5,35 botos por lance de pesca (Emin-Lima *et al.,* 2008).

No Nordeste, em um estudo etnobiológico realizado em Pernambuco, 44% dos pescadores entrevistados afirmaram ocorrer capturas acidentais de boto-cinza, principalmente em redes de emalhe de superfície, mas, apesar destes afirmarem a ocorrência, não há dados publicados que quantifiquem e avaliem essa problemática (Araújo, 2008). Outro estudo realizado no litoral setentrional do Rio Grande do Norte (Costa Branca) sobre interação da pesca artesanal com mamíferos marinhos confirmou a morte de 37 animais em apenas três anos anteriores da pesquisa, dos quais 29 foram botos-cinza, em sua maioria provocados por emalhe em redes de espera (Attademo, 2007).

Para a região Sudeste, registros de encalhes e de captura acidental do boto-cinza também indicam ser esta uma das espécies mais afetadas pelas atividades pesqueiras. Siciliano (1994) reportou entre os anos de 1983 e 1994, para o litoral do Espírito Santo, o encalhe e a captura acidental de 44 espécimes de *S. guianensis*. Netto e Barbosa (2003), também para o Espírito Santo, no período de 1994 a 2001 registraram um total de 12 encalhes de cetáceos com marcas e ferimentos relacionados à interação com a pesca, sendo destes oito de botos-cinza. Na região de Atafona, norte do Estado do Rio de Janeiro, *S. guianensis* tem historicamente representado a espécie mais vulnerável às atividades pesqueiras. O boto-cinza e a toninha representam mais de 95% das espécies acidentalmente capturadas nesta região (Di Beneditto *et al.,* 1998). Entre os anos de 1987-88 Lodi e Capistrano (1990) registraram a captura acidental de 33 botos-cinza; posteriormente entre 1989-96, Di Beneditto *et al.* (1998) registraram mais 78 indivíduos; e entre 2001 e 2002, o monitoramento de 374 lances de redes de emalhe de espera resultaram na captura acidental de 45 pequenos cetáceos, sendo novamente os mais afetados os botos-cinza (n = 20) e as toninhas (n = 22) (Di Beneditto, 2003).

Na Baía de Sepetiba, RJ, a interação entre a atividade pesqueira e o boto-cinza foi registrada por meio de monitoramento pesqueiro e rede de encalhes. Entre 2005 e 2016, um total de 371 botos-cinza foram recolhidos mortos, e ao se avaliar somente os animais frescos (n=91), quase 2/3 apresentavam interações com atividade de pesca, sendo 21(23%) captura acidental e 38 (42%) apresentavam evidências de interação com petrechos de pesca (Flach, 2015; IBC, dados não publicados). Dentre as evidências de interações com a pesca, as mais frequentes foram as marcas de rede e cortes na cauda, melão e dorso (figura 6). As regiões do corpo dos golfinhos que apresentavam marcas de interações com redes de emalhe foram a maxila e mandíbula, nadadeira dorsal, peitoral e caudal (figuras 7 a,b) e, em muitos casos, os animais já apresentavam marcas de interações antigas, com o ferimento já cicatrizado (figuras 7 c,d,e).

No litoral de São Paulo, o boto-cinza também é acidentalmente capturado, porém verifica-se uma tendência de menores valores de captura, quando comparado com a toninha. Para a região central do estado, ao longo de 20 anos de monitoramento de capturas acidentais, o boto-cinza representou apenas 5,4% dos registros, em contrapartida, a toninha representou 87,2 % das capturas acidentais (Bertozzi *et al.,* dados não publicados). O mesmo é observado para a região de Cananéia, litoral sul do estado. Nesta região, o monitoramento da frota de emalhe entre os anos de 2004 e 2007, novamente, apontou uma maior incidência de capturas acidentais de toninhas, representando 77,7%, seguida pelo boto-cinza, com 11,5% das capturas acidentais (Sidou, 2008). No litoral do Paraná, o monitoramento da frota pesqueira entre os anos de 1997 e 1999, apresentou

Bycatches of Guiana dolphins are reported throughout the species' distribution in Brazil (Siciliano, 1994), however, there are no systematic studies to quantify and identify their role in the mortality rate of populations. Some studies along the Brazilian coast indicate higher bycatch rates in certain regions; however, it is not possible to know if this difference is directly linked to fishing efforts or to the abundance of S. guianensis *populations. On the north of the country, monitoring of the artisanal fleet of Pará, which operates off the coast of Amapá, from August 2006 to May 2007, recorded 166 bycaught Guiana dolphins, an average 5.35 dolphins per fishing throw (Emin- Lima et al., 2008).*

In the Northeast, in an ethnobiological study carried out in Pernambuco, 44% of the fishermen interviewed reported bycatches of Guiana dolphins, mainly in surface gillnets, but, despite their reported occurrence, there are no published data to quantify and evaluate this problem (Araújo, 2008). Another study conducted on the northern coast of Rio Grande do Norte (Costa Branca) on the interaction of artisanal fisheries with marine mammals confirmed the death of 37 animals in just three years prior to the survey, of which 29 were Guiana dolphins, mostly caught on gillnets (Attademo, 2007).

For the Southeast region, stranding and bycatch records of Guiana dolphins also indicate it is one of the species most affected by fishing activities. Siciliano (1994) reported between 1983 and 1994, for the coast of Espírito Santo, the stranding and bycatch of 44 S. guianensis *specimens. Netto and Barbosa (2003), also for Espírito Santo, recorded 12 strandings of cetaceans with marks and injuries related to fishery interactions in the period from 1994 to 2001, of which eight were Guiana dolphins. In the Atafona region, north of Rio de Janeiro state,* S. guianensis *has historically represented the species most vulnerable to fishing activities. The Guiana dolphin and Franciscana represent more than 95% of the bycaught species in this region (Di Beneditto et al., 1998). Between 1987-88, Lodi and Capistrano (1990) recorded the bycatch of 33 Guiana dolphins. Later, between 1989-96, Di Beneditto et al. (1998) recorded 78 more individuals. And between 2001 and 2002, monitoring of 374 gillnet throws resulted in the bycatch of 45 small cetaceans, the Guiana dolphins (n=20) and Franciscanas (n=22), once more, being the most affected (Di Beneditto, 2003).*

In Sepetiba Bay, RJ, interactions between fishing activities and Guiana dolphins were recorded by monitoring both fisheries and stranding events. Between 2005 and 2016, 371 Guiana dolphins were collected dead and, amongst the fresh animals alone (n = 91), almost 2/3 presented interactions with fishing activities, 21 (23%) as bycatch and 38 (42%) showing evidence of interaction with fishing gear (Flach, 2015; IBC, unpublished data). Among the evidences of fishery interactions, the most frequent were net marks and cuts on the tail, melon and dorsum (figure 6). Gillnet interaction marks were visible on the maxilla and mandibles, dorsal, pectoral and caudal fins (figures 7 a, b), and in many cases, the animals showed marks from previous interactions, where the wounds had healed (figures 7 c,d,e).

On the coast of São Paulo, Guiana dolphins are also victim of bycatch, but there is a tendency for lower numbers when compared to Franciscanas. During 20 years of bycatch monitoring on the state´s central region, Guiana dolphins represented only 5.4% of the records, in contrast to Franciscanas, which represented 87.2% of bycatch (Bertozzi et al., unpublished data). The same is observed for the Cananéia region, on the southern coast of the state. In this region, monitoring of the gillnet fleet between 2004 and 2007, again, pointed to a higher incidence of Franciscana bycatch, representing 77.7%, followed by Guiana dolphins with 11.5% (Sidou, 2008). On the coast of Paraná, fisheries monitoring between 1997 and 1999 showed bycatch values very close for the two species, registering 45 Guiana dolphins and 40 Franciscanas (Rosas, 2000).

valores de captura acidental bastante próximos para as duas espécies, tendo registrado a captura acidental de 45 botos-cinza e 40 toninhas (Rosas, 2000).

A captura acidental de golfinhos nas redes de emalhe pode não resultar na morte dos animais, mas na maior parte dos casos ocasiona ferimentos e lesões que podem diminuir a chance de sobrevivência destes, já que os animais podem adquirir infecções e ter dificuldades para se alimentar e evitar predadores (Laist, 1987; Van Bressem *et al.* 2007). Registros de boto-cinza com ferimentos ocasionados por artefatos de pesca estão espalhados nas baías costeiras do estado do Rio de Janeiro. Na Baía de Guanabara, área altamente impactada pelas atividades humanas, estudos demonstram que em alguns casos os animais conseguem se soltar das redes ou são soltos pelos próprios pescadores (Azevedo *et al.,* 2009). Na Baía de Sepetiba, 5% dos botos-cinza fotoidentificados apresentam nadadeiras dorsais com lesões ocasionadas por petrechos de pesca e alguns indivíduos perderam parcialmente ou totalmente a nadadeira dorsal ao interagir com esses petrechos (Van Bressem *et al.* 2007) (figuras 7 f,g,h). Essas interações, portanto, podem se tornar uma ameaça à sobrevivência dos mesmos e à manutenção dessas populações de botos-cinza ao longo da costa brasileira.

Figura 3. Boto-cinza, *Sotalia guianensis,* e atuneiros em interação indireta competindo pelo mesmo recurso, na Baía de Sepetiba, RJ (Foto: Leonardo Flach, Instituto Boto-Cinza).
Figure 3. Guiana dolphins, Sotalia guianensis, *in indirect interaction with tuna vessels competing for the same resource, in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro (Photo: Leonardo Flach, Instituto Boto-Cinza).*

Dolphin bycatch in gillnets may not result in their death, but in most cases causes injuries and lesions that may reduce their survival chances as a result of infections or difficulties to feed and avoid predators (Laist, 1987; Van Bressem et al. 2007). Records of Guiana dolphins injured by fishing gear are scattered around the coastal bays of Rio de Janeiro state. In Guanabara Bay, an area highly impacted by human activities, studies show that in some cases animals are able to free themselves from the nets or are released by fishermen (Azevedo et al., 2009). In Sepetiba Bay, 5% of photo-identified Guiana dolphins show injuries on the dorsal fins caused by fishing gear, and some individuals have partially or entirely lost the dorsal fin while interacting with these gear (Van Bressem et al. 2007) (figure 7 f,g,h). These interactions, therefore, may become a threat to their survival and to the maintenance of these Guiana dolphin populations along the Brazilian coast.

Figure 4. Exemplar de boto-cinza, *Sotalia guianensis,* acidentalmente capturado pela frota de emalhe e recolhido para pesquisa (Foto: Instituto Biopesca).
Figure 4. Guiana dolphin, Sotalia guianensis, *bycaught by the gillnet fleet and collected for research (Photo: Instituto Biopesca).*

O uso das carcaças dos golfinhos acidentalmente capturados
The use of bycaught dolphin carcasses

Na maior parte das vezes, os cetáceos acidentalmente capturados não representam nenhum retorno econômico para os pescadores, sendo descartados no mar. Porém, em determinadas localidades as carcaças podem ser utilizadas para consumo humano, como isca de espinhel e suvenires (Dolar *et al.,* 1994; Fidélix *et al.,* 1998; Sholl *et al.,* 2008; Zappes *et al.,* 2009; Meirelles *et al.,* 2010).

Na região Norte, as carcaças são aproveitadas para consumo próprio, pesca de espinhel e comercialização dos órgãos reprodutores, enquanto que, no Nordeste, em algumas localidades os animais também são consumidos e utilizados na pesca de espinhel. Em estudo realizado no Rio Grande do Norte, 49% dos pescadores entrevistados relataram que aproveitam a carcaça de animais capturados acidentalmente para alimentação, 24% se desfazem da carcaça com receio de serem flagrados pelos órgãos de fiscalização, 20% utilizam as carnes dos animais como isca na captura de pescados e 7% utilizam a gordura dos animais para produção de óleo, também para ser utilizado na captura de pescado (Attademo, 2007). Neste mesmo estudo, os pescadores entrevistados relataram que atualmente utilizam apenas espécies de cetáceos para alimentação, e os casos de consumo de peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) foram indicados para épocas passadas. Segundo os entrevistados, a carne de pequenos cetáceos foi descrita como uma importante fonte de proteína, ainda nos dias de hoje, para as populações litorâneas da região, sendo frequente o seu consumo nos casos de animais emalhados em redes de pesca, enquanto que o consumo da carne de grandes cetáceos (baleias) ocorreu somente em casos de encalhes na praia. Verificou-se ainda a utilização de partes do corpo para preparação de amuletos, produtos afrodisíacos e curativos para diferentes doenças.

Já na região Sudeste e Sul, a maioria das carcaças é descartada ou tem a gordura utilizada na pesca de espinhel (Zappes *et al.,* 2009). Fidélix *et al.* (1998) relataram o consumo de carne da toninha

Generally, bycaught cetaceans represent no economic return for fishermen and are discarded at sea. However, in certain localities carcasses are used for human consumption, as bait for longline fishing or souvenirs (Dolar et al., 1994; Fidélix et al., 1998; Sholl et al., 2008; Zappes et al., 2009; Meirelles et al., 2010).

*In the Northern region, carcasses are used for human consumption, longline fishing and sale of the reproductive organs, while in the Northeast, in some locations the animals are also consumed and used for longline fishing. In a study conducted in Rio Grande do Norte, 49% of fishermen interviewed reported using the carcasses of bycaught animals for food, 24% discarded them in fear of prosecution, 20% used the meat as bait and 7% for the oil, also used to catch fish (Attademo, 2007). In the same study, fishermen reported they currently use only cetacean species for food, and that the consumption of manatees (*Trichechus manatus*) was no longer a practice. The meat of small cetaceans was described as an important source of protein for the region´s coastal populations, usually from bycatch, while the meat of large cetaceans (whales) was only consumed in case of strandings. The use of body parts for the preparation of amulets, aphrodisiac products and medicine for different diseases was also reported.*

In the South and Southeast regions, most carcasses are discarded or their blubber used in longline fishing (Zappes et al., 2009). Fidelix et al. (1998) reported Franciscana meat consumption as an alternative food source and the use of oil extracted from blubber for sealing vessels, since the first half of the nineteenth century, in the state of Rio Grande do Sul. These authors emphasize that, currently, the meat is used to feed livestock, and increasingly less frequently for human consumption. In other fishing communities off the coast of São Paulo, carcass utilization was not verified (Bertozzi and

como fonte alternativa de alimento e o uso do óleo extraído da gordura para a impermeabilização das embarcações desde a primeira metade do século XIX, no estado do Rio Grande do Sul. Esses autores ressaltaram que, atualmente, a carne destina-se à alimentação de animais domésticos, estando o consumo humano cada vez menos frequente. Em outras comunidades pesqueiras do litoral de São Paulo, não foi verificada a utilização das carcaças (Bertozzi e Zerbini, 2002), sendo os cetáceos mortos em redes considerados como incômodo para muitos pescadores, já que tempo e esforço são requeridos para retirar a carcaça da rede, bem como muitas vezes as capturas e as redes são danificadas pelo emalhamento do animal. No Rio de Janeiro, a gordura dos golfinhos acidentalmente capturados pode ser usada como isca na pesca de espinhel de tubarões, embora nas baías costeiras as carcaças dos golfinhos são descartadas e deixadas à deriva (Di Beneditto *et al.,* 1998; Flach, 2015) (figura 7 i).

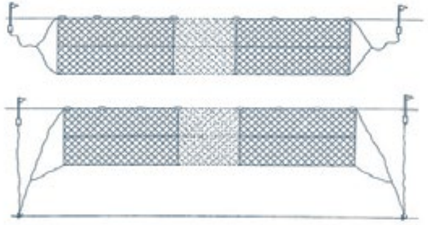


Figura 5a. Esquema de uma rede de emalhe de superfície: caceio (deriva) (acima); espera (fixa com bóias (abaixo) (Fonte: Bertozzi, 2002).
Figure 5a. Surface gillnet scheme: drift (top); set (fixed with floats - bottom (Source: Bertozzi, 2002).

Figura 5b. Esquema de uma rede de emalhe de fundo (Fonte: Bertozzi, 2002).
Figure 5b. Representation of a bottom-set gillnet (Source: Bertozzi, 2002).

Zerbini, 2002), and cetaceans killed in nets are considered a nuisance by many fishermen, as time and effort are required to remove their carcasses, as well as often catches and nets are damaged by the entanglement. In Rio de Janeiro, blubber from bycaught dolphins may be used as bait in longline shark fishing, although in coastal bays carcasses are discarded and left to drift (Di Beneditto et al., 1998; Flach, 2015) (figure 7 i).

Figura 6. Gráfico representando as diferentes evidências de interações do boto-cinza e com a atividade de pesca na Baía de Sepetiba-RJ.
Figure 6. Graph representing the different evidences of interactions between Guiana dolphins and fisheries in Sepetiba Bay-Rio de Janeiro.

Mitigação e desafios para redução do *"bycatch"*
Mitigation and Challenges for Bycatch Reduction

Atualmente é conhecido o impacto negativo da pesca de emalhe para algumas populações de golfinhos, mas o que podemos fazer para efetivamente reduzir essas capturas acidentais?

Uma medida é o uso de alarmes acústicos, os *"pingers"*, os quais têm por objetivo alertar os animais da presença das redes. Embora estudos demonstrem a eficiência deste tipo de equipamento para algumas espécies de pequenos golfinhos (Kraus *et al.,* 1997; Gearin *et al.,* 2000; Barlow e Cameron, 2003), incluindo testes realizados com *S. guianensis* em Fortaleza (Monteiro-Neto *et al.*, 2004), algumas questões sobre a utilização destes ainda precisam ser resolvidas, como a habituação dos animais diminuir a eficácia do equipamento ao longo do tempo. Do ponto de vista da gestão, mesmo que a eficácia dos alarmes acústicos seja confirmada cientificamente, a ampla incorporação na frota de emalhe pode ser um grande desafio visto os elevados custos e outras restrições práticas, como o tamanho, a duração das baterias, a aceitação do uso pelos pescadores, e o seu monitoramento com custo efetivo.

Outras alternativas são o fechamento de áreas e períodos de pesca, onde se sabe que a captura acidental ocorre em níveis insustentáveis para algumas populações de golfinhos, ou a criação de unidades de conservação onde a atividade pesqueira responsável pela captura acidental seja proibida (Read, 2013; Slooten, 2013). Embora essas medidas tenham demonstrado resultados eficazes para redução da captura acidental, seu uso continua restrito, devido ao conflito direto com o setor pesqueiro. Por esta razão, cientistas, gestores e pescadores devem continuar atuando juntos pela busca da redução das capturas acidentais, seja incluindo o fechamento de áreas e períodos de pesca, o uso de *"pingers"*, o incentivo de uso de métodos de pesca mais seletivos e até novas alternativas de renda para os pescadores com a atividade de turismo de observação de cetáceos (Dawson *et al.*,1998).

The negative impact of gillnet fishing for some dolphin populations is currently known, but what can we do to effectively reduce bycatch?

The use of pingers, acoustic alarms intended to alert the animals of the presence of nets is one such measure. Although studies demonstrate their efficiency for some small dolphin species (Kraus et al., 1997; Gearin et al., 2000; Barlow and Cameron, 2003), including tests with S. guianensis *in Fortaleza (Monteiro-Neto et al., 2004), some questions about their use still need to be resolved, such as animal habituation diminishing equipment effectiveness over time. From a management perspective, even if the effectiveness of acoustic alarms is scientifically confirmed, widespread incorporation into the gillnet fleet can be a major challenge given their high costs and other practical constraints, such as size, battery life, acceptance by fishermen and whether its use could be monitored cost effectively.*

Other alternatives include area and time closures, in places where bycatch occurs at unsustainable levels for some dolphin populations, or the creation of protected areas where fisheries responsible for bycatch are prohibited (Read, 2013; Slooten, 2013). Although these measures are effective in reducing bycatch, their use remains restricted due to direct conflict with the fishing industry. For this reason, scientists, managers and fishermen should continue working together to reduce bycatch, including area and time closures, the use of pingers, and promoting more selective fishing methods or even income alternatives for fishermen, such as cetacean watching tourism (Dawson et al., 1998).

In Brazil, the Interministerial Normative Instruction MMA/MPA, N. 12 of 22 August 2012 regulates gillnet fishing in the Southeast and South regions, with the objective of maintaining fish stocks at sustainable levels and reducing bycatch of non-target species. Minimum and maximum

No Brasil, a Instrução Normativa Interministerial MMA/MPA, Nº. 12 de 22 agosto de 2012 regulamenta o ordenamento da pesca de emalhe nas regiões Sudeste e Sul, com o objetivo de assegurar a manutenção dos estoques pesqueiros em níveis sustentáveis e reduzir a captura acidental de espécies não alvo. Dentre as regras, se estabeleceu o tamanho mínimo e máximo da malha das redes e, para embarcações motorizadas, a distância mínima da costa e tamanho máximo das redes, bem como a proibição das redes de multifilamento. Entretanto, se faz necessária uma fiscalização para o cumprimento desta IN, além de estudos para comprovar sua efetividade na redução da captura acidental dos pequenos cetáceos costeiros, incluindo o boto-cinza.

É importante ressaltar que, além das atividades pesqueiras, muitas regiões costeiras, principalmente as baías e estuários, estão sofrendo grandes transformações devido às atividades portuárias, que se sobrepõem e criam áreas de exclusão de pesca. A ocupação desordenada do ambiente marinho aumenta os conflitos entre essas atividades, e o deslocamento de uma atividade pesqueira para as áreas de maior ocorrência de cetáceos aumentaria a captura acidental. Segundo Flach (2015), a captura acidental de botos-cinza vem crescendo simultaneamente com o aumento dos empreendimentos portuários e das áreas de fundeios e dragagens, que deslocaram e aumentaram as áreas de exclusão de pesca na Baía de Sepetiba. Portanto, para entender este processo de transformação das interações entre as atividades pesqueiras e os mamíferos marinhos é preciso avaliar as mudanças e dinâmica de todas as atividades antrópicas que ocorrem na região costeira.

mesh sizes and, for motorized vessels, minimum distance from the coast and maximum net size were established, as well as prohibiting multifilament nets. However, enforcement, to ensure compliance, and studies to assess its effectiveness in reducing bycatch of small coastal cetaceans, including Guiana dolphins, are needed.

In addition to fishing activities, many coastal regions, especially bays and estuaries, are undergoing major transformations due to port activities, which overlap and create fishing exclusion areas. The unmanaged occupation of the marine environment increases conflicts between these activities, and the displacement of fisheries to areas of higher cetacean occurrence would increase bycatch. According to Flach (2015), Guiana dolphin bycatch has grown with the increase in port and anchorage and dredging development, which displaced fisheries and created exclusion areas in Sepetiba Bay. Therefore, understanding this process of transformation of the interactions between fishing activities and marine mammals requires an evaluation of the changes and dynamics of all anthropogenic activities that occur in the coastal region.

Figura 7. Evidências de interação entre boto-cinza e petrechos de pesca na Baía de Sepetiba-RJ: (a, b) capturado acidentalmente apresentando evidência de interação com rede de emalhe; (c) apresentando evidência de interação antiga e atual com petrecho de pesca na região da maxila e mandíbula; (d) apresentando nadadeira peitoral mutilada e cicatrizada, provocada por petrecho de pesca encontrado ainda preso no animal; (e) juvenil apresentando petrecho de pesca preso no rostro; (f) boto-cinza (SEP 185) foto-identificado em 2005 com petrecho de pesca preso na nadadeira dorsal; (g) boto-cinza (SEP 185) foto-identificado em 2006, após a completa mutilação da nadadeira dorsal, devido a uma segunda interação com um petrecho de pesca; (h) boto-cinza (SEP 154) foto-identificado pela primeira vez em 1997, com lesão de interação com petrecho de pesca; (i) fêmea de boto-cinza apresentando evidência de retirada da musculatura para consumo ou isca. (Fotos: Instituto Boto-Cinza).

Figure 7. Evidence of interaction between Guiana dolphin and fishing gear in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro: (a, b) accidentally caught and showing evidence of gillnet interaction; (c) showing evidence of previous and recent interaction with fishing gear on the jaws; (d) showing scarred mutilation on the pectoral fin caused by fishing gear found trapped in the animal; (e) juvenile showing fishing gear entangled on the rostrum; (f) Guiana dolphin (SEP 185) photo-identified in 2005 with fishing gear entangled on the dorsal fin; (g) Guiana dolphin (SEP 185) photo-identified in 2006 after complete dorsal fin mutilation due to a second interaction with fishing gear; (h) Guiana dolphin (SEP 154) first photo-identified in 1997, with injury from interaction with fishing gear; (i) female showing evidence of muscle removal to be used for human consumption or bait. (Photos: Instituto Boto-Cinza).

(Foto: Carol Meirelles/Acervo Aquasis)

Conservação
Conservation

Alexandre Schiavetti, Ana Carolina Oliveira de Meirelles, Marina Consuli Tischer, Mariana Bruck de Moraes Ponna Schiavetti e Marcela Marega-Imamura.

(Foto: Carol Marcelles/Acervo Aquáxis)

Atualizações no status de conservação de *Sotalia guianenis*

Updates on the conservation status of Sotalia guianensis

Instituições que têm seus projetos voltados para a conservação do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, existem no Brasil desde o fim dos anos 1980 (tabela 1). Desde então, diversas instituições foram criadas em todo o território nacional. Muitas delas não atuam exclusivamente com *S. guianensis*, mas possuem projetos com a espécie. A região Sudeste é a que possui o maior número de instituições (55%), refletindo diretamente no número de estudos realizados e, consequentemente, no conhecimento sobre as ameaças à espécie. Em contrapartida, a maioria (58%) dos locais de concentração da espécie estão na região Nordeste do Brasil (vide tabela 2 na seção "Ações e áreas prioritárias para a conservação").

S. guianensis teve seu status de ameaça alterado pela Portaria MMA No. 444, de 2014, que lista as espécies oficialmente declaradas como ameaçadas de extinção em território brasileiro, passando de uma espécie com Dados Deficientes (DD) para Vulnerável (VU) em águas brasileiras. Esta mudança de categoria deveu-se às ameaças comprovadas existentes ao longo de toda sua distribuição, mas especialmente àquelas na Baía de Guanabara (RJ).

Segundo a monitoria final do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos - Pequenos Cetáceos, realizada em 16/11/2017 - 15/01/2018 (virtual) , das 12 ações específicas para *S. guianensis*, somente uma foi totalmente concluída (figura 1a). A ação concluída foi referente a Meta 5, de Políticas Públicas, que justamente tratava da mudança na categoria de ameaça da espécie na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas do Brasil (figura 1b).

There have been institutions focusing their projects on the conservation of Guiana dolphins, Sotalia guianensis, *in Brazil since the late 1980s (table 1). Since then, several new institutions were created nationwide. Many of them do not work exclusively with* S. guianensis, *but develop projects focused on the species. The Southeast region has the largest number of institutions (55 %), reflecting directly on the number of studies carried out and, consequently, on the knowledge about threats to the species. On the other hand, most of the species' concentration areas (58%) are on Brazil's northeast region (see table 2 in the section "Priority conservation measures and areas").*

Ordinance MMA No. 444, of 2014, which lists species officially declared as endangered in Brazil, amended the S. guianensis *conservation status from Data Deficient (DD) to Vulnerable (VU) in Brazilian waters. This change was justified by threats verified throughout its distribution, but especially in Guanabara Bay (Rio de Janeiro).*

According to the final report on the National Action Plan for the Conservation of Aquatic Mammals - Small Cetaceans, developed between 16/11/2017 - 15/01/2018 (online), out of 12 actions specific for S. guianensis, *only one was fully accomplished (figure 1a). The completed action related to Goal 5, Public Policy, which referred precisely to amending the threat category on the Brazilian List of Threatened Species (figure 1b).*

Tabela 1. Tipo de Instituição, ano de criação e Estado da federação com Projetos de Conservação de *Sotalia guianensis* em andamento no Brasil (ONG – Instituições Não-governamentais; GO – Instituições Governamentais; IP - Instituição Privada).
Table 1. Type of Institution, year of establishment and state of the federation with ongoing Sotalia guianensis *Conservation Projects in Brazil (ONG -Non-Governmental Institutions; GO - Government Institutions; IP - Private Institutions).*

NOME/*NAME*	Sigla/*Acronym*	Tipo/*Type*	Ano/*Year*	Estado/*State*
Fundação Mamíferos Aquáticos	FMA	ONG	1989	PE
Instituto Orca	IOR	ONG	1992	ES
Instituto Mamíferos Aquáticos	IMA	ONG	1995	BA
Projeto Atlantis/LABCMA/USP	-	GO	1995	SP
Instituto Baleia Jubarte	IBJ	ONG	1996	BA
Instituto de Pesquisas Cananéia	IPEC	ONG	1997	SP
Centro Mamíferos Aquáticos	CMA	GO	1998	SP
Instituto Argonauta		ONG	1998	SP
Instituto Biopesca	IBP	ONG	1998	SP
Projeto Cetáceos da Costa Branca/UERN	PCCB	GO	1998	RN
Grupo de pesquisa e conservação de mamíferos aquáticos	ECOMAR	ONG	1998	RN
Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos	AQUASIS	ONG	1994	CE
Associação MarBrasil	MB	ONG	2004	PR
Instituto Aqualie	IAQ	ONG	2004	MG
Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos da Amazônia/Museu Emilio Goeldi	GEMAM	GO	2006	PA
Instituto Boto-cinza	IBC	ONG	2009	RJ
Grupo de Estudos de Mamíferos Marinhos da Região dos Lagos/Fiocruz	GEMM-Lagos	GO	2009	RJ
Projeto Ilhas do Rio/Instituo Mar a Dentro	-	ONG	2011	RJ
Projeto Toninhas/Univille	-	IP	2011	SC
Projeto Baleia à Vista	-	-	2016	SP
VIVA Baleias, Golfinhos e cia	VIVA	ONG	2016	SP
Laboratório de Acústica de Cetáceos/UFRRJ	LBC	GO	1994	RJ
Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores/UERJ	MAQUA	GO	1992	RJ
Laboratório de Ecologia e Conservação de Mamíferos e Répteis Marinhos/CEM/UFPR	LEC	GO	2003	PR
Laboratório de Mamíferos Aquáticos/UFSC	LAMAQ	GO	1988	SC

Fonte:http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/plano-de-acao-nacional-lista/839-plano-de-acao-nacional-para-a-conservacao-dos-pequenos-cetaceos

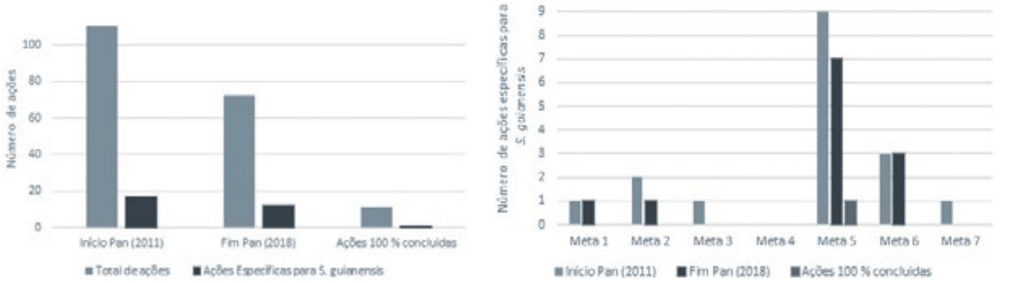


Figura 1. Comparação do número de ações totais, de ações específicas para *Sotalia guianensis* e de ações concluídas no início do PAN Pequenos Cetáceos e no final do processo (a) e das ações específicas para *S. guianensis* por metas (b).
Figure 1. Comparison of the total number of actions, actions specific to Guiana dolphins *and actions completed at the beginning of PAN Small Cetaceans and at the end of the process (a) and actions specific to* S. guianensis *(b).*

Principais ameaças
Main Threats

Tendo ampla distribuição estuarina e costeira no Brasil, o boto-cinza é uma das espécies de cetáceos que mais sofrem com as pressões antrópicas, as quais podem afetá-los direta ou indiretamente.

TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES

As áreas de uso do boto-cinza se sobrepõem com áreas de intenso tráfego de embarcações. Interações com barcos de pesca, de turismo e navios em grandes áreas portuárias foram os objetivos de 12 pesquisas publicadas de 2006 até o início de 2019. O tráfego de embarcações motorizadas em áreas marinhas está dentre as principais atividades apontadas como fontes de perturbação aos cetáceos (Nowacek *et al.*, 2001; Lemon *et al.*, 2006).

Por habitar ao longo de todo o ano áreas costeiras abrigadas e de águas calmas (Flores, 1999; Azevedo *et al.*, 2004; Rossi-Santos *et al.*, 2007), o boto-cinza é a espécie de pequeno cetáceo costeiro alvo do turismo de observação formal ou informal (aproximação e observação por embarcações particulares) com mais atividades registradas. Baía Norte, em Santa Catarina, enseadas da Praia da Pipa, no Rio Grande do Norte, Complexo estuarino lagunar de Cananéia, em São Paulo (Filla e Monteiro-Filho, 2009), são locais onde o turismo de observação ocorre regularmente. A reação dos animais e as alterações comportamentais variam conforme o local e tipos de barcos. Nesses locais foram estudadas as reações dos animais aos diferentes tipos de aproximação feitos pelas embarcações (Santos-Jr. *et al.*, 2006; Pereira *et al.*, 2007; Filla e Monteiro-Filho, 2009). A abordagem direta feita pelas embarcações mostrou reação diferenciada dos animais em deslocamento na Praia de Pipa/RN (Santos-Jr. *et al.*, 2006). Em Cananéia/SP, provocou 90,91% das reações consideradas negativas, como p. ex. abandono da atividade realizada antes da

With wide estuarine and coastal distribution in Brazil, the Guiana dolphin is one of the cetacean species that most suffers from anthropogenic pressures, which can affect them direct or indirectly.

VESSEL TRAFFIC

Guiana dolphins use areas that overlap with intense vessel traffic. Interactions with fishing boats, tourism vessels and large ships in port areas were objects of research in 12 studies published since 2006 to the beginning of 2019. Motorboat traffic in marine areas is identified as one of the main sources of disturbance for cetaceans (Nowacek et al., 2001; Lemon et al., 2006).

Because it inhabits sheltered coastal areas with calm waters year round (Flores, 1999; Azevedo et al., 2004; Rossi-Santos et al., 2007), the Guiana dolphin is the species of small cetacean most targeted by informal (approach and observation by private vessels) and formal observation tourism. Baía Norte, in Santa Catarina, the embayments of Praia da Pipa, in Rio Grande do Norte, the estuarine lagoon complex of Cananéia in São Paulo (Filla and Monteiro-Filho, 2009) are all places where dolphin watching tourism occurs regularly. Animal reactions and behavioural changes vary with location and vessel type. Reactions to different types of approach were studied in these localities (Santos-Jr. et al., 2006; Pereira et al., 2007; Filla and Monteiro-Filho, 2009). Direct approach by vessels provoked differing reactions by travelling animals at Praia da Pipa (Santos-Jr. et al., 2006). In Cananéia, it caused 90.91% of the reactions considered negative, such as abandonment of the activity performed before the approach, change in direction of travel and group separation (Filla and Monteiro-Filho, 2009). Negative responses to vessels with

aproximação do barco, mudança na direção de deslocamento e separação do grupo (Filla e Monteiro-Filho, 2009). Respostas negativas a barcos com motor de popa (76%) também foram a maioria das registradas por Marega-Imamura *et al.* (2018) na área da Baía do Pontal, Ilhéus/BA.

Em áreas portuárias, algumas populações de boto-cinza convivem diariamente com embarcações de pesca, turismo e navios de grande porte. Em Ilhéus/BA, na área do Porto do Malhado, as interações com embarcações de pequeno porte, como barcos com motor de centro (n=260) e barcos com motor de popa (n=66), foram mais numerosas do que com navios de grande porte (n=39). No entanto, as lanchas (motor de popa) foram as principais responsáveis pela redução no padrão de comportamento de superfície (1,82 ± 0,98) dos grupos de botos-cinza observados, em comparação com os barcos com motor de centro (2,27 ±1,06) (Santos *et al.*, 2013). Também na área do Porto em Ilhéus/BA, Izidoro e Le Pendu (2012) registraram maior número de reações de afastamento dos animais em interações com barcos de passeio (12%) comparado com os barcos de pesca (5%). Os mesmos autores sugerem que o Porto de Ilhéus pode representar uma área atrativa para os botos já que alguns barcos de pesca descartam regularmente peixes que não têm valor econômico, mas que podem ser consumidos pelos animais, mas não confirmam a avistagem de tal comportamento. Em Pernambuco, nas áreas próximas ao Porto de Recife e Porto de Suape, Araújo *et al.* (2008) mostraram que os animais tenderam a ter mais reações negativas quando grandes navios estavam ligados a rebocadores do que quando estavam próximos a estas embarcações sem rebocadores.

Além do impacto causado pela presença da embarcação, a colisão também é uma ameaça à espécie e foi descrita por pescadores artesanais em vários estados em uma pesquisa etnográfica, na qual estes relataram que o boto-cinza tende a aumentar a velocidade de natação quando barcos se aproximam, mas, ainda assim, algumas vezes a colisão foi relatada (Zappes *et al.*, 2013).

Tosi e Ferreira (2009), analisando o comportamento de botos-cinza no sul do estado do Rio Grande do Norte, após a delimitação de uma reserva costeira, mostraram que a aplicação

outboard engines (76%) were also the majority reported by Marega-Imamura et al. (2018) in the area of Baía do Pontal, Ilhéus, Bahia state.

In port areas, some Guiana dolphin populations are exposed to fishing, tourism and large vessels on a daily basis. In the Porto do Malhado area, Ilhéus, Bahia, interactions with small boats with inboard (n = 260) and outboard (n = 66) engines were more numerous than with large ships (n = 39). Speedboats (outboard engine), though, caused the most reduction in surface behaviour (1.82 ± 0.98) of Guiana dolphin groups observed, when compared to boats with inboard engines (2.27 ± 1.06) (Santos et al., 2013). Also in the port area in Ilhéus, Izidoro and Le Pendu (2012) reported a higher number of avoidance reactions to tourism boats (12%) compared to fishing boats (5%). The same authors suggest that the port may represent an attractive area for dolphins as some fishing boats regularly discard fish of no economic value, but that can be consumed by the animals, although they have not recorded such behaviour. In Pernambuco, around the Recife and Suape Port areas, Araújo et al. (2008) showed the animals react more negatively to large ships when these are attached to tugboats.

In addition to the impacts caused by vessel presence, collisions are also a threat to the species and were described by artisanal fishermen from several states in an ethnographic survey. They reported Guiana dolphins tend to increase swimming speed when boats approach, nonetheless, sometimes collisions have been reported (Zappes et al. 2013).

Tosi and Ferreira (2009), analysing Guiana dolphin behaviour in southern Rio Grande do Norte state following the establishment of a coastal marine protected area, showed the enforcement of boat traffic control regulations can minimize the short-term impact of interactions on dolphin behaviour. Research results can assist conservation initiatives when effectively presented to government authorities along with protected area and/or traffic control regulation proposals, as in Valle and Melo (2006).

de regras para o controle do tráfego de embarcações pode minimizar os impactos das interações no comportamento dos golfinhos em curto prazo. Os resultados das pesquisas podem auxiliar em ações de conservação se efetivamente apresentados às autoridades governamentais junto com propostas de criação de áreas protegidas e/ou normas de regulamentação do tráfego, como em Valle e Melo (2006).

POLUIÇÃO SONORA

Além de as ondas sonoras se propagarem com velocidade quatro vezes maior dentro da água (em torno de 1.500 m/s para água do mar) do que no ar (em torno de 340 m/s), a percepção, processamento e utilização do som por odontocetos são muito mais desenvolvidos em relação a outros grupos de mamíferos, o que configura a paisagem acústica como fundamental na vida desses animais.

A capacidade acústica desse grupo, e, portanto, dos botos-cinza, é fundamental para sua sobrevivência. Eles socializam, detectam suas presas e localizam-se no ambiente utilizando o som. Entretanto, o excesso de ruídos pode afetar a saúde física e mental de uma população de golfinhos. Esse excesso, denominado de poluição sonora, vem aumentando em ambientes costeiros onde a ocupação humana vem crescendo.

Justamente nesses ambientes, principalmente em baías, estuários e áreas costeiras abrigadas, onde os botos-cinza habitam, há diversas fontes de estímulos sonoros e os sons antropogênicos representam desafios auditivos e fisiológicos para esses animais. Atividades antrópicas, como trânsito de pequenas e grandes embarcações, empreendimentos costeiros, atividades de prospecção sísmica, perfuração, explosões e dragagem para construção de portos, marinas e pontes, alteram o ambiente acústico em que esses animais vivem.

Frente a essas perturbações antrópicas, já foram constatadas alterações de curto-prazo em padrões de mergulho (Marega-Imamura *et al.*, 2018) e tempo de atividades comportamentais (i.e., interação social, alimentação, descanso, deslocamento) (Carrera *et al.*, 2008) em botos-cinza (vide seção sobre tráfego

NOISE POLLUTION

Besides the fact that sound waves propagate at speeds four times higher in water (around 1,500 m/s in seawater) than in air (around 340 m/s), the perception, processing and use of sound by odontocetes are much more developed than in other mammals, which makes the acoustic landscape a fundamental element in the these animals' lives.

Their acoustic capacity is fundamental for their survival. They socialize, detect prey and locate in their environment through sound. However, excessive noise can affect the physical and mental health of a dolphin population. This excess noise, also called noise pollution, has been increasing in coastal environments where human occupation rates have been growing. In these environments, especially the bays, estuaries and sheltered coastal areas inhabited by Guiana dolphins, there are diverse sources of sound stimuli and anthropogenic sounds pose auditory and physiological challenges for these dolphins. Anthropic activities such as small and large vessel traffic, coastal developments, seismic activities, drilling, explosions and dredging to build ports, marinas and bridges, considerably change the acoustic environment in which these animals live.

Short-term changes in diving patterns (Marega-Imamura et al., 2018) and behavioural budgets (i.e., time spent socialising, feeding, resting or travelling) (Carrera et al., 2008) have been observed in Guiana dolphins (see boat traffic section). The repeated and prolonged exposure to noise can also cause hearing loss in cetaceans. Although in situ studies with cetaceans have not verified this yet, using a modelling approach, hearing damage zone studies can predict in which frequencies, intensities and spatial distance, noise can cause hearing damage (e.g. Erbe, 2002, with Orcinus orca*).*

All of these behavioural and physiological changes, in the long-term and synergistically, have the potential for serious consequences, such as reductions in survival and recruitment rates, followed by population decline.

The most common anthropogenic noise in the marine environment comes from boat traffic. Motorized boats produce

de embarcações). A exposição repetida e prolongada dos cetáceos aos ruídos pode ainda provocar perda de audição. Embora nenhum estudo com cetáceos conseguiu verificar essa perda auditiva *in situ*, a partir de modelagem, estudos de zona de dano auditivo podem predizer em quais frequências, intensidades e distância espacial, ruídos sonoros podem causar danos auditivos (e.g. Erbe, 2002, com *Orcinus orca*). Todas essas mudanças comportamentais e fisiológicas, em longo prazo, e de forma sinergética, têm o potencial de acarretarem consequências graves, como redução das taxas de sobrevivência e recrutamento, seguidas de diminuição populacional.

O ruído antropogênico mais frequente no ambiente marinho é proveniente do tráfego de embarcações motorizadas, que produzem ruídos que, proporcionalmente à intensidade e proximidade dos grupos de boto-cinza, interferem na comunicação e localização espacial desses animais. Além disso, os níveis de frequência de ruído das embarcações aumentam conforme a potência e a velocidade dos motores.

O ruído emitido por embarcações rápidas, como lanchas, pode chegar a frequências de até 40 kHz, um valor similar aos assobios emitidos por *S. guianensis* (e.g. até 35 kHz, Lima e Le Pendu, 2014). Neste cenário, as taxas de frequência dos sons emitidos pelos botos-cinza podem ser sobrepostas pelos ruídos das embarcações, em um fenômeno denominado 'mascaramento', onde ocorre uma diminuição na habilidade do animal de detectar sinais de outros indivíduos.

Mudanças na emissão de sons em botos-cinza, como o aumento em taxas de assobio e redução na duração das cadeias de cliques (Leão-Martins *et al.*, 2016) já foram verificadas frente a ruídos de embarcações. Essas alterações podem ser uma estratégia desenvolvida por esses golfinhos para superar a faixa de frequência dos ruídos antrópicos. Quatro artigos voltados a essa temática com a espécie foram publicados até o ano de 2019.

Na Baía de Guanabara, Bittencourt *et al.* (2016) comparou os assobios de botos-cinza em dois ambientes acústicos, um silencioso e outro ruidoso, e verificaram que os animais alteraram o comportamento acústico em situações ruidosas, diminuindo a duração e aumentando a taxa de vocalização.

noises that, proportionally to their intensity and proximity of Guiana dolphin groups, interfere with their communication and spatial location. In addition, boat noise frequency levels increase with engine power and speed.

Noise emitted by speedboats can reach frequencies of up to 40 kHz, a value similar to the whistles emitted by S. guianensis *(e.g. up to 35 kHz, Lima and Le Pendu 2014). In this scenario, vessel noise can overlap the frequency rates of sounds emitted by Guiana dolphins, in a phenomenon called 'masking', where the animal's ability to detect signals from other individuals is compromised.*

Leão-Martins et al. (2016) detected changes in sound emission by Guiana dolphins in the presence of vessel noise, with an increase in whistling rates and reduction in the duration of click trains. Such changes may be a strategy developed by these dolphins to overcome the frequency ranges of anthropogenic noise. Four articles with the species on this topic were published until 2019.

In Guanabara Bay, Bittencourt et al. (2016) compared Guiana dolphin whistles in two acoustic environments, one silent and another noisy, and found the animals altered their acoustic behaviour in noisy situations, decreasing the duration and increasing the rate of vocalizations.

ADDITIONAL THREATS

We have discussed above some anthropic activities that affect the species in Brazil. Furthermore, in other chapters of this book (5 and 6), as previously mentioned, other important impacts were discussed in detail.

Threats yet to be investigated as to their negative impacts on the biology or ecology of the species include death caused by resource competition, introduction of exotic species and depletion of fish stocks. There are still other little known or publicized threats that deserve attention, which will be briefly discussed below.

DEMAIS AMEAÇAS

Acima discutimos algumas atividades antrópicas que impactam a espécie no Brasil. Além disso, em outros capítulos desse livro (5 e 6), como já mencionado, outros impactos importantes já foram discutidos em detalhe.

Dentre as ameaças que ainda não foram investigadas quanto aos seus impactos negativos na biologia ou ecologia da espécie estão: abate por competição de recursos, introdução de espécies exóticas e depleção de estoques pesqueiros. Há ainda outras ameaças pouco conhecidas ou divulgadas que merecem atenção, que serão brevemente discutidas a seguir.

Uma dessas ameaças é a prática de natação, mergulho ou permanência de pessoas perto de grupos de boto-cinza, comum em alguns locais, como a Praia da Pipa/RN. Essa ameaça pode ser considerada um tipo de molestamento e pode causar alterações comportamentais e risco ao bem-estar e segurança de ambos. Na Ilha do Cardoso (litoral de São Paulo), Morais (2019) registrou comportamento agonístico entre *S. guianensis* e visitantes.

A operação e a construção de empreendimentos costeiros, como portos, marinas, estaleiros, entre outros, também podem ser uma ameaça à espécie, mesmo quando cumprem todo o processo de licenciamento. Há estudos que comprovam o impacto dessas atividades sobre a espécie, resultando em abandono de importantes áreas, como relatado por Cremer *et al.* (2009, 2011) na Baía da Babitonga, devido ao ruído excessivo advindo da expansão portuária; e por Meirelles (2013) na Enseada do Mucuripe, onde os botos praticamente abandonaram a área do Porto durante atividades de dragagem para aprofundamento do canal.

Exemplos como esses podem ocorrer também em outras áreas não portuárias, como exemplo, a barra do rio Cachoeira, em Ilhéus, na Bahia, onde está sendo construída uma ponte em local onde reside uma população de botos-cinza. Nessa área, ocorrem grupos de um a sete indivíduos (3,75 ±1,59) (Santos *et al.*, 2010; Batista *et al.*, 2012; Marega-Imamura *et al.*, 2018) que podem ser afetados pela intensa poluição sonora (e.g. atividades de perfuração e trânsito de embarcações).

One of these threats is swimming, diving or remaining near groups of Guiana dolphins, common in some places, such as Praia da Pipa/RN. This is a type of harassment and can cause behavioural changes and risk the welfare and safety of both humans and dolphins. In Cardoso Island, São Paulo, Morais (2019) recorded agonistic behaviour between S. guianensis *and swimmers.*

The operation and construction of coastal harbours, marinas, shipyards, etc., may also threaten the species, even those that meet all licensing conditions. These activities may result in the abandonment of important areas, as reported by Cremer et al., (2009, 2011) in the Bay of Babitonga due to excessive noise from port expansion and by Meirelles (2013) in Enseada do Mucuripe, where the dolphins practically abandoned the port area during dredging activities to deepen the channel.

Such examples may also occur in other non-port areas, as in the Cachoeira River mouth, in Ilhéus, Bahia, where a bridge is being built and the intense noise pollution (i.e. drilling and vessel traffic) can affect the groups of one to seven Guiana dolphin individuals (3.75 ± 1.59) (Santos et al., 2010; Batista et al., 2012; Marega-Imamura et al., 2018) that inhabit the area.

Azevedo et al. (2017) attribute the drastic decrease (37%) of the Guiana dolphin population in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, between 2000 and 2015, to a set of anthropic actions, such as those mentioned in this and in other chapters. The synergy between anthropic actions was also cited in Flach et al. (2019) as the possible cause for the proportion and severity of the Guiana dolphin mass mortality event in Ilha Grande (Groch et al., 2018a) and Sepetiba Bays, Rio de Janeiro, between November 2017 and March 2018a, as a result of a morbillivirus outbreak.

Even in protected areas, Guiana dolphins still face many threats (Alves et al., 2013). Domiciano et al. (2016) also report anthropogenic impacts, mainly bycatch (89.3%, n = 46), as the cause of death in the Biosphere Reserve area in the State of Paraná. In the study, they found 24 S. guianensis *carcasses with superficial and deep bruise lesions caused by contact with ropes or fishing nets.*

Azevedo *et al.* (2017) atribuem a um conjunto de ações antrópicas, como as citadas anteriormente neste e outros capítulos, a diminuição drástica (37%) da população de botos-cinza da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, entre os anos de 2000 e 2015. A sinergia entre ações antrópicas também foi citada em Flach *et al.* (2019) sobre as possíveis causas para a proporção e gravidade do evento de mortalidade em massa de botos-cinza nas Baías de Ilha Grande/RJ (Groch *et al.*, 2018a) e Sepetiba/RJ entre novembro de 2017 e março de 2018, resultado de um surto de morbilivírus.

Mesmo em áreas protegidas, os botos-cinza ainda enfrentam diversas ameaças (Alves *et al.*, 2013). Domiciano *et al.* (2016) também relatam impactos antrópicos, principalmente a captura acidental (89,3%, n=46), como causa da morte de indivíduos da espécie na área da Reserva da Biosfera no Estado do Paraná. No estudo, 24 carcaças de *S. guianensis* foram encontradas com lesões e hematomas superficiais e profundos causados pelo contato com cordas ou redes de pesca.

Além disso, partes de animais capturados acidentalmente ou intencionalmente também têm sido utilizadas como amuletos, a exemplo dos órgãos sexuais de *S. guianensis* registrados por Alves *et al.* (2012) sendo comercializados em São Luís/MA, Belém/PA, Teresina/PI e João Pessoa/PB, para fins de atração sexual e de dinheiro.

Dificilmente as populações de botos-cinza, que são de ocorrência tão próxima a atividades humanas, estarão sob influência de apenas uma ameaça. Áreas estuarinas e costeiras no Brasil são historicamente as mais alteradas pelo homem e as populações de boto-cinza ainda resistem, de uma forma ou outra, nestes locais. Porém dependem de ações integradas entre a sociedade e o poder público para a sua proteção e permanência.

In addition, parts of animals caught accidentally or intentionally are used as luck charms, such as the sexual organs of S. guianensis *recorded by Alves et al. (2012) being sold in São Luís/MA, Belém/PA, Teresina/PI and João Pessoa/PB, for sexual and money attraction.*

Differentiating the effects of these threats on an individual and population scale, measuring their severity and conducting long-term investigations in different areas where the species occurs are the challenges faced by researchers in order identify and implement appropriate conservation actions for the species.

Because Guiana dolphins occur so close to human activities, they will rarely be under the influence of a single threat. Estuarine and coastal areas in Brazil are historically the most altered by man and the Guiana dolphin populations still survive, in one way or another, in these places. However, they depend on integrated actions between society and government authorities for their protection and survival.

Ações e áreas prioritárias para a conservação
Priority conservation measures and areas

Diante do atual cenário mundial de perda de biodiversidade, tornam-se de extrema importância estudos que indiquem espécies e áreas prioritárias para a conservação, de forma a indicar ações para evitar a extinção de espécies e garantir serviços ecológicos cruciais (Margules e Pressey, 2000; Langhammer *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2006).

Como predador de topo de cadeia, o boto-cinza tem função importante no fluxo de energia nos ecossistemas onde habita, contribuindo para a manutenção da diversidade e abundância de espécies. Além disso, é considerado bioindicador da qualidade do ambiente, atuando como sentinela ambiental e, portanto, uma espécie prioritária para a conservação em ambientes marinhos e costeiros.

Apesar dessa importância, não existe no país nenhum estudo que indique as áreas prioritárias para a conservação do boto-cinza. A espécie habita uma estreita faixa quase que continuamente desde Florianópolis até o Amapá. Nesta faixa, há locais de maior concentração, onde são encontradas populações residentes da espécie. Esses locais são áreas naturalmente abrigadas, como baías, estuários e enseadas, onde normalmente também estão instaladas cidades e portos. Com isso, observa-se um alto nível de impacto antrópico negativo na maioria das populações de boto-cinza que habitam a costa brasileira.

Não é objetivo desse capítulo fazer uma extensa revisão ou descrição dessas populações, nem tampouco indicar quais são as áreas prioritárias para a conservação da espécie no país, o que seria resultado apenas de um detalhado estudo. Assim, a seguir serão indicados alguns locais onde são encontradas populações residentes de boto-cinza ou onde a espécie é encontrada ao longo do ano (tabela 2). Posteriormente, serão detalhadas informações de alguns locais onde a espécie tem sofrido impactos consideráveis e um local onde ainda se encontra relativamente bem protegida.

Given the current world scenario of biodiversity loss, studies indicating priority conservation areas and species are of utmost importance in order to define measures to prevent species extinction and guarantee crucial ecological services (Margules and Pressey, 2000; Langhammer et al., 2007; Rocha et al., 2006).

As a top-of-the-chain predator, the Guiana dolphin plays an important role in the energy flow of the ecosystems where it lives, contributing to maintain species diversity and abundance. In addition, as a bioindicator of environmental quality, it is a priority species for the conservation of marine and coastal environments.

Despite its importance, no studies indicate priority areas for Guiana dolphin conservation in the country. The species inhabits an almost continuous narrow coastal strip from Florianópolis to Amapá. In this range, there are places of higher concentration, where resident populations are found. These are naturally sheltered areas, such as bays, estuaries and embayments, where cities and ports are also frequently located. Thus, high levels of negative anthropic impacts affect most Guiana dolphin populations that inhabit the Brazilian coast.

It is not the purpose of this chapter to present an extensive review or description of these populations, nor to indicate the priority areas for their conservation, which would require a more detailed study. Thus, we highlight certain areas where there are resident Guiana dolphin populations or where the species occurs throughout the year (table 2). Subsequently, we provide detailed information about areas where the species has undergone considerable impacts and where it is relatively well protected.

Tabela 2. Localização de Populações Residentes de *Sotalia guianensis.*
Table 2. Resident Sotalia guianensis *populations.*

LOCAL/*SITE*	Estado/*State*	Fonte/*Source*	LOCAL/*SITE*	Estado/*State*	Fonte/*Source*
Baía Norte	SC	Flores *et al.*, 2004	Estuário do Vaza-Barris	SE	Jesus *et al.*, 2002
Baia da Babitonga	SC	Cremer *et al.*, 2011	Estuário do Rio Sergipe	SE	Lima, 2010
Baía de Guaratuba	PR	Filla et *al.*, 2009	Estuário do Rio Poxim	SE	Nunes *et al.*, 2014
Complexo estuarino de Paranaguá	PR	Filla *et al.*, 2009	Porto de Maceió	AL	Collaço, 2008
Complexo estuarino lagunar de Cananéia	SP	Havukainen *et al.*, 2011	Porto de Recife	PE	Araújo *et al.*, 2008
Baía de Sepetiba	RJ	Flach, 2008	Porto de Suape	PE	Araújo *et al.*, 2008
Baía de Guanabara	RJ	Azevedo *et al.*, 2007	Baía Formosa	RN	Paro, 2010
Baía da Ilha Grande	RJ	Especie *et al.*, 2010	Baía dos Golfinhos	RN	Monteiro *et al.*, 2006
Baía de Paraty	RJ	Lodi, 2003	Lagoa de Guaraíras	RN	Paro, 2010
Estuário do Rio Doce	ES	Cepille, 2008	Enseada de Tabatinga	RN	Gondim, 2004
Baia de Benevente	ES	Mamede, 2015	Enseada do Mucuripe	CE	Meirelles, 2013
Estuário de Caravelas	BA	Rossi-Santos *et al.*, 2007	Porto do Pecém	CE	Meirelles, com. Pess.
Baía do Pontal	BA	Santos *et al.*, 2010	Ilha das Canárias	MA	Santana, com pess
Porto de Ilhéus	BA	Izidoro *et al.*, 2012	Baía de Marapanim	PA	Emin-Lima, 2007
Barra de Paraguaçu	BA	Batista *et al.*, 2014	Baía de Emboraí	PA	Torres e Beasley, 2003

BAÍA DA BABITONGA-SC

A Baía da Babitonga está localizada no litoral norte do estado de Santa Catarina e tem cerca de 160 km² em área. Estudos indicam que há cerca de 200 botos-cinza habitando essa baía (Cremer *et al.,* 2011; Schulze, 2012), e que diversas ações antrópicas impactam os animais direta e indiretamente, como a captura acidental em redes de pesca e a degradação do habitat causada pela expansão portuária, respectivamente (Cremer 2007; Cremer *et al.,* 2009). Também foram registradas na região a mudança no repertório acústico dos botos devido à poluição sonora advinda das atividades portuárias (Bandeira, 2016) e altas concentrações de contaminantes, principalmente de compostos orgânicos.

O boto-cinza coabita a Baía da Babitonga com a toninha, *Pontoporia blainvillei*, um golfinho ameaçado mundial e nacionalmente. Devido a importância da baía para essas duas espécies e a preocupação gerada pelo aumento nos impactos antrópicos, principalmente no incremento das atividades portuárias, foi proposta a criação de uma unidade de conservação federal (Reserva de Fauna) na região para proteger essas e outras espécies, como o mero (*Ephinephelus itajara*). Entretanto, apesar dos esforços das instituições proponentes, como o Projeto Toninhas, da Univille, a unidade de conservação nunca foi criada.

BABITONGA BAY - SANTA CATARINA

Babitonga Bay is located on the northern coast of Santa Catarina state and is about 160 km² in area. Studies indicate about 200 Guiana dolphins inhabit this bay (Cremer et al., 2011; Schulze, 2012), and various human activities affect these animals directly and indirectly, such as bycatch in fishing nets and habitat degradation from port expansion, respectively (Cremer 2007; Cremer et al., 2009). Changes in the dolphins' acoustic repertoire due to noise pollution from port activities (Bandeira, 2016) and high concentrations of contaminants, especially organic compounds, are also recorded in the region.

The Guiana dolphin cohabits Babitonga Bay with Franciscana dolphins, Pontoporia blainvillei, *a species endangered nationally and worldwide. The Bay's importance for these two species and concerns generated by the increase in anthropic impacts, especially port activities, led to the proposal of a federal protected area (Fauna Reserve) in the region to protect these and other species, such as the Giant grouper (*Ephinephelus itajara*). However, despite efforts from the proponent institutions, such as Projeto Toninhas - Univille, it was never created.*

COMPLEXO ESTUARINO LAGUNAR DE CANANÉIA-SP

O Complexo estuarino lagunar de Cananéia está localizado no litoral sul do estado de São Paulo e faz parte de um mosaico de unidades de conservação chamado Mosaico Lagamar. Esse complexo tem cerca de 110 km de extensão e é um dos mais preservados da costa brasileira (Schaeffer-Novelli *et al.,* 1990), considerado um dos ecossistemas mais produtivos do mundo (UNESCO, 2005). Nessa região habita uma população de botos-cinza com cerca de 400 animais (Mello *et al.,* 2019) que tem uma relação positiva com a comunidade humana, tanto por ajudar na pesca de cerco (Monteiro-Filho, 1995) quanto por ser um atrativo turístico (Filla *et al.,* 2008).

Infelizmente, mesmo habitando uma área preservada como esta, os botos não estão livres de impactos antrópicos, como contaminação por organoclorados (Kajiwara *et al.,* 2004), capturas acidentais em redes de pesca (Rosas, 2000), tráfego de embarcações (Rezende, 2008) e o aumento do turismo (Filla, 2008), este último sendo um dos mais preocupantes. Mesmo assim, o nível de impacto que os botos sofrem em Cananéia é muito menor do que o registrado em áreas costeiras urbanas e portuárias como as outras descritas neste item. Assim, mesmo com os impactos registrados, pode-se considerar que essa população encontra-se relativamente bem protegida.

CANANEIA ESTUARINE LAGOON COMPLEX-SÃO PAULO

The Cananéia estuarine lagoon complex is located on the south coast of São Paulo state and is part of the Lagamar protected area mosaic. This complex is about 110 km long and is one of the most preserved on the Brazilian coast (Schaeffer-Novelli et al., 1990), considered one of the most productive ecosystems in the world (UNESCO, 2005). A population of about 400 Guiana dolphins resides in the region (Mello et al., 2019) and has a positive relation with the human community, assisting fishermen to catch fish (Monteiro -Filho, 1995) and being a tourist attraction (Filla et al., 2008).

Unfortunately, despite inhabiting such a preserved area, the dolphins are not free from human impacts, such as organochlorine contamination (Kajiwara et al., 2004), bycatch (Rosas, 2000), vessel traffic (Rezende, 2008) and tourism (Filla, 2008), the latter being one of the most worrying. Even so, the impact levels faced by Guiana dolphins in Cananéia are much lower than in other coastal urban and port areas described in this section. Therefore, this population is considered relatively well protected.

BAÍA DA GUANABARA-RJ

A Baía da Guanabara está localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro e tem cerca de 328 km² de extensão. Recebe contribuição de água doce de 35 rios e por isso tem aspectos similares ao de um estuário. A presença de botos-cinza na baía

GUANABARA BAY-RJ

Guanabara Bay is located in the metropolitan region of Rio de Janeiro and has about 328 km². It receives freshwater input from 35 rivers and is therefore similar to an estuary. The presence of Guiana dolphins in the bay has been known for over a century and has become iconic due to their persistence in the area despite the severe anthropogenic impacts recorded there. Nonetheless, the number of dolphins living there is decreasing every year, despite efforts from MAQUA/UERJ.

é conhecida há mais de um século e tornou-se emblemática devido a persistência dos golfinhos na área apesar dos impactos antrópicos gigantescos ali registrados. Entretanto, mesmo persistindo, o número de botos que ali habitam vem diminuindo a cada ano, apesar dos esforços realizados pelo MAQUA/UERJ. De acordo com Azevedo *et al.* (2017), a população da espécie diminuiu de 62 animais no ano de 2000 para apenas 39, em 2015, uma redução de 37%. Essa redução é alarmante e indica uma possível extinção local, uma vez que a mortalidade observada é insustentável para a manutenção dessa população, que continua sofrendo capturas acidentais, níveis altíssimos de poluição sonora e química e tráfego intenso de embarcações (Azevedo *et al.*, 2009; Bittencourt, 2017; Lailson-Brito *et al.*, 2010).

Essa redução foi indicada como exemplo de um caso extremo que vem ocorrendo numa baía costeira extremamente impactada por ações humanas, mas que pode acontecer em outras baías, estuários e enseadas ao longo da costa brasileira onde o boto-cinza habita. Com base nisso, a espécie foi considerada como Vulnerável na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaças de Extinção (MMA, 2014).

Diminuir os impactos sobre os botos-cinza da Baía de Guanabara é um desafio enorme e levanta questões importantes sobre o futuro dessa e de outras populações de mamíferos aquáticos costeiros no país, como o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), a toninha e o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), principalmente aquelas que habitam áreas urbanas e portuárias: é possível protegê-las e evitar a extinção local? Em quais ações de proteção os esforços devem ser direcionados?

ENSEADA DO MUCURIPE-CE

A enseada do Mucuripe fica localizada na cidade de Fortaleza, no litoral central do estado do Ceará, e se estende da foz do Rio Ceará até o Porto do Mucuripe, com cerca de 15 km de extensão. Nessa enseada habita uma pequena população de apenas 41 botos-cinza (Meirelles, 2013) que vem sofrendo diversos tipos de impactos, como capturas acidentais, poluição sonora e química, perda e degradação de habitat oriundos de atividades portuárias, engorda de praias e construção de espigões (figura 2). Diversos animais dessa população estão acometidos por doenças de pele similares a Poxvirose (figura 3), relacionadas ao comprometimento da qualidade da água (Meirelles, 2013). Desde 2012 a espécie é considerada Patrimônio Natural do município de Fortaleza, mas o poder público não realizou qualquer esforço para a sua conservação.

Desde 2018, a Aquasis tem direcionado esforços junto a órgão públicos para criar uma unidade de conservação na enseada, para que seja feito um zoneamento e identificação de atividades impactantes e maior proteção de áreas onde os animais ocorrem com maior frequência. O pequeno tamanho populacional e a tendência de continuidade e possível aumento dos impactos, existe a possibilidade de sua extinção local.

According to Azevedo et al. (2017), the population decreased from 62 animals in 2000 to only 39 in 2015, a 37% reduction. This alarming reduction indicates potential for local extinction, as the observed mortality is unsustainable for a population that continues to suffer from bycatch, extremely high noise and chemical pollution and heavy boat traffic (Azevedo et al., 2009; Bittencourt, 2017; Lailson-Brito et al., 2010).

This extreme example from a coastal bay highly impacted by human actions may also occur in other bays, estuaries and embayments along the Brazilian coast inhabited by Guiana dolphins. Based on this, the species is classed as Vulnerable in the List of Brazilian Endangered Species (MMA 2014).

*Mitigating the impacts on Guanabara Bay dolphins is a huge challenge and raises important questions about the future of this and other coastal aquatic mammal populations in the country, such as the West Indian manatee (*Trichechus manatus*), Franciscana and bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), especially those in urban and port areas: can we protect them and prevent local extinction? On what protective measures should we focus our efforts?*

MUCURIPE EMBAYMENT, CEARÁ

Mucuripe embayment is located in Fortaleza, on the central coast of Ceará state, is about 15 km long and extends from the mouth of the Ceará River to the Mucuripe port. A small population of only 41 Guiana dolphins inhabits the cove (Meirelles, 2013) and suffers various types of impacts, such as bycatch, noise and chemical pollution, habitat loss and degradation due to port activities, beach extensions and pier construction (figure 2). Several animals in this population are affected by poxvirus-related skin diseases (figure 3), which reflect water quality impairment (Meirelles, 2013). Since 2012, the species is considered Natural Heritage of the city of Fortaleza, but the local authorities have not adopted any conservation measures.

Since 2018, Aquasis has been liaising with the local authorities to create a protected area in the embayment, to allow the zoning and identification of impacts and greater protection of areas where animals occur most often. Their small population size and prospects of continuity or even increase in negative activities, make these dolphins vulnerable to local extinction.

Figura 2. Botos-cinza na cidade de Fortaleza, Ceará (Foto: Carol Meirelles/ Acervo Aquasis).
Figure 2. Guiana dolphins in the city of Fortaleza, Ceará (Photo: Carol Meirelles/ Aquasis).

Figura 3. Boto-cinza com doença de pele (*tattoo like disease*) similar a poxvirus na região da cabeça (Foto: Carol Meirelles/Acervo Aquasis).
Figure 3. Guiana dolphin with skin lesion (tattoo like disease) similar to poxvirus on the head (Photo: Carol Meirelles/Aquasis).

Áreas Marinhas Protegidas
Marine Protected Areas

Apesar de ser a estratégia mais utilizada para a conservação de espécies no mundo, o estabelecimento de Áreas Marinhas Protegidas (AMP) de proteção integral com o objetivo primário de proteção de pequenos cetáceos no Brasil ainda é raro, com exceção do Parnamar de Fernando de Noronha, para a proteção de *Stenella longirostris*, o golfinho-rotador.

Para *S. guianensis*, que habita áreas costeiras com muitos usos pela sociedade, as únicas três AMPs criadas para sua conservação são de uso sustentável (figura 4). Duas Áreas de Proteção Ambiental (uma federal e uma estadual) e uma Reserva de Fauna (municipal) foram criadas com objetivos de proteger as populações residentes no Norte da Ilha de Florianópolis (SC), na Baía de Sepetiba (RJ) e na Praia de Pipa, município de Tibau do Sul (RN), respectivamente.

Como já discutido em Schiavetti *et al* (2013), a eficiência das Áreas de Proteção Ambiental marinhas é baixa, especialmente por se tratarem de áreas onde há diversos usos que ameaçam as populações de todas as espécies de mamíferos marinhos. Portanto, estabelecer a categoria de manejo mais permissiva para proteger uma espécie ameaçada, ainda mais em áreas com usos conflitivos, não deveria ser a opção escolhida.

No caso de uma Reserva de Fauna, ou Reserva Faunística, nome oficial estabelecido pela prefeitura de Tibau do Sul para a Praia de Pipa, há um grave dilema quanto ao seu enquadramento. Segundo o artigo 19 do SNUC, Lei Federal 9.985/00, que estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, uma Reserva de Fauna é uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos. As Reservas de Fauna são análogas às Florestas Nacionais, uma reserva para ser explorada quando necessário ou para a realização de experimentos no manejo da fauna. Para a área de Pipa, já devidamente documentada como uma das áreas de residência de uma população de *S. guianensis*, estes objetivos de conservação não são prioritários.

Despite being the most widely used species conservation strategy worldwide, the establishment of marine protected areas (MPAs) with the integral protection of small cetaceans as their primary objective is still rare in Brazil, with the exception the Fernando de Noronha Marine National Park, created for the protection of Stenella longirostris, *the spinner dolphin.*

For S. guianensis, *which inhabits coastal areas used by humans in many different ways, the only three MPAs ever created are of sustainable use (figure 4). Two Environmental Protection Areas (one at federal and another at state level) and one Wildlife Reserve (municipal) were created to protect their resident populations on northern Florianópolis Island (SC), Sepetiba Bay (RJ) and Praia de Pipa, municipality of Tibau do Sul (RN), respectively.*

As discussed in Schiavetti et al (2013), Marine Environmental Protection Area efficacy is low, especially because they allow various activities that threaten all marine mammal populations. Therefore, a less permissive management category should be adopted when establishing an MPA to protect an endangered species, especially in areas with conflicting uses.

In the Wildlife Reserve case, established by the Tibau do Sul municipality in Praia de Pipa, there is a serious dilemma. According to Article 19 of Federal Law 9.985/00, which establishes the National Protect Areas System (SNUC), a Wildlife Reserve is a natural area with native animal populations, terrestrial or aquatic, resident or migratory, suitable for technical-scientific studies on the sustainable economic management of wildlife resources. Wildlife Reserves are analogous to National Forests, a reserve to be exploited when necessary or used for wildlife management experiments. For Praia de Pipa, extensively documented as one of the residence areas of a S. guianensis *population, these conservation objectives are not a priority.*

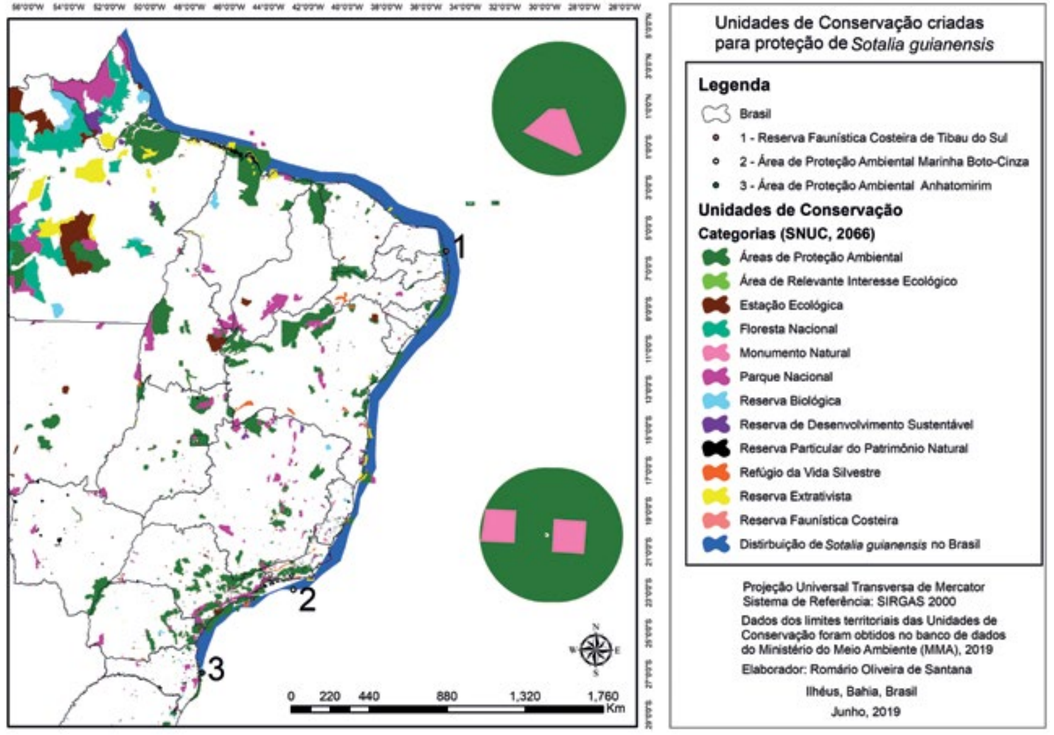


Figura 4. Áreas Marinhas Protegidas estabelecidas com objetivo primário de conservação de *Sotalia guianensis* no Brasil.
Figure 4. Marine Protected Areas established primarily for Sotalia guianensis *conservation in Brazil.*

Rede de encalhes
Strandings Network

Coleta de dados de mamíferos aquáticos por métodos não invasivos, como os obtidos através de um encalhe, são importantes fontes de informação e podem gerar dados indispensáveis para subsidiar ações de conservação e conhecimento sobre a biologia e ecologia das espécies. Assim, em 2011, através da Portaria ICMBio n°43 de 29 de junho, foi criada a Rede de Encalhes de Mamíferos Aquáticos do Brasil (REMAB) para sistematizar as já existentes Redes de Encalhes de Mamíferos Aquáticos regionais, que tiveram início com a Rede de Encalhes de Mamíferos Aquáticos do Nordeste (REMANE). Para atuar em todo o território nacional, a REMAB é coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente por meio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Centro Mamíferos Aquáticos (CMA). Instituições como universidades, agências federais e organizações não governamentais são responsáveis pelos esforços de monitoramento contínuo dos eventos de encalhes ao longo da costa. Estas instituições norteiam os trabalhos em cada ocorrência de encalhe através do Protocolo de Encalhes de Mamíferos Aquáticos (IBAMA, 2005) e reportam as informações à REMAB, através do SIMMAM (Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos). Oficinas anuais também foram realizadas até o ano de 2013.

Os registros de encalhes de mamíferos aquáticos no Brasil iniciaram com os trabalhos de Carvalho (1961, 1963). No trabalho de 1963, Carvalho descreve exemplares de botos do gênero *Sotalia* sp. encontrados no litoral do estado de São Paulo. Nos registros atuais reportados no SIMMAM (2019), os encalhes de *S. guianensis* se concentram na região nordeste, com poucos registros em outras regiões. Este dado pode não refletir a realidade das ocorrências, já que o registro depende da inserção dos dados no sistema pelas instituições.

The collection of data on aquatic mammals by non-invasive methods, such as those obtained from stranding events, is an important information source that can support conservation measures and expand our knowledge on species biology and ecology. As such, in 2011, the Brazilian Aquatic Mammal Strandings Network (REMAB), was established by Ordinance ICMBio No. 43 of June 29, to systematise the existing regional stranding networks, initiated with the Northeast Aquatic Mammal Strandings Network (REMANE). To operate nationwide, REMAB is coordinated by the Ministry of Environment, through the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio) and the Aquatic Mammals Center (CMA). Institutions such as universities, federal agencies and non-governmental organizations are responsible for the ongoing monitoring efforts of stranding events along the coast. These institutions follow the Aquatic Mammals Strandings Protocol (IBAMA, 2005) and report all information to REMAB through SIMMAM (Marine Mammal Monitoring Support System). Annual workshops were also held until the year 2013.

The aquatic mammal stranding records began in Brazil with the works of Carvalho (1961, 1963). In his 1963 study, Carvalho describes dolphin specimens of the Sotalia *genus found on the coast of São Paulo state. In the current SIMMAM records (2019),* S. guianensis *strandings concentrate in the northeast, with few records from other regions. This data may not reflect the reality, as records depend on insertion of data in the system by the institutions.*

Legislação
Legislation

Em termos de legislação nacional, o Brasil possui vasta gama de normativas voltadas à proteção e conservação de cetáceos, desde a proibição da pesca ou molestamento em território nacional até a regulação do turismo de observação. Entretanto, observa-se que é a nível municipal que vêm sendo desenvolvidas inovações nos mecanismos de proteção de *S. guianensis*. Em 2012, os municípios de Mangaratiba (RJ) e Fortaleza (CE) declararam a espécie Patrimônio Natural, via Lei Municipal nº 832, de 26 de outubro, e nº 9949, de 13 de dezembro, respectivamente, ensejando maior responsabilidade do ente municipal na proteção e conservação da espécie, e influenciando, inclusive, a criação em 2015 da Área de Proteção Ambiental do Boto-Cinza, em Mangaratiba. Todavia, cabe ressaltar que o reconhecimento como patrimônio natural não torna a região ou habitat da espécie obrigatoriamente um espaço especialmente protegido, podendo, inclusive, ser alterado ou revogado por meio de ato normativo municipal de igual escala ou superior.

Diferente tratamento foi dado pela Argentina ao declarar em 1984, por meio da Lei 23.094, a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) como Monumento Natural do país, incluindo-a na categoria III de áreas protegidas, segundo a classificação da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN). Em comparação, no SNUC, o Monumento Natural restringe-se a sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, inviabilizando a inclusão de espécies vivas, enquanto que, na definição argentina, os monumentos naturais podem ser áreas, coisas, ou espécies animais ou de plantas vivas, de interesse estético, valor histórico ou científico, às quais se atribui uma proteção absoluta, uma vez que estão dentro das categorias de proteção integral. A possibilidade de reconhecimento de uma espécie no formato argentino, em termos jurídicos, é muito mais atrativa, porque a lei permite uma cobrança dos entes federativos muito maior para que haja a devida fiscalização, pesquisas e, assim, efetividade na proteção, preservação ou conservação da espécie.

In terms of national legislation, Brazil has a wide range of regulations to protect cetaceans, from harvesting and molestation prohibition to the regulation of cetacean watching tourism. However, it is at the municipal level that innovative protection mechanisms of S. guianensis *are being developed. In 2012, the Mangaratiba (RJ) and Fortaleza (CE) municipalities declared the species Natural Heritage via municipal Law No. 832, of October 26, and No. 9949, of December 13, respectively, demanding greater responsibility from the local authorities in the protection of the species, and influencing the establishment of the Guiana Dolphin Environmental Protection Area in Mangaratiba, in 2015. However, it should be noted that recognition as Natural Heritage does not necessarily warrant special protection for that species' habitat, and may even be altered or revoked by a municipal normative of the same or higher level.*

*Argentina adopted a different approach when it declared, in 1984 through Law 23.094, the southern right whale (*Eubalaena australis*) a Natural Monument of the country, including it in category III of protected areas, according to the International Union for Conservation of Nature (IUCN). In comparison, the SNUC defines Natural Monument as natural sites of rare, singular or great scenic beauty, excluding, therefore, living species, whereas in the Argentine definition Natural Monuments can be areas, things, or living animal or plant species of aesthetic interest, historical or scientific value, to which absolute protection is attributed, since they fall within the integral protection categories. The possibility of recognizing a species in the Argentine format, in legal terms, is much more attractive because the law imposes greater responsibility to federal authorities in the supervision, research and, thus, greater protection for the species.*

(Foto: Júlio Cardoso, Projeto Baleia à Vista)

Aquasis e Projeto Manatí

Aquasis and Manatí Project

Ana Carolina Oliveira de Meirelles, Katherine Fiedler Choi-Lima.

(Foto: Acervo Maqua/UERJ)

Aquasis
Aquasis

A Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis é uma organização não governamental, sem fins lucrativos, criada em 1994 pelos integrantes do Grupo de Estudo de Cetáceos do Ceará (GECC). Este grupo foi formado em 1992 por estudantes e professores da UFC e UECE, com o objetivo de estudar os cetáceos do estado do Ceará, principalmente o boto-cinza *(Sotalia guianensis)*, observado na Praia de Iracema, na Enseada do Mucuripe, em Fortaleza. O GECC tinha sede no Laboratório de Ciências do Mar (hoje Instituto) – LABOMAR, na Universidade Federal do Ceará e foi coordenado pelo Prof. Cassiano Monteiro Neto até o ano 2000.

Após a criação do GECC, ainda em 1992, os primeiros esforços para estudar a população de boto-cinza que habita a Enseada do Mucuripe tiveram início através do monitoramento da presença da espécie e seu comportamento na Praia de Iracema, entre um píer, chamado de Ponte dos Ingleses, e o Espigão da Rua João Cordeiro (Oliveira *et al.*, 1995). A Ponte dos Ingleses era utilizada como plataforma de observação, e em 1994, ganhou uma torre de cerca de 6 m de altura para facilitar esse estudo (figura 1). Esse estudo foi realizado até 2005, com o incremento do uso da ferramenta de fotoidentificação. Em 2009, os estudos foram ampliados para outras áreas da enseada utilizando uma embarcação como plataforma de observação (Meirelles, 2013). Com isso, foi possível estimar que apenas 41 botos habitam a enseada em grupos pequenos, de em média quatro animais, e que quatro áreas são utilizadas com maior frequência, principalmente para alimentação: Marina Park, Praia de Iracema, espigão do Ideal (figura 1) e Porto do Mucuripe.

Além do monitoramento, também foram iniciadas as coletas de carcaças encalhadas para a realização de estudos anatômicos, de história natural e causas de mortalidade. E já naquela época, a maioria dos animais encalhados tinha evidências de captura acidental em rede de pesca e retirada de carne, gordura, olhos,

The Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis *is a non-governmental, non-profit organization, created in 1994 by members of the* Grupo de Estudo de Cetáceos do Ceará (GECC). *This group was formed in 1992 by students and professors from the Federal and State Universities of Ceará* (UFC *and* UECE), *to study cetaceans in the state of Ceará, mainly the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*), which was easily observed at Iracema Beach, in Mucuripe Embayment, Fortaleza. The GECC was headquartered at* Laboratório de Ciências do Mar *(now an Institute)* – LABOMAR, *at* UFC *and was coordinated by Prof. Cassiano Monteiro Neto until the year 2000.*

*Following its creation, during 1992, the first efforts to study the Guiana dolphin population living in Mucuripe Embayment began monitoring their presence and behaviour at Iracema Beach, between a pier, called '*Ponte dos Ingleses*', and the breakwater at* João Cordeiro *street (Oliveira et al., 1995). This pier was used as an observation platform and, in 1994, a 6 metre tower was built to facilitate this study (figure 1). The study continued until 2005 and was incremented with the use of photoidentification. In 2009, the observations expanded to other areas of the embayment using a boat (Meirelles, 2013). This allowed the estimate that only 41 dolphins inhabited the embayment in small groups of four animals on average and that foraged mainly in four areas: Marina Park, Iracema Beach, Ideal breakwater (figure 1) and Mucuripe Harbour.*

In addition to monitoring, stranded carcasses were collected to study their anatomy, natural history and mortality causes. And even then, most of the stranded animals showed evidences of bycatch in fishing nets and removal of meat, blubber, eyes, teeth and genitals for human use (Meirelles et al., 2010) (figure 2). Nowadays, this is still one of the major causes of mortality for the species in Ceará, where dozens of

dentes e genitais para uso humano (Meirelles *et al.*, 2010) (figura 2). Até hoje essa é uma das principais causas de mortalidade da espécie no Ceará, onde anualmente dezenas de carcaças de botos são encontradas, totalizando mais de 500 desde 1992 (Meirelles *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2016).

Devido a essa mortalidade de botos, o GECC e a Aquasis firmaram uma parceria com o Prof. Dr. John Lien, da *Memorial University of Newfoundland*, para testar dispositivos sonoros que, fixados em redes de pesca, afastariam os golfinhos e diminuiriam as capturas acidentais. Essa parceria resultou na execução do "Projeto Alarmes", com achados expressivos publicados no importante periódico científico *Marine Mammal Science* (Monteiro-Neto *et al,* 2004). Apesar dos resultados animadores, a implementação do uso dos dispositivos na pesca no Ceará, essencialmente artesanal, não se concretizou. Até hoje, diminuir a mortalidade do boto-cinza em capturas acidentais é um dos maiores desafios no estado, quiçá no país.

Após seu crescimento e a execução de diversos projetos, em 2001 a Aquasis celebrou um importante convênio com o Serviço Social do Comércio (SESC/CE), inaugurando uma nova sede, o Centro de Reabilitação de Mamíferos Marinhos (figura 3), com área de reabilitação para peixe-boi e pequenos cetáceos, sala de necropsia, laboratório, alojamento e acervo biológico. Esta estrutura permitiu o incremento nos estudos que já vinham sendo feitos, através do aumento das coletas de materiais biológicos e formação de novas parcerias.

Nesse novo cenário, o antigo GECC deu lugar ao Programa de Mamíferos Marinhos da Aquasis. Além disso, houve uma ampliação no escopo dos projetos, incluindo aves ameaçadas e seus *habitats*, como o soldadinho-do-Araripe *(Antilophia bokermanni)*, o periquito-cara-suja *(Phyrrhura griseipectus)* e aves costeiras migratórias, como o maçarico-do-papo-vermelho *(Calidris canutus)* (figura 4). O convênio com o SESC também originou o Projeto Brigada da Natureza, coordenado pelo Núcleo de Educação Ambiental da Aquasis. Esse projeto trabalha com crianças e jovens em situação de risco do município de Caucaia, oferecendo atividades extracurriculares, como aulas de educação ambiental, teatro, música, artesanato, entre outros (figura 4).

dead dolphins are found annually, totalling more than 500 since 1992 (Meirelles et al., 2010; Carvalho et al., 2016).

In response to this high dolphin mortality, the GECC and Aquasis collaborated with Professor John Lien, from the Memorial University of Newfoundland, to test sound devices that when attached to fishing nets would warn dolphins off and reduce bycatch. This resulted in the "Alarms Project", with significant findings published in the important scientific journal Marine Mammal Science (Monteiro-Neto et al, 2004). Despite the encouraging results, the implementation of sound devices in the essentially artisanal fisheries of Ceará did not materialize. Currently, reducing bycatch mortality of Guiana dolphins is one of the biggest challenges in the state, not to say in the country.

After its growth and the implementation of various projects, in 2001 Aquasis signed an important contract with the Social Service of Commerce (SESC/CE), launching new headquarters, the Marine Mammal Rehabilitation Centre (figure 3), with rehabilitation area for manatees and small cetaceans, necropsy room, laboratory, lodgings and biological collection. The new facilities allowed the collection of more biological material and the formation of new partnerships.

*In this new scenario, the old GECC gave way to Aquasis' Marine Mammals Program, in addition to an expansion in the scope of the projects, including endangered birds and their habitats, such as the Araripe Manakin (*Antilophia bokermanni*), the grey-breasted parakeet (*Phyrrhura griseipectus*) and migratory coastal birds, such as the red knot (*Calidris canutus*) (figure 4). The collaboration with SESC also originated the '*Brigada da Natureza*' Project, coordinated by Aquasis' Environmental Education Sector. This project attends children and young people at risk in the municipality of Caucaia, offering extracurricular activities, such as awareness classes, theatre, music, crafts, among others (figure 4).*

Figura 1. Vista aérea da Praia de Iracema, com a Ponte dos Ingleses e a Torre de Monitoramento na parte inferior da imagem (Foto: Alberto Campos/Acervo Aquasis) e boto-cinza saltando ao lado do espigão do Ideal, em Fortaleza (Foto: Carol Meirelles/Acervo Aquasis).
*Figure 1. Aerial view of Iracema Beach, with '*Ponte dos Ingleses*' and the monitoring tower at the bottom of the image (Photo: Alberto Campos/ Aquasis Collection) and Guiana dolphin breaching next to the Ideal breakwater, in Fortaleza (Photo: Carol Meirelles/Aquasis).*

Figura 2. Boto-cinza encontrado em Fortaleza, com nadadeira caudal, gordura e musculatura retiradas (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 2. Guiana dolphin found in Fortaleza, with tail fin, blubber and muscle removed (Photo: Aquasis).

Figura 3. Equipe da Aquasis na inauguração do Centro de Reabilitação de Mamíferos Marinhos, em Abril de 2001 (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 3. Aquasis team at the opening of the Marine Mammal Rehabilitation Centre, in April 2001 (Photo: Aquasis Collection).

Figura 4. Outros projetos executados pela Aquasis: soldadinho-do-Araripe (A), periquito-cara-suja (B), maçarico-do-papo-vermelho (C) e Brigada da Natureza (D) (Fotos: Fábio Nunes/Acervo Aquasis).
Figure 4. Other projects carried out by Aquasis: Araripe Manakin (A), grey-breasted parakeet (B), red knot (C) and Brigada da Natureza *(D) (Photos: Fábio Nunes/Aquasis).*

Projeto Manatí
Manatí Project

O Projeto Manatí foi submetido ao edital de seleção pública de 2008 do então Programa Petrobras Ambiental, com o objetivo principal de conservar o peixe-boi-marinho, considerado na época o mamífero marinho mais ameaçado do país. Para isso, a principal ação do projeto era construir uma estrutura para a completa reabilitação de peixes-bois encalhados nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, região recordista em encalhes da espécie no país. Após aprovação, as ações foram iniciadas em 2010 e em dezembro de 2012 o novo Centro de Reabilitação de Mamíferos Marinhos (CRMM) foi inaugurado.

Em 2013, em uma nova configuração, o Projeto foi convidado a continuar suas ações dentro do Programa Petrobras Socioambiental. Nessa segunda fase, além do resgate e reabilitação dos peixes-bois encalhados, a estrutura de necropsia e acervo foi incrementada, visando a melhoria dos estudos para identificação das causas de mortalidade de peixes-bois e cetáceos encalhados.

Na terceira fase, iniciada em 2018 (figura 5), foi dado início ao momento tão esperado de soltura dos primeiros peixes-bois reabilitados pela Aquasis. Um cativeiro de aclimatação no município de Icapuí faz parte do processo, para que os animais se adaptem às novas condições de maré, corrente, ondas e ruídos naturais e antrópicos, antes da soltura. Além disso, nessa terceira fase foram inseridas ações de pesquisa e políticas públicas específicas para o boto-cinza, como será detalhado a seguir.

The Manatí Project was submitted in 2008 to public selection for the Petrobras Environmental Program, with the main objective of conserving the West Indian manatee, considered the most threatened marine mammal in the country at the time. The project's main initiative was to build a state of the art facility for the rehabilitation of manatees stranded along the coast of Ceará and Rio Grande do Norte states, record holders for strandings of the species in Brazil. Once approved, construction started in 2010 and in December 2012 the new Marine Mammal Rehabilitation Centre (CRMM) opened.

In 2013, in a new configuration, the Project was invited to continue within the Petrobras Socioenvironmental Program. In this second phase, we added the necropsy and biological collection rooms, to expand studies to identify mortality causes in stranded manatees and cetaceans.

In the third phase, which started in 2018 (figure 5), the long-awaited release of the first manatees rehabilitated by Aquasis began. An acclimatisation facility in the municipality of Icapuí is part of the process, where the animals can adapt to the new natural tide, current and wave conditions as well as biological and anthropic noises before release. In addition, we included research and public policy initiatives specific for Guiana dolphins, as detailed below.

Resgate, Reabilitação e Soltura de Mamíferos Marinhos
Marine Mammal Rescue, Rehabilitation and Release

Um dos principais objetivos do Projeto Manatí, desde a primeira fase, é conservar o peixe-boi-marinho através do resgate e reabilitação de filhotes encalhados vivos. Para isso, foi construída uma estrutura que permitisse a completa reabilitação desses animais, que conta com sete recintos, ambulatório, cozinha dos vegetais, câmara fria, cozinha do leite, laboratório, casas de bombas e filtros, casa do grupo gerador, escritório e alojamento. Detalhes da estrutura e do processo de resgate e reabilitação de peixes-bois podem ser obtidos em Meirelles e Carvalho (2016).

Em junho de 2019, o CRMM tinha em reabilitação 15 peixes-bois, tendo o mais velho cinco anos de idade (figura 6) e o mais novo 3 meses. Os primeiros animais serão translocados para o cativeiro de aclimatação em 2020, para adaptação ao ambiente natural e posterior soltura com equipamento de telemetria, para acompanhamento dos deslocamentos e verificação das condições de saúde.

Além disso, o Projeto Manatí também resgata, reabilita e solta cetáceos encalhados vivos, entretanto a reabilitação é realizada prioritariamente em ambiente natural, como lagoas costeiras e braços de mar. Infelizmente a maioria dos cetáceos que encalha com vida já está muito debilitada, o que não possibilita a sua recuperação. Entretanto, a equipe de resgate já obteve alguns casos de sucesso, como no encalhe em massa de quatro golfinhos-cabeça-de-melão na Praia de Riacho Doce, em Cruz (figura 7).

One of Manatí Project's main objectives, since its first phase, is to rescue and rehabilitate live stranded young manatees. For this, Aquasis built a rehabilitation centre, with seven enclosures, a clinic, vegetable kitchen, cold room, milk kitchen, laboratory, pump and filter houses, generator station, office and lodgings. Details of the facilities and manatee rescue and rehabilitation process can be obtained in Meirelles and Carvalho (2016).

In June 2019, the CRMM held 15 manatees in rehabilitation, the oldest was five years old (figure 6) and the youngest only 3 months. The first animals will be translocated to the acclimatization enclosure in 2020, in order to adapt to the natural environment and later be released with telemetry equipment, to monitor their movements and health conditions.

The Manatí Project also rescues, rehabilitates and releases live stranded cetaceans, although the rehabilitation is carried out primarily in the natural environment, such as coastal lagoons and inlets. Unfortunately, most cetaceans are already very weak when they strand and do not recover. However, the rescue team has a few success stories, such as the mass stranding of four melon-headed dolphins at Riacho Doce Beach, in Cruz (figure 7).

Figura 5. Parte da equipe da terceira fase do Projeto Manatí, em 2018 (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 5. Part of the team of the third phase of the Manatí Project in 2018 (Photo: Aquasis).

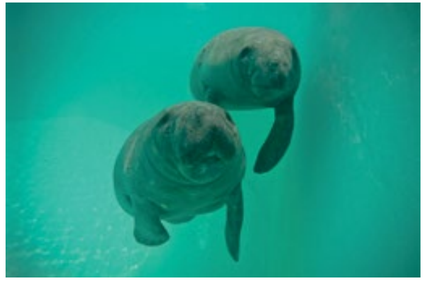


Figura 6. Os peixes-bois Alva e Maceió, os mais velhos em reabilitação no CRMM (Foto: Amanda Oliveira/Acervo Aquasis).
Figure 6. The manatees Alva and Maceió, the oldest in rehabilitation at the CRMM (Photo: Amanda Oliveira/Aquasis).

Figura 7. Equipe de resgate do Projeto Manatí contendo quatro golfinhos na superfície durante reabilitação em lagoa costeira (Foto: Letícia Gonçalves/Acervo Aquasis).
Figure 7. Manatí Project's rescue team restraining four dolphins on the surface during rehabilitation in a coastal lagoon (Photo: Leticia Gonçalves/Aquasis).

Figura 8. Fragmentos de carcaça de boto-cinza encontrados na Praia do Mundaú, Trairí, durante monitoramento de praias do Projeto Manatí em 2018. (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 8. Guiana dolphin fragments found in Mundaú Beach, Trairí, during Manatí Project's beach monitoring in 2018. (Photo: Aquasis).

Monitoramento de encalhes
Monitoring Strandings

Desde a sua primeira fase, um dos principais objetivos do Projeto Manatí é monitorar encalhes de mamíferos marinhos no litoral do Ceará, através do monitoramento de praias (figura 8) e do atendimento por demanda, como o recebimento de ligações telefônicas e mensagens de moradores das comunidades costeiras.

De 2010 a 2018, mais de 450 encalhes de cerca de 19 espécies de cetáceos foram registrados pelo projeto, incluindo o primeiro registro de baleia-de-Omura (*Balaenoptera omurai*) no Atlântico Sul (Cypriano-Souza *et al.*, 2017), e quase 40 peixes-bois-marinhos. Mais de 70% dos encalhes de cetáceos foram de boto-cinza, principalmente de animais capturados acidentalmente em redes de pesca, sendo a maioria na costa leste do estado. Esses dados têm sido cruciais na identificação de ações e locais prioritários para a conservação.

Since its first phase, one of Manatí Project's main objectives is to respond to marine mammal strandings along the coast of Ceará, by monitoring the beaches (figure 8) and receiving phone calls and messages from residents of coastal communities.

*From 2010 to 2018, over 450 strandings of about 19 species of cetaceans were registered by the project, including the first Omura whale (*Balaenoptera omurai*) record in the South Atlantic (Cypriano-Souza et al., 2017), and almost 40 West Indian manatees. More than 70% of stranded cetaceans were Guiana dolphins, mainly because of bycatch in fishing nets, the majority on the state's east coast. These data have been crucial in identifying priority conservation measures and areas.*

Pesquisas
Research

As pesquisas inseridas no Projeto Manatí visam a geração de informação técnica e científica para a conservação do peixe-boi-marinho e do boto-cinza, destacadas a seguir:

ABUNDÂNCIA E ECOLOGIA ESPACIAL

Um dos grandes desafios quando se realiza estudos populacionais de peixe-boi é a detecção dos animais. No Brasil, além da baixa densidade, o peixe-boi habita principalmente áreas costeiras e estuarinas de águas escuras, que não permitem uma fácil visualização dos indivíduos. Em estuários, o uso do sonar de varredura lateral tem se mostrado uma ótima ferramenta de detecção, como demostrado pela Aquasis em pesquisa realizada na APA Delta do Parnaíba (Meirelles *et al.*, 2016; Choi, 2017). Entretanto, em mar aberto esta ferramenta não é eficaz. Já o boto-cinza, apesar da detecção desses animais ser mais fácil, essa espécie tem alta mobilidade e o monitoramento de populações requer altos custos com embarcações. Desta forma, o Projeto Manatí está testando o uso de drones para verificar sua viabilidade na detecção e contagem dos peixes-bois em Icapuí e do boto-cinza na enseada do Mucuripe (figura 9). Os drones já são utilizados como uma ferramenta de observação de mamíferos marinhos para o estudo de alguns aspectos da ecologia populacional, como estimativa de abundância, área de uso e preferencial, etc. O uso deste equipamento traz à pesquisa um menor custo, menos impactos e a possibilidade de obter imagens georreferenciadas de alta qualidade.

GENÉTICA

Uma das maiores problemáticas na conservação do peixe-boi-marinho no CE e RN é o encalhe de filhotes. Com o intuito de verificar se fatores genéticos ligados ao gargalo populacional sofrido pela espécie no passado estão influenciando esses eventos, um estudo para identificar o grau de parentesco dos peixes-bois resgatados vem sendo realizado desde a fase II do Projeto Manatí, através de microssatélites de DNA. Essa pesquisa está verificando se há um alto grau de cruzamento entre indivíduos aparentados, o que poderia levar a uma diminuição na habilidade materna e ao consequente encalhe dos neonatos. Resultados indicaram que pelo menos 38% dos indivíduos resgatados pela Aquasis possuem algum grau de parentesco. Apesar destes achados, o grau de endogamia da população ainda não é alto.

Uma grande limitação dos estudos de parentesco está relacionada à origem das amostras, já que a maioria dos animais que encalham são filhotes e, desta forma, não dispomos de amostras de possíveis pais. Diante dessa realidade, torna-se necessário obter amostras de animais adultos dessa população. As fezes de peixes-bois encontradas nas praias de Icapuí são uma possível fonte de amostras genéticas dos animais e, assim, outra pesquisa que se encontra em andamento é a verificação da viabilidade do uso desse material para a extração de DNA, utilizando amostras de animais em cativeiro e coletadas na natureza.

Além dessas duas pesquisas, uma terceira é a utilização de ferramentas de biologia molecular modernas para desenvolver marcadores genéticos robustos que permitam investigar aspectos importantes para a conservação de peixes-bois. Essa pesquisa se dá através do sequenciamento de nova geração (NGS) para desenvolver um painel de marcadores genéticos (SNPs), que permitem genotipagens em larga escala e poderão ser utilizados em estudos de variabilidade, endogamia e conectividade genética entre as populações. Com base nestes dados será possível compreender melhor aspectos relacionados à resistência a doenças, ocorrência de malformações e correlação com genes de interesse para a sobrevivência do peixe-boi-marinho.

The Manatí Project develops research to generate technical and scientific information for the conservation of West Indian manatees and Guiana dolphins, as highlighted below:

ABUNDANCE AND SPATIAL ECOLOGY

One of the major challenges when conducting manatee population studies is detecting the animals. In Brazil, in addition to their low density, manatees inhabit mainly coastal and estuarine areas of dark waters, which do not allow for easy sighting of individuals. In estuaries, the use of side-scan sonar has proved an excellent detection tool, as demonstrated by Aquasis during research carried out in the Delta do Parnaíba Environmental Protection Area (Meirelles et al., 2016; Choi, 2017). However, in open seas this tool is not effective. For the Guiana dolphin, although their detection is easier, they are highly mobile and so population monitoring involves high boat costs. Therefore, the Manatí Project is testing the viability of using drones to detect and count manatees in Icapuí and Guiana dolphins in Enseada do Mucuripe (figure 9). Drones are increasingly being used as a marine mammal observation tool to study some aspects of population ecology, such as abundance estimate, core area, etc. The use of drones reduces research costs and impacts and provides high quality georeferenced images.

GENETICS

One of the major problems for manatee conservation in Ceará and Rio Grande do Norte is calf strandings. In order to verify whether genetic factors linked to the population bottleneck suffered by the species in the past are influencing these events, the Manatí Project investigates the degree of kinship among rescued manatees using DNA microsatellites. The aim is to verify if there is a high degree of crossing between related individuals, which could lead to a decrease in maternal ability and the consequent stranding of neonates. Results indicate at least 38% of the individuals rescued by Aquasis are related. Despite these findings, the inbreeding degree of this population isn´t high.

A major limitation of kinship studies is sample origin, as most of the stranded animals are calves and, therefore, samples from the parents are unavailable. So samples from the adults in the population are urgently needed and manatee faeces collected from the beaches in Icapuí are a potential source of genetic material. A study is underway to assess the feasibility of using this material for the extraction of manatee DNA, using samples from captive and wild animals.

A third study started using modern molecular biology tools to develop robust genetic markers that allow investigating important aspects for manatee conservation. This research uses new generation sequencing (NGS) to develop a panel of genetic markers (SNPs), which allow large scale genotyping and can be used in variability, inbreeding and genetic connectivity studies. These data will allow a better understanding of aspects related to disease resistance, malformations and correlation with genes of interest for manatee survival.

MONITORING MARINE PHANEROGAM MEADOWS

On the east coast of Ceará, marine phanerogams are the main source of food for manatees, especially shoal grass (Halodule wrightii), which makes up more than 90% of the species' diet. This is a result of limited availability of food items, as manatees no longer enter the estuaries. Thus, identifying, monitoring and estimating the biomass of phanerogam meadows is of utmost importance for the species' conservation. The Manatí Project is testing the use of remote sensing as a

MONITORAMENTO DOS PRADOS DE FANERÓGAMAS MARINHAS

No litoral leste do Ceará a principal fonte de alimento dos peixes-bois são as fanerógamas marinhas, principalmente o capim-agulha *(Halodule wrightii)*, que compõe mais de 90% da dieta da espécie. Isso se deve à limitação na disponibilidade de itens alimentares, já que o peixe-boi não adentra mais os estuários. Assim, a identificação, o monitoramento e a estimativa da biomassa dos prados de fanerógamas é de suma importância na estratégia de conservação da espécie. Dessa forma, o Projeto Manatí está testando a utilização do sensoriamento remoto como ferramenta para a identificação e monitoramento desses prados na região de Icapuí. O uso do sensoriamento remoto permite mapear a extensão de cobertura e monitorar mudanças em prados com alta acurácia em grandes áreas de águas rasas (Ferwerda *et al.,* 2007).

ÁREAS DE OCORRÊNCIA E CAPTURAS ACIDENTAIS DO BOTO-CINZA

Além do peixe-boi, o boto-cinza é um mamífero aquático que requer ações urgentes de conservação no estado do Ceará. De 1992 a julho de 2019, a Aquasis registrou 587 encalhes da espécie no estado, dos quais 57% ocorreram de 2010 a 2016, após o início do Projeto Manatí, sendo o boto-cinza, o mamífero aquático com o maior número de encalhes. Grande parte dos animais morreu por asfixia devido à captura acidental em rede de pesca. Apesar dessas informações, ainda não se conheciam as principais áreas de ocorrência e captura acidental da espécie, pois os encalhes das carcaças são influenciados pelas correntes e ventos. Desta forma, através do conhecimento tradicional (entrevistas semiestruturadas) dos pescadores da região do litoral oeste do Ceará (figura 10) e das informações dos registros de encalhes de boto-cinza, o Projeto Manatí produziu um diagnóstico georreferenciado com as áreas de concentração de boto-cinza e as principais áreas com registros de interações antrópicas, principalmente as capturas acidentais da espécie.

tool for the identification and monitoring of these meadows in the Icapuí region. Remote sensing can map the coverage and monitor changes in meadows with high accuracy in shallow waters and over large areas (Ferwerda et al., 2007).

Likewise manatees, Guiana dolphins also require urgent conservation measures in the state of Ceará. From 1992 to July 2019, Aquasis registered 587 strandings in the state, of which 57% occurred from 2010 to 2016, after the Manatí Project started, the Guiana dolphin being the aquatic mammal with the highest number of strandings. Most animals died from asphyxiation due to entanglement in fishing nets. Despite this information, we still did not know the species' main occurrence and bycatch areas, because strandings are influenced by currents and winds. As such, the Manatí Project used traditional fishermen knowledge (semi-structured interviews) from the west coast of Ceará (figure 10) and stranding records, to produce a georeferenced diagnosis of Guiana dolphin concentration areas and anthropogenic interactions, especially bycatch.

The diagnosis showed the entire coastal region of Ceará is inhabited by Guiana dolphins and that, apparently, some naturally protected areas are home to resident populations, such as the Mucuripe, Pecém and Taíba embayments. These are foraging, breeding, nursing and resting areas. According to stranding records, the three municipalities with the highest bycatch cases are Aracati, Beberibe and São Gonçalo do Amarante.

O diagnóstico mostrou que toda a região costeira do Ceará é habitada pelo boto-cinza e que, aparentemente, algumas áreas naturalmente protegidas abrigam populações residentes, como as enseadas do Mucuripe, Pecém e Taíba. Estas regiões são áreas de alimentação, reprodução, cuidado parental e descanso. De acordo com os registros de encalhes, os três municípios com maiores casos de capturas acidentais são Aracati, Beberibe e São Gonçalo do Amarante.

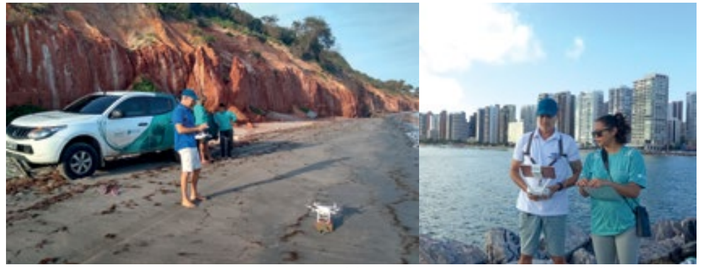


Figura 9. Pesquisa com drone em Icapuí (à esquerda) e na Enseada do Mucuripe (à direita) realizada pelo Projeto Manatí (Fotos: Acervo Aquasis).
Figure 9. Drone research in Icapuí (left) and Mucuripe Embayment (right) carried out by the Manatí Project (Photos: Aquasis).

Figura 10. Entrevista com pescador na Praia de Caetanos, Amontada – CE (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 10. Interview with fisherman at Caetanos Beach, Amontada - CE (Photo: Aquasis).

Informação e educação ambiental
Awareness and education

Não existe conservação se não houver o envolvimento e apoio da sociedade e é por isso que, desde a primeira fase do Projeto Manatí, ações de informação e educação ambiental são realizadas em todo o litoral do Ceará e Piauí, com foco nas áreas consideradas críticas para a conservação do peixe-boi-marinho e do boto-cinza. O peixe-boi e o boto-cinza são espécies costeiras de mamíferos aquáticos de extrema importância para a manutenção do equilíbrio ecológico dos ambientes em que habitam, mantendo a riqueza e abundância de espécies e favorecendo assim a manutenção dos serviços ecológicos, incluindo a pesca artesanal. Infelizmente, pelo fato de serem espécies costeiras, estão sujeitas a diversos impactos antrópicos, pois ocupam uma região em comum com as comunidades costeiras, gerando constantes conflitos. Nessas comunidades, as espécies marinhas sempre foram vistas como recursos e para que elas possam entender a importância das espécies em um contexto mais amplo é necessário tempo e dedicação. Um bom programa de educação ambiental para essa região precisa mostrar como os pescadores e/ou as comunidades costeiras podem ajudar a diminuir os impactos, reforçando que a proteção das espécies leva a uma melhoria do ambiente marinho e consequentemente da qualidade de vida deles mesmos.

Com o objetivo de reduzir as ameaças sobre essas duas espécies, o Projeto Manatí vem realizando ações de informação ambiental (figura 11) através da divulgação das atividades do projeto em conversas informais e por meio da distribuição de material informativo e brindes contendo contatos telefônicos para o atendimento a encalhes, como cartões de visita, cartazes, adesivos, camisetas e bonés. Além disso, a capacitação dos moradores das comunidades, bombeiros, defesa civil, polícia ambiental, marinha e polícia militar, para o atendimento emergencial de encalhes até a chegada da equipe de resgate, uma ferramenta aplicada nos outros projetos e considerada de muito sucesso, também é realizada continuamente, pois aumenta as chances de sobrevivência dos animais. Outras ações de informação ambiental executadas pelo Projeto são as palestras e aulas técnicas realizadas no Centro de Visitantes do CRMM para visitantes do SESC Iparana, alunos de escolas, de universidades, institutos tecnológicos e público em geral.

Nessa terceira fase do Projeto Manatí, será realizada a soltura dos peixes-bois reabilitados no CRMM e, desta forma, teve início a campanha de educação e informação principalmente voltada a evitar molestamentos aos animais que serão soltos, através de palestras, fixação de cartazes e outras formas lúdicas para trabalhar essa temática, como a aplicação de um jogo de tabuleiro gigante (figura 12). Com isso, o Projeto visa a orientação dos moradores para evitar uma interação negativa com os animais soltos, assim como também transformá-los em fiscais deste tipo de evento.

Como forma de dar continuidade às ações de valorização da cultura local, que vem sendo resgatada desde 2010 com a primeira fase do Projeto Manatí, as regatas de mini embarcações e o cortejo ecológico do peixe-boi (figura 13) também são realizados para estimular a conservação, onde peixe-boi e boto-cinza são utilizados como a bandeira de conservação da zona costeira. Esses eventos são esperados ansiosamente pelos moradores, que constroem suas embarcações com o mesmo capricho empregado na construção das embarcações de pesca. O evento também envolve diversas outras atividades como limpeza de praias e oficinas para a comunidade (pintura, produção de cosméticos com algas marinhas, biodança, bordado livre, crochet, cordel, entre outras).

Além das ações citadas, foi identificado que uma das grandes problemáticas observadas nas comunidades do município de Icapuí nos últimos anos é a disposição de lixo, tanto daquele oriundo da pesca, quanto do lixo doméstico. Além destes, observou-se o descarte inadequado de óleo lubrificante de motores de embarcações e de suas embalagens, principalmente na região da Barra Grande, em Requenguela. Assim, o Projeto Manatí elaborou uma cartilha sobre boas práticas para a pesca responsável e está distribuindo essas cartilhas e realizando palestras para pescadores e moradores das comunidades de

There is no conservation without society involvement and support and that is why since its first phase the Manatí Project carries out awareness and education activities along the coast of Ceará and Piauí, focusing on critical areas for manatee and Guiana dolphin conservation. Manatees and Guiana dolphins are coastal aquatic mammals of extreme importance for the ecological balance of the environments in which they live, maintaining species richness and abundance and, thus, favouring the maintenance of ecological services, including artisanal fisheries. Unfortunately, because they are coastal species, they are subject to several anthropic impacts, as they share the coast with human communities, generating constant conflicts. These communities regard marine species as resources and making them understand their importance in a broader context, involves time and dedication. A good environmental education program for this region needs to empower fishermen and/or coastal communities to reduce their impacts, emphasising that species protection leads to improvements in the marine environment and, consequently, in their lives.

In an attempt to reduce threats to these two species, the Manatí Project carries out environmental information (figure 11) through informal conversations and distribution of information material containing stranding response telephone numbers, such as business cards, posters, stickers, t-shirts and caps. In addition, it provides training for local residents, fire fighters, civil defence, environmental police, navy and military police, on first aid procedures that can increase the animals' survival chances until the arrival of the rescue team. Other activities include lectures and technical classes held at the CRMM Visitor Centre for students from schools, universities, technological institutes and the general public.

In its third phase, the Manatí Project will release the manatees rehabilitated at the CRMM and develop an education and information campaign to prevent harassment of released animals, through lectures, posters and other educational materials, such as a giant board game (figure 12). In this way, the Project aims to inform the local residents on how to avoid negative interactions with the animals released while at the same time promote the self-regulation of such events.

To continue the promotion of local culture initiated in its first phase, in 2010, the Manatí Project organised mini-boat regattas and the ecological manatee procession (figure 13), using manatees and Guiana dolphins as flagship species for coastal and marine conservation. These events are eagerly awaited by the local residents, who build their boats with the same care applied to the construction of their fishing vessels. The event also involves several other activities such as beach cleaning and community workshops (painting, seaweed cosmetics production, biodance, embroidery, crochet, poetry, among others).

Additionally, one of the major problems observed in the communities of Icapuí in recent years is waste disposal, both from fisheries and domestic waste. The inadequate disposal of vessel engine lubricating oil and its packaging, especially in the Barra Grande region, in Requenguela is also a problem. Thus, the Manatí Project prepared a primer on responsible fishing good practices, distributed, along with lectures, among local fishermen of Icapuí communities (figure 14). In addition, through a partnership with the City of Icapuí, lubricant oil collectors were installed at the Barra Grande port, in Requenguela (figure 14), to promote the correct disposal of this oil and its packaging.

The Manatí Project also carries out campaigns in areas identified as critical for Guiana dolphin conservation. The campaign involves lectures on the species and its importance for the marine environment, as well as ways of avoiding bycatch, using a giant board game (figure 15). In addition, the campaign hopes to open a communication channel with fishermen, so they will inform about bycatch events, deliver the dead animals and indicate their location. This information

Icapuí (figura 14). Além disso, através de parcerias com a Prefeitura de Icapuí, foram instalados coletores de óleo lubrificante no porto da Barra Grande, em Requenguela (figura 14), para que os usuários possam fazer a destinação correta desse óleo e de suas embalagens.

O Projeto Manatí também está realizando uma campanha voltada para a conservação do boto-cinza em áreas identificadas como críticas para a conservação da espécie. Essa campanha envolve a realização de palestras sobre a espécie e sua importância para o ambiente marinho, assim como formas de evitar a captura acidental, e a aplicação de um jogo de tabuleiro gigante (figura 15). Além disso, a campanha buscará abrir o canal de comunicação com os pescadores, para que estes informem as capturas, entreguem os animais mortos e indiquem a localização do acidente. Estas informações são extremamente importantes para a identificação de locais para proteção da espécie.

As ações de informação e educação ambiental do Projeto Manatí são realizadas principalmente com moradores das comunidades costeiras, incluindo pescadores, marisqueiras, associações de moradores, ONGs e grupos locais organizados, além de estudantes, funcionários públicos das prefeituras e secretarias, gestores de unidades de conservação e militares (bombeiros, defesa civil, polícia ambiental, etc.). Espera-se das comunidades tradicionais, com a continuidade das ações de informação e educação ambiental, que além das mudanças de atitude visando o bem-estar coletivo (incluindo aqui o meio ambiente), seja despertado ou ampliado o seu empoderamento, criando ambientes de discussão para que as próprias comunidades possam identificar os assuntos mais importantes que querem discutir e tomar consciência de que têm capacidade para mudar a sua realidade, inclusive a ambiental.

O projeto vem sugerindo as espécies-foco aqui apresentadas como símbolos da conservação do ambiente marinho e costeiro, o que tem sido aceito e abraçado pelos moradores. Algumas declarações obtidas na área de estudo mostram que as espécies, principalmente o peixe-boi, já têm grande carisma para a população, que não come mais a carne de animais capturados acidentalmente ou encalhados e, ao contrário, ajudam a salvá-los.

is extremely important for identifying priority areas to protect the species.

The Manatí Project environmental information and education activities are carried out mainly with residents of coastal communities, including fishermen, shellfish gatherers, residents' associations, NGOs and organized local groups, in addition to students, public officials, Protected Area managers and the military forces (fire fighters, civil defence, environmental police, etc.). We hope the traditional communities will change their attitude towards the collective well-being (including the environment), but also become empowered, creating opportunities to discuss issues they identify as most important and realising they can change their reality, including the environmental one.

The project suggested the focus species presented herein as symbols of marine and coastal conservation, which was accepted and embraced by the local residents. Some statements obtained from the study area show the species, mainly the manatee, are cherished by the local community, which no longer eats the meat of bycaught or stranded animals and, on the contrary, helps to protect them.

Políticas públicas
Public policies

O Projeto Manatí tem trabalhado em parceria com instituições públicas e privadas, de forma a integrar os esforços em prol da conservação das espécies e seus habitats, principalmente a criação e gestão de UCs. Desta forma, o Projeto Manatí, nessa terceira fase, intensificou as ações de políticas públicas. São elas:

• Acompanhar o processo de criação de duas UCs federais propostas pela Aquasis e parceiros e indicadas como prioridades pelo Ministério do Meio Ambiente: o Refúgio de Vida Silvestre peixe-boi-marinho, na divisa do CE com o PI; e a APA litoral leste do CE;

• Articular junto ao poder público a criação de uma UC de uso sustentável na Enseada do Mucuripe para a proteção da população de botos-cinza, visando diminuir o impacto do tráfego de embarcações e das capturas acidentais em redes de pesca, através da regulamentação destas atividades;

• Articular junto à Marinha e órgãos públicos municipais a criação de um instrumento normativo que regulamente o uso de protetores de hélices em embarcações no litoral de Icapuí – CE, com o objetivo de diminuir as lesões causadas por atropelamento por embarcações motorizadas;

• Articular junto ao ICMBio a regulamentação de embarcações motorizadas e do turismo de observação de peixe-boi na APA Delta do Parnaíba, com o objetivo de minimizar os impactos gerados por essas atividades, como distúrbios aos animais, separação de fêmeas e filhotes, abandono de área, entre outros;

• Articular junto à Prefeitura de Fortaleza o cumprimento e a regulamentação da Lei No.9949/2012, para proteção do boto-cinza e seu habitat no município;

• Articular junto à Prefeitura de Icapuí o cumprimento e a regulamentação da Lei No. 655/2015, para proteção do peixe-boi e seu habitat;

• Participar das reuniões dos conselhos da APA Delta do Parnaíba e da APA Municipal da Barra Grande, contribuindo para a construção do plano de manejo e do ordenamento de atividades que possam impactar o peixe-boi e seu habitat.

The Manatí Project works in partnership with public and private institutions to integrate species and habitat conservation efforts, mainly to encourage the creation and management of Protected Areas. As such, in its third phase, the Manatí Project intensified public policy initiatives. Amongst them:

• To support the creation of two federal Environmental Protection Areas proposed by Aquasis and partners and indicated as priorities by the Ministry of the Environment: the Manatee Wildlife Refuge, on the border between Ceará and Piauí states; and the Ceará east coast Environmental Protection Area;

• To Articulate with the public authorities the creation of a sustainable use Protected Area in Enseada do Mucuripe, for the protection of the Guiana dolphin population, reducing the impact of vessel traffic and bycatch by regulating these activities;

• To articulate with the Navy and municipal agencies the creation of a normative instrument to regulate the use of propeller protectors for vessels off the coast of Icapuí - CE, in order to reduce the injuries caused by collisions with motorised vessels;

• To articulate with ICMBio the regulation of motorized boats and manatee watching tourism in the Delta do Parnaíba Environmental Protection Area, to reduce the impacts caused by these activities, such as disturbances, separation of females and calves, area abandonment, among others;

• To articulate with the Fortaleza municipality the regulation and compliance with Law No. 9949/2012, for the protection of Guiana dolphins and their habitat in the municipality;

• To articulate with the Icapuí municipality the regulation and enforcement of Law No. 655/2015, for the protection of manatees and their habitat;

• To participate in the council meetings of the Delta do Parnaíba and Barra Grande Environmental Protection Areas, contributing to their management plans and the regulation of activities that may affect manatees and their habitat.

Figura 11. Campanha de informação ambiental do Projeto Manati - distribuição de material informativo contendo contatos telefônicos para o atendimento a encalhes, palestras e capacitações (Fotos: Acervo Aquasis).
Figure 11. Manati Project awareness campaign - distribution of information material containing stranding response telephone contacts, lectures and training (Photos: Aquasis).

Figura 12. Jogo de tabuleiro sobre a soltura dos peixes-bois realizado nas comunidades e escolas do município de Icapuí (Fotos: Acervo Aquasis).
Figure 12. Board game about the release of manatees played with communities and schools in the municipality of Icapuí (Photos: Aquasis).

Figura 13. Projeto Manatí promove regata de mini embarcações e cortejo ecológico do peixe-boi-marinho na praia de Redonda em Icapuí (Fotos: Acervo Aquasis).
Figure 13. Manatí Project promotes mini boat regatta and manatee ecological procession at Redonda beach in Icapuí (Photos: Aquasis).

Figura 14. Palestra sobre boas práticas na pesca para pescadores de Icapuí (esqueda) e coletores de óleo lubrificante instalados no porto da Barra Grande, em Requenguela (direita) (Fotos: Acervo Aquasis).
Figure 14. Lecture on good fishing practices for Icapuí fishermen (left) and lubricating oil collectors installed in the Barra Grande port, in Requenguela (right) (Photos: Aquasis).

Figura 15. Palestra e jogo de tabuleiro gigante sobre o boto-cinza e sua importância para o ambiente marinho e formas de evitar a captura acidental em Quixaba, Aracati. (Foto: Acervo Aquasis).
Figure 15. Lecture and giant board game about the Guiana dolphin and its importance for the marine environment and ways to avoid bycatch in Quixaba, Aracati (Photo: Aquasis).

(Photo: Nature Picture Library/Photo Bilder & Video)

Referências Bibliográficas
References

ALBUQUERQUE, N. D. S.; SOUTO, A. D. S. The underwater noise from motor boats can potentially mask the whistle sound of estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*). **Ethnobiology and Conservation**, v. 2, 2013.

ALCURI, G.; BUSNEL, R. G. Unicite ´ functionelle des clics sonar et des sifflements dans les emissions acoustiques d'un Dauphin Amazonien *S. fluviatilis* Gervais et Deville. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, v. 308, p. 379-384, 1989.

ALLENDORF, F. W.; LUIKART, G. H. **Conservation and the genetics of populations**. Blackwell Publishing, Hoboken, 2007.

ALONSO, M. B.; MARIGO, J.; BERTOZZI, C. P.; SANTOS, M. C. O.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R. C. Occurrence of chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls (pcbs) in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Ubatuba and Baixada Santista, São Paulo, Brazil. **Latin America Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, p. 123-130, 2010.

ALTIERI, B. L.; VIANA, D. A.; MEIRELLES, A. C. O. Isolation of Giardia sp. from an estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*). **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 6, n. 1, p. 113-116, 2007.

ALVES, A. K. M.; SOUZA, E. A. L.; MARIGO, J.; CREMER, M. J. Intestinal helminths of Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) and Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from the north coast of Santa Catarina state, Brazil. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 1, p. 83-87, 2017.

ALVES, M. D. O.; SCHWAMBORN, R.; BORGES, J. C. G.; MARMONTEL, M.; COSTA, A. F. C.; SCHETTINI, C. A. F.; ARAÚJO, M. E. Aerial survey of manatees, dolphins and sea turtles off northeastern Brazil: Correlations with coastal features and human activities. **Biological Conservation,** v. 161, p. 91-100, 2013.

ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L.; NETO, N. A. L.; VOEKS, R. Animals for the Gods: Magical and Religious Faunal Use and Trade in Brazil. **Human Ecology,** v. 40, p. 751–780, 2012.

ALVES-JÚNIOR T. T.; ÁVILA F. J. C.; OLIVEIRA J. A.; FURTADO-NETO, M. A. A.; MONTEIRO-NETO, C. Registros de cetáceos para o litoral do estado do Ceará , Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar,** v. 30, p. 79–92, 1996.

ANDRADE, A. L.V.; PEREIRA, A. R. Ocorrência de *Hadwenius tursionis* (Digenea: Capulidae) em *Sotalia fluviatilis* no litoral da Bahia. *In*: REUNIÃO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, Olinda. **Anais...** Olinda, 1998, p. 8.

ANDRADE, L.; SILICIANO, S.; CAPISTRANO, L. Movimentos e atividades do boto *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidade) na Baía de Guanabara – Rio de Janeiro. *In*: II REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1987, p. 49-56.

ANDRADE, L. G.; LIMA, I. M. S.; MACEDO, H. S.; CARVALHO, R. R.; LAILSON-BRITO, J.; FLACH, L.; AZEVEDO, A. F. Variation in Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles: using a broadband recording system to analyze acoustic parameters in three areas of southeastern Brazil. **Acta Ethologica,** v. 18, p. 47-57, 2015.

ANDRADE, L. G.; BISI, T. L.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F.; Burst pulses of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in southeastern Brazil. **Journal of the coustical Society of America**, v. 141, n. 4, p. 2947, 2017.

ARAGÃO, G. M. O.; VIEIRA, J. O. ; MAGALHAES NETO, M. O. ; COSTA, A. F. Encalhes de *Sotalia guianensis* no Litoral do Piauí. *In*: XIV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 2011, Balneário. **Anais...**, Balneário, 2011.

ARAUJO, A. C. P. S. **Dieta do boto-cinza (*Sotalia guianensis* Van Benédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Sepetiba (RJ).** 2012. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ARAÚJO, J. P. **Influência das condições ambientais sobre o comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e sua interação com as atividades antrópicas em Pernambuco**. 2008. 74f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Universidade de Pernambuco, Recife, 2008.

ARAUJO, J. P.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SOUTO, A. S. Behavior of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis*, at Dolphin Bay – Pipa – Rio Grande do Norte. **Tropical Oceanography,** v. 29, n. 2, p. 13-23, 2001.

ARAÚJO, J. P.; ARAÚJO, M. E.; SOUTO, A.; PARENTE, C. L.; GEISE, L. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénéden) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 1122-1130, 2007.

ARAUJO, J. P.; SOUTO, A.; GEISE, L.; ARAUJO, M. E.. The behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénéden) in Pernambuco coastal waters, Brazil, and a further analysis of its reaction to boat traffic. **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 25, n. 1, p. 1-9, 2008.

AROUCHA, E. C. ***Sotalia fluviatilis*, Gervais 1853, o boto da Baía de Todos os Santos: primeiros conhecimentos. 1998.** Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

ATEM, A. C. G.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Nocturnal activity of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) in the region of Cananéia, São Paulo state, Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 32, p. 236-241, 2006.

ATTADEMO, F. L. N. **Caracterização da pesca artesanal e interação com mamíferos marinhos na região da Costa Branca do Rio Grande do Norte**. 2007. 45f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2007

AURIOLES, D.; KOCH, P. L.; LE BOEUF, B. J. Differences in foraging location of mexican and California elephant seals: evidence from stable isotopes in pups. **Marine Mammal Science,** v. 22, p. 326-338, 2006.

ÁVILA, F. J. C.; ALVES-JÚNIOR, T. T.; PARENTE, C. L.; VAZ, L. A. L.; MONTEIRO-NETO, C. Osteologia do boto cinza, *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, da costa do estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar,** v. 35, p. 145-155, 2002.

AZEVEDO, A. F. **Comportamento e uso do espaço por Sotalia guianensis (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Guanabara (RJ) e variação geográfica dos assobios da espécie ao longo da costa do Brasil.** 2005. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

AZEVEDO, A. F.; SIMÃO, S. M. Whistles produced by marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil, **Aquatic Mammals,** v. 28, p. 261-266, 2002.

AZEVEDO, A. F.; LAILSON-BRITO, J. Jr; CUNHA, H. A.; VAN SLUYS, M. A note on site fidelity of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management,** v. 6, p. 265-268, 2004.

AZEVEDO, A. F.; VIANA, S. C.; OLIVEIRA, A. M.; VAN SLUYS, M. Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: delphinidae) in Guanabara Bay, south- eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 85, p. 209-212, 2005.

AZEVEDO, A. F.; VAN SLUYS, M. Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: comparisons among populations. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 117, p. 40-56, 2005.

AZEVEDO, A. F.; OLIVEIRA, A. M.; VIANA, S. C.; VAN SLUYS, M. Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 87, p. 201-205, 2007.

AZEVEDO, A. F.; BISI, T. L.; VAN SLUYS, M.; DORNELES, P. R.; BRITO JR, J. L. Comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: delphinidae): amostragem, termos e definições. **Oecologia Brasiliensis,** v. 13, n. 1, p. 192-200, 2009a.

ATTADEMO, F. L. N.; LAILSON-BRITO, J.; DORNELES, P. R.; VAN SLUYS, M.; CUNHA, H. A.; FRAGOSO, A. B. L. Human-induced injuries to marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: delphinidae) in Brazil. **Marine Biodiversity Records,** v. 2, p. 1–5, 2009b.

AZEVEDO, A. F.; CARVALHO, R. R.; KAJIN, M.; VAN SLUYS, M.; BISI, T. L.; CUNHA, H. A.; LAILSON-BRITO, J. Jr. The first confirmed decline of a delphinid population from Brazilian waters: 2000–2015 abundance of *Sotalia guianensis* in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. **Ecological Indicators,** v. 79, p. 1-10, 2017.

BANDEIRA, J. P. **Variação temporal na composição e frequência dos assobios de Sotalia guianensis na Baía da Babitonga em São Francisco do Sul – SC. Santa Catarina.** 2016. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Ciências biológicas - Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2016.

BANDOLI, J. G.; DE OLIVEIRA, C. B. Toxoplasmose em *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1863), Cetacea-Delphinidae. **Folha Médica**, v. 75, p. 459-468, 1977.

BAPTISTA, G.; KEHRIG, H. A; DI BENEDITTO, A. P. M.; HAUSER-DAVIS, R. A.; ALMEIDA, M. G.; REZENDE, C. E.; SICILIANO, S.; MOURA, J. F.; MOREIRA, I. Mercury, selenium and stable isotopes in four small cetaceans from the Southeastern Brazilian coast: Influence of feeding strategy. **Environmental Pollution,** v. 218, p. 1298-1307, 2016.

BARBOSA, L. A.; BARROS, N. B. Aspectos da distribuição, biologia e captura acidental de boto cinza (*Sotalia guianensis*) no litoral do Espírito Santo, Brasil. In: WORKSHOP ON RESEARCH AND CONSERVATION OF THE GENUS SOTALIA: BOOK OF ABSTRACTS, 2006, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ. 62 p

BARBOSA, D. A.; LIMA, D.; SILVA, C. R. ; MARMONTEL, M. ; STEPHANO, A. Mortalidade do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no município de Amapá, estado do Amapá. In: XIV REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 2010, Florianópolis. **Anais...**, Florinópolis, 2010.

BARBOSA-FILHO, M. L. V.; BARRETO, R. M. F.; SICILIANO, S., SEMINARA, C. I.; COSTA-NETO, E. M. Use of Cetaceans as Bait in Southern Bahia, Brazil, by Expert Fishermen that Market Shark Fins: A Lucrative Trade and Two Threatened Zoological Groups. **Ethnobiology Letters**, v. 9, n. 2, p. 12–18, 2018.

BARLOW, J.; CAMERON, G. A. Field experiments show that acoustic pingers reduce marine mammal bycatch in the California drift gill net fishery. **Marine Mammal Science,** v. 19, n. 2, p. 265-283, 2003.

BARROS, N. B. Registro de um bote comum (Sotalia sp.) no litoral do Espirito Santo, Brazil. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 1984, Belém. **Anais...**Belém, 1984.

BARROS, N. B.; TEIXEIRA, R. L. Incidental catch of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in Alagoas, northeastern Brazil. **Report of the International Whaling Commission,** v. 15, p. 265-268, 1994.

BARROS, N. B.; BARBOSA, L. A.; GASPARINI, J. L. Distribuição e biologia de mamíferos marinhos no litoral do Espirito Santo, Brasil. *In*: IX ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE, 1997, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1997.

BATISTA, R. L. G.; SCHIAVETTI, A.; SANTOS, U. A.; REIS, M. S. S. Cetaceans registered on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, p. 31-38, 2012

BATISTA, R. L. G.; ALVAREZ, M. R.; REIS, M. S. S.; CREMER, M. J.; SCHIAVETTI, A. Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the estuary of the Paraguaçú River, northeastern Brazil. North-Western. **Journal of Zoology,** v. 10, p. 93-100, 2014.

BAZZALO, M.; FLORES, P. A. C.; PEREIRA, M. G. Uso de hábitat y principales comportamientos del delphín gris (*Sotalia guianensis*, Van Bénéden, 1864) en la Bahía Norte, Estado de Santa Catarina, Brasil. **Mastozoologia Neotropical,** v. 15, p. 9-22, 2008.

BEDDARD, F. E. **A book of whales.** The progressive science series, G.P. Putnam's Sons, New York, 1900.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology - individuals, populations and communities.** Blackwell Science, Oxford, 1996.

BELTRÁN, S. **Captura acidental de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) na pescaria artesanal do Estuário Amazônico.** 1998. Dissertação (Mestrado em Biologia de água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1998.

BERTOZZI, C. P.; ZERBINI, A. N. Incidental mortality of franciscana, *Pontoporia blainvillei*, in the artisanal fishery of Praia Grande, São Paulo State, **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 1, n. 1, p. 153-160, 2002.

BEVERTON, R. J. H. Analysis of marine mammal-fisheries interactions. In: BEDDINGTON, J.R.; R.H.J. BEVERTON E D.M. LAVIGNE (eds). **Marine mammals and fisheries.** George Allen e Unwin: London, 1985. p. 3-32.

BICALHO, A. M. C. **O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no estuário dos rios Piraquê-açu e Piraquê-mirim, sudeste do Brasil: ocorrência, uso do habitat, padrão comportamental e percepção da comunidade tradicional.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) - Universidade Federal do Espirito Santo, Vitoria, 2018.

BISI, T. L.; LAILSON-BRITO, J.; MALM, O. Ecologia Alimentar em Mamíferos Marinhos: Técnicas de Estudo. **Oecologia Australis,** v. 16, p. 210-234, 2012a.

BISI, T. L.; LEPOINT, G.; AZEVEDO, A. F.; DORNELES, P. R.; FLACH, L.; DAS, K.; MALM, O.; LAILSON-BRITO, J. Trophic relationships and mercury biomagnification in Brazilian tropical coastal food webs. **Ecological Indicators,** v. 18, p. 291-302, 2012b.

BISI, T. L.; DORNELES, P. R.; LAILSON-BRITO, J.; LEPOINT, G.; AZEVEDO, A. F.; FLACH, L.; MALM, O.; DAS, K. Trophic relationships and habitat preferences of delphinids from the Southeastern Brazilian coast determined by carbon and nitrogen stable isotope composition. **PLoS One,** v. 8, p. e82205, 2013.

BITTENCOURT, M. L. Primeira ocorrência de Sotalia brasiliensis (boto), Cetacea Delphinidae para a Baía de Paranaense, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia,** v. 27, n. 1, p. 95-98, 1984.

BITTENCOURT, L.; LIMA, I. M. S.; ANDRADE, L. G.; CARVALHO, R. R.; BISI, T. L.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F. Underwater noise in an impacted environment can affect Guiana dolphin communication. **Marine Pollution Bulletin,** v. 114, n. 2, p. 1130-1134, 2017.

BOHER, S.; BOLAÑOS, J.; COVA, L. J. Sobre um avistamiento del delfin estuarino o bufete (*Sotalia fluviatilis*) en el Orinoco Medio. **Acta Científica Venezolana,** v. 46, p. 217-218, 1995.

BOMFIM, W. A. G. **Mamíferos aquáticos: revisão e novos registros para Alagoas – nordeste do Brasil.** 2014. 106f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

BONIN, C. A.; LEWALLEN, E. A.; VAN WIJNEN, A. J.; CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C. Habitat Preference and Behaviour of the Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in a Well-Preserved Estuary off Southern Brazil. **Pakistan Journal of Zoology,** v. 49, p. 2235-2242, 2017.

BORGES, J. C. G.; ATTADEMO, F. L. N.; SEVERO, M. M.; VERGARA-PARENTE, J. E.; NORMANDE, I. C. Encalhes de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) nos estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. In: II WORKSHOP DO NORDESTE PARA PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE *SOTALIA GUIANENSIS*, 2009, Caucaia. **Anais...**, Caucaia, 2009

BORGES, J. C. G.; LIMA, D. S.; DA SILVA, E. M.; MOREIRA, A. L. O.; MARMONTEL, M.; CARVALHO, V. L.; AMARAL, R. S.; LAZZARINI, S. M.; ALVES, L. C. *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* sp. in aquatic mammals in northern and northeastern Brazil. **Diseases of aquatic organisms,** v. 126, n. 1, p. 25-31, 2017.

BORNATOWSKY, H.; WEDEKIN, L. L.; HEITHAUS, M.; MARCONDES, M. C.; ROSSI-SANTOS, M. R. Shark scavenging and predation on cetaceans at Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 92, n. 8, p. 1767-1772, 2012.

BOROBIA, M. **Comportamento e aspectos biológicos dos botos da Baía de Guanabara, *Sotalia* sp.** Monografia (Bacharelado) - Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1984.

BOROBIA, M.; LODI, L.; SICILIANO, S. Distribuição de Sotalia sp. (Cetacea, Delphinidae) no litoral do Brasil. In: SEGUNDA REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMIFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 1987, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro, 1987, p. 115.

BOROBIA, M. **Distribution and morphometrics of South American dolphins of the genus *Sotalia*.** 81f. Dissertation (Master) - McDonald College of McGill University, Montreal, 1989.

BOROBIA, M.; BARROS, N. B. Notes on the diet of marine *Sotalia fluviatilis*. **Marine Mammal Science,** v. 5, p. 395-399, 1989.

BOROBIA, M.; SICILIANO, S.; LODI, L.; WOEK, W. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Canadian Journal of Zoology,** v. 69, p. 1025-1039, 1991.

BOSSART, G. D. Emerging diseases in marine mammals: from dolphins to manatees. **Microbe-American Society for Microbiology**, v. 2, n. 11, p. 544, 2007.

BOTTA, S.; SECCHI, E. R.; MUELBERT, M. M. C.; DANILEWICZ, D.; NEGRI, M. F.; CAPPOZZO; H. L.; HOHN, A. A. Age and growth of franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae) incidentally caught off southern Brazil and northern Argentina. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 1, n. 8, 2010.

BRITO, T. P. O conhecimento ecológico local e a interação de botos com a pesca no litoral do estado do Pará, região Norte – Brasil. **Biotemas,** v. 25 n. 4, p. 259-277, 2012.

BUCKLAND, S. T.; TURNOCK, B. J. A Robust Line Transect Method. **Biometrics**, v. 48, p. 901-909, 1992.

BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; THOMAS, L. **Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations.** New York: Oxford University Press, 2001.

BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; THOMAS, L. **Advanced Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations.** New York: Oxford University Press, 2004.

BUCKLAND, S. T.; YORK, A. E. Abundance Estimation. In: PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (eds.) **Encyclopedia of Marine Mammals.** Amsterdam: Elsevier, p.1-5, 2009.

BURNHAM, M. P.; ANDERSON, D. R.; LAAKE, J. L. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, v. 72, 1980.

CABALLERO, S.; TRUJILLO, F.; VIANNA, J. A.; BARRIOS-GARRIDO, H.; MONTIEL, M. G.; BELTRÁN-PEDREROS, S. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: species level ranking for "tucuxi" (*Sotalia fluviatilis*) and "costero" (*Sotalia guianensis*) dolphins. **Marine Mammal Science**, v. 23 p. 358-386, 2007.

CABALLERO, S.; BAKER, C. S. Captive-born intergeneric hybrid of a Guiana and bottlenose dolphin: *Sotalia guianensis*× *Tursiops truncatus*. **Zoo Biology,** v. 29, n. 5, p. 647-657, 2010.

CABALLERO, S.; HOLLATZ, C.; RODRIGUEZ, S.; TRUJILLO, F.; BAKER, S., Population Structure of Riverine and Coastal Dolphins *Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*: Patterns of Nuclear and Mitochondrial Diversity and Implications for Conservation. **Journal of Heredity**, v. 109, p. 757-770, 2018.

CABANA, G.; RASMUSSEN, J. B. Comparison of aquatic food chains using nitrogen isotopes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 93, p. 10844-10847, 1996.

CAMPOS, T. M. **Ecologia alimentar do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), no estado do Ceará, Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

CANTOR, M.; SIMÕES-LOPES, P. C.; DAURA-JORGE, F. Spatial consequences for dolphins specialized in foraging with fishermen. **Animal Behaviour,** v. 139, p. 19-27, 2018.

CANTOR, M.; WEDEKIN, L. L.; DAURA-JORGE, F. G.; ROSSI-SANTOS, M. R.; SIMÕES-LOPES, P. C. Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): An eight-year mark-recapture study. **Marine Mammal Science,** v. 28, n. 1, p. 63-83, 2012a.

CANTOR, M.; WEDEKIN, L. L.; GUIMARAES, P. R.; DAURA-JORGE, F. G.; ROSSI-SANTOS, M. R.; SIMÕES-LOPES, P. C. Disentangling social networks from spatiotemporal dynamics: the temporal structure of a dolphin society. **Animal Behavior**, v. 84, p. 641-651, 2012b.

CARRERA, M. L. R. **Avaliação do impacto causado por embarcações de turismo no comportamento do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*, na Baía dos golfinhos, Tibau do Sul, RN, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

CARRERA, M. L.; FAVARO, E. G. P.; SOUTO, A. The response of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) towards tourist boats. **Animal Welfare**, v. 17, p. 117-123, 2008.

CARRETTA, J. V.; DANIL, K.; CHIVERS, S. J.; WELLER, D. W.; JANIGER, D. S.; BERMAN-KOWALEWSKI, M.; HERNANDZ, K. M.; HARVEY, J. T.; DUNKIN, R. C.; CASPER, D. R.; STOUDT, S; FLANNERY, M.; WILKINSON, K.; HUGGINS, J.; LAMBOURN, D. M.. Recovery rates of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) carcasses estimated from stranding and survival rate data. **Marine Mammal Science**, v. 32, n. 1, p. 349-362, 2016.

CARVALHO, C. E. V.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, C. M. M.; RAMOS, R. M. A.; REZENDE, C. E. Heavy metal distribution in two cetaceans species from Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, n. 6, p. 1117–1120, 2008.

CARVALHO, C. T. *Stenodelphis blainvillei* na costa central do Brasil, com notas osteológicas (Cetacea, Platanistidae). **Revista Brasileira de Biologia,** v. 21, n. 1, p. 443-454, 1961.

CARVALHO, C. T. Sobre um boto comum no litoral do Brasil (Cetacea; Delphinidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 23, p. 263-267, 1963.

CARVALHO, M. S.; ROSSI-SANTOS, M. R. Avistagens do boto-cinza, Sotalia guianensis, no litoral norte do estado da Bahia, entre 2003 e 2006. In: ROSSI-SANTOS, M. R.; REIS, M. S. S. (eds.). **II Workshop do Nordeste: Pesquisa e Conservação de *Sotalia guianensis*.** Ilhéus: Editus, 2008. p. 228-234.

CARVALHO, R. R. **Análise espaço-temporal do uso do habitat pelo boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CARVALHO, V. L.; BEVILAQUA, C. M. L.; IÑIGUEZ, A. M.; MATHEWS-CASCON, H.; RIBEIRO, F. B.; PESSOA, L. M. B.; MEIRELLES, A. C. O.; BORGES, J. C. G.; MARIGO, J.; SOARES, L.; SILVA, F. J. L. Metazoan parasites of cetaceans off the northeastern coast of Brazil. **Veterinary parasitology**, v. 173, n. 1-2, p. 116-122, 2010.

CARVALHO, V. L.; AMÂNCIO, A. C.; VASCONCELOS, A. M. O.; SILVA, C. P. N.; MEIRELLES, A. C. O. Mortalidade de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) no Ceará, nordeste do Brasil. *In*: 17 REUNIÓN DE TRABAJO DE ESPECIALISTAS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMÉRICA DEL SUR, 2016, Valparaíso. **Anais...** Valparaíso, 2016.

CASINOS, A.; BISBAL, F.; BOHER, S. Sobre três exemplares de *Sotalia fluviatilis* del Lago Maracaibo (Venezuela) (Cetacea, Delphinidae). **Proceedings of the Departament of Zoology,** v. 7, p. 93-96, 1981.

CEPILE, A. R. **Estimativa populacional por marcação-recaptura e padrão de atividade do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) em Regência, ES.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

CHIVERS, S. J. Cetacean Life History. *In*: PERRIN, W.F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (eds.). **Encyclopedia of Marine Mammals.** 2nd edition. Academic Press: Amsterdam, 2009. p. 215-220.

CHOI, K. F. **Estimativa de abundância e impactos antrópicos sobre o peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no estuário dos rios Timonha e Ubatuba, divisa dos estados do CE e PI.** Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2012. **Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção.** Disponível em: http://www.cites.org/. Acesso em: 24 abr. 2019.

CLARKE, M. R. **Handbook for the identification of cephalopod beaks.** New York: Oxford University Press, 1986.

CLEMENTZ, M.; KOCH, P. L. Monitoring habitat and foraging ecology in aquatic mammal with stable isotopes in the tooth enamel. **Oecologia**, v. 129, p. 461-472, 2001.

COLLAÇO, K. M. S. L. **Uso de habitat, orçamento temporal e influência da maré e da geomorfologia de fundo sobre o comportamento do boto *Sotalia guianensis* van Bénéden, 1864 (CETACEA: DELPHINIDAE) no porto de Maceió – Alagoas, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

COOCH, E. G.; WHITE, G. C. ***Program MARK:* a gentle introduction.** 9. ed. Ft. Collins: Colorado State University, 2012. 927 p.

COSTA, A. F.; SICILIANO, S.; EMIN-LIMA, R.; MARTINS, B. M. L.; SOUSA, M. E. M.; GIARRIZZO, T.; SILVA JUNIOR, J. S. Stranding survey as a framework to investigate rare cetacean records of the north and north-eastern Brazilian coasts. **ZooKeys,** v. 688, p. 111-134, 2017.

COX, T. M.; LEWISON, R. L.; ZYDELIS, R.; CROWDER L. B.; SAFINA, C.; READ, A. J. Comparing Effectiveness of Experimental and Implemented Bycatch Reduction Measures: the ideal and the Real. **Conservation Biology,** v. 21, n. 5, p. 1155–1164, 2007.

CREMER, M. J. **Ecologia e conservação do golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Babitonga, litoral norte de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

CREMER, M. J. **Ecologia e conservação de populações simpátricas de pequenos cetáceos em ambiente estuarino no sul do Brasil. Santa Catarina.** 2007. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

CREMER, M. J.; HARDT, F. A.; TONELLO JÚNIOR, A. J.; SIMÕES-LOPES, P. C.; PIRES, J. S. R. Core areas changes in *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in Babitonga bay, Santa Catarina. **Revista Univille**, v. 9, p. 12-16, 2004a.

CREMER, M. J; SIMÕES-LOPES, P. C.; PIRES, J. S. R. Interações entre aves marinhas e *Sotalia guianensis* (P.J. Van Bénédén, 1864) na Baía da Babitonga, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências,** v. 6, n.1, p. 103-114, 2004b.

CREMER, M. J;, SIMÕES-LOPES, P. C. A.; PIRES, J. S. R.. Occupation pattern of a harbor inlet by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P. J. Van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v. 52, n. 3, p. 765-774, 2009.

CREMER, M. J.; HARDT, F. A.; TONELLO JÚNIOR, A. J.; SIMÕES-LOPES, P. C.; PIRES, J. S. R. Distribution and Status of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) Population in Babitonga Bay, Southern Brazil. **Zoological Studies,** v. 50, n. 3, p. 327-337, 2011.

CREMER, M. J.; PINHEIRO, P. C.; SIMÕES-LOPES, P. C. Prey con¬sumed by Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphi¬nidae) and franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine environment in southern Brazil. **Iheringia Série Zoologia,** v. 102, p. 131-137, 2012.

CUNHA, H. A. **Sistemática molecular e filogeografia do gênero *Sotalia* (Gray 1866) (Delphinidae) no Brasil.** 2007. 182f. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

CUNHA, H. A.; DA SILVA, V. M. F.; LAILSON-BRITO JR, J.; SANTOS, M. C. O.; FLORES, P. A. C.; MARTIN, A. R.; AZEVEDO, A. F.; FRAGOSO, A. B. L.; ZANELATTO, R. C.; SOLÉ-CAVA, A. M. Riverine and marine ecotypes of *Sotalia* dolphins are different species. **Marine Biology,** v. 148, n. 2, p. 449-457, 2005.

CUNHA, H. A.; DA SILVA, V. M. F.; SOLÉ-CAVA, A. M. Molecular Ecology and Systematics of Sotalia dolphins In: RUIZ-GARCIA, M.; SHOSTELL, J. (eds.) **Biology, evolution and conservation of the river dolphins in South-America and Asia: unknown dolphins in danger.** New York: NOVA Science Publisher, 2010. p. 261-283.

CUNHA, H. A.; MORAES, L. C.; MEDEIROS, B. V.; ; DA SILVA, V. M. F.; SOLÉ-CAVA, A. M.; SCHRAGO, C. G. Phylogenetic Status and Timescale for the Diversification of *Steno* and Dolphins. **PLoS One,** v. 6, p. e28297–e28297, 2011.

CYPRIANO-SOUZA, A. L.; DE MEIRELLES, A. C. O.; CARVALHO, V. L.; BONATTO, S. L. Rare or cryptic? The first report of an Omura's whale (*Balaenoptera omurai*) in the South Atlantic Ocean. **Marine Mammal Science,** v. 33, n. 1, p. 80–95, 2017.

CZECH-DAMAL, N. U.; LIEBSCHNER, A.; MIERSCH, L.; KLAUER, G.; HANKE, F. D.; MARSHALL, C.; DEHNHARDT, G.; HANKE, W. Electroreception in the Guiana dolphin *(Sotalia guianensis)*. **Proceedings of the Royal Society** B: Biological Sciences, v. 279, p. 663-668, 2012

D'AZEREDO, F. T.; TARDIN, R. H. O.; ESPECIE, M. A.; KIATKOWSKI, D. A.; CORREA, N. F.; ARAUJO, O. C. R.; OLIVEIRA, E. C. S.; SIMÃO, S. M. Lesões corporais em boto-cinza *Sotalia guianensis* devido a colisões com embarcações na Baia de Ilha Grande, RJ. In: VI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO E PESQUISA DE MAMÍFEROS AQUÁTICOS E II SIMPÓSIO NORDESTINO DE MAMÍFEROS AQUÁTICOS, 2009, Salvador. **Anais...,** Salvador, 2009.

DA SILVA, V. M. F. *Sotalia fluviatilis*. **Mammalian Species,** v. 527, p. 1-7, 1996.

DA SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. Tucuxi *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853). In: RIDGWAY, S. H.; HARRISON, S. R. (eds.) **Handbook of Marine Mammals.** London: Academic Press, 1994. p. 43-70.

DA SILVA, V. M. F.; FETTUCIA, D.; RODRIGUES, E. S; EDWARDS, H.; MORENO, I. B.; MOURA, J. F.; WEDEKIN, L. L.; BAZZALO, M.; EMIN-LIMA, R. N.; CARMO, N. A. S.; SICILIANO, S.; UTRERAS, V. B. Report of the working group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 8, p. 31-38, 2010.

DAS, K.; LEPOINT, G.; LEROY, Y.; BOUQUEGNEAU, J. M. Marine mammals from the southern North Sea: feeding ecology data from δ13C and δ15N measurements. **Marine Ecology Progress Series,** v. 263, p. 287-298, 2003.

DAURA-JORGE, F. G.; WEDEKIN, L. L.; SIMÕES-LOPES, P. C. Variação sazonal da intensidade dos deslocamentos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 203-216, 2003.

DAURA-JORGE, F. G.; WEDEKIN, L. L.; PIACENTINI, V. Q.; SIMÕES-LOPES, P. C. Seasonal and daily patterns of group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P.J. van Bénéden) (Cetacea, Delphinidae), in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 22, p. 1014-1021, 2005.

DAURA-JORGE, F.G.; ROSSI-SANTOS, M.R.; WEDEKIN, L.L.; SIMOES-LOPES, P.C. Behavioral patterns and movement intensity of *Sotalia guianensis* (P.J. van Beneden) (Cetacea: Delphinidae) in two different areas on the Brazilian coast. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 265-270, 2007.

DAURA-JORGE, F. G.; WEDEKIN, L. L.; SIMÕES-LOPES, P. C. Feeding habits of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Del¬phinidae), in Norte Bay, southern Brazil. **Scientia Marina**, v. 75, p. 163-169, 2011.

DAWSON, S. M.; READB, A.; SLOOTEN, E. Pingers, porpoises and power: uncertainties with using pingers to reduce bycatch of small cetaceans. **Biological Conservation**, v. 84, p. 141- 146, 1998.

DE MASTER, D. P.; FOWLER, C. W.; PERRY, S. L.; RICHLEN, M. F. Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammals populations over the next one hundred year. **Journal of Mammalogy**, v. 82, n. 3, p. 641-651, 2001.

DE MOURA, J. F.; SHOLL, T. G. C.; RODRIGUES, E. S.; HACON, S.; SICILIANO, S. Marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) and its interaction with passive gill-net fisheries along the northern coast of the Rio de Janeiro State, Brazil. **JMBA2 - Biodiversity Records,** vol. 2, 2009.

DE MOURA, J. F.; HACON, S. S.; VEGA, C. M.; HAUSER-DAVIS, R. A., CAMPOS, R. C., SICILIANO, S. Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*, Van Benédén, 1864) as indicators of the bioaccumulation of total mercury along the coast of Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 88, p. 54–59, 2012a.

DE MOURA, J. F.; EMIM-LIMA, R.; HACON, S. S.; VEGA, C. M.; CAMPOS, R. C.; SICILIANO, S. Mercury Status of the Amazon Continental Shelf: Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*, Van Benédem, 1864) as a Bioindicator. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 89, p. 412–418, 2012b.

DECONTO, L. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. High initial and minimum frequencies of *Sotalia guianensis* whistles in the southeast and south of Brazil. **Journal of Acoustical Society of America,** v. 134, p. 3899-3904, 2013.

DECONTO, L. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Day and night sounds of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in southeastern Brazil. **Acta Ethologica**, v. 19, p. 61-68, 2016.

DECONTO, L. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Differences in the sounds of Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) between two areas of south-eastern and southern Brazil. **Bioacoustics**, v. 28, p. 1-16, 2017.

DEHN, L. A.; FOLLMANN, E. H.; THOMAS, D. L.; SHEFFIELD, G. G.; ROSA, C.; DUFFY, L. K.; O'HARA, T. M. Trophic relationships in an Arctic food web and implications for trace metal transfer. **Science of the Total Environment,** v. 362, p. 103-123, 2006.

DE VRIES, G. A.; LAARMAN, J. J. A case of Lobo's disease in the dolphin, *Sotalia guianensis*. **Aquatic Mammals,** v. 1, n. 3, p. 26-33, 1973.

DI AZEVEDO, M. I. N.; CARVALHO, V. L.; IÑIGUEZ, A. M. Integrative taxonomy of anisakid nematodes in stranded cetaceans from Brazilian waters: an update on parasite's hosts and geographical records. **Parasitology research,** v. 116, n. 11, p. 3105-3116, 2017.

DI BENEDITTO, A. P. M. Interactions between gillnet fisheries and small cetaceans in northern Rio de Janeiro, Brazil: 2001-2002. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 2, n. 2, p. 79 - 86, 2003.

DI BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A.; LIMA, N. R. W. Fishing activity in Northern Rio de Janeiro State (Brazil) and its relation with small Cetaceans. Brazilian **Archives of Biology and Technology,** v. 41, n. 3, p. 296-302, 1998.

DI BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A.; LIMA, N. R. W. Sightings of *Pontoporia blainvillei* (Gervais e D'Orbigny, 1844) and *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea) in South-eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v, 44, n. 3, 291-296, 2001.

DI BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A. Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 84, p. 1245-1250, 2004.

DI BENEDITTO, A. P. M.; SICILIANO, S. Stomach contents of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) from Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 87, p. 253-254, 2007.

DI BENEDITTO, A. P. M.; ROSAS, F. C. W. Mortalidade. In: MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. (eds). **Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza**. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2008. p. 211-222.

DI BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, C. M. M.; KEHRIG, H. A.; REZENDE, C. E. Use of multiple tools to assess the feeding preference of coastal dolphins. **Marine Biology,** v. 158, p. 2209–2217, 2011.

DI BENEDITO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A. Note: Marine debris ingestion by coastal dolphins: What drives differences between sympatric species? **Marine Pollution Bulletin**, v. 83, n. 1, p. 298-301, 2014.

DI BENEDITTO, A. P. M.; MONTEIRO, L. R. Isotopic niche of two coastal dolphins in a tropical marine area: specific and age class comparisons. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, p. 853-858, 2016.

DIAS, L. A.; HERZING D.; FLACH, L. Aggregations of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, southeastern Brazil: distribution patterns and ecological characteristics. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 5, p. 967-973, 2009.

DIAS, T. L. **Caracterização das frequências comportamentais do boto-cinza *Sotalia guianensis* (Van Benédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) na Barra do Paraguaçú, Bahia, Brasil**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2003.

DIAS-NETO, J.; DIAS, J. F. O. **O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca.** Brasília: Ibama, 2015. 288 p.

DIAZ-DELGADO, J.; GROCH, K. R.; RESSIO, R.; RISKALLAH, I. P. J.; SIERRA, E.; SACCHINI, S.; QUESADA-CANALES, O.; ARBELO, M.; FERNANDEZ, A.; SANTOS-NETO, E.; IKEDA, J.; DE CARVALHO, R. R.; AZEVEDO, A. F.; LAILSON-BRITO, J., JR.; FLACH, L.; KANAMURA, C. T.; FERNANDES, N.; COGLIATI, B.; CENTELLEGHE, C.; MAZZARIOL, S.; DI RENZO, L.; DI FRANCESCO, G.; DI GUARDO, G.; CATAO-DIAS, J. L. Comparative Immunopathology of Cetacean morbillivirus Infection in Free-Ranging Dolphins From Western Mediterranean, Northeast-Central, and Southwestern Atlantic. **Frontiers in Immunology**, v. 10, p. 485, 2019a.

DIAZ-DELGADO, J.; GROCH, K. R.; SIERRA, E.; SACCHINI, S.; ZUCCA, D.; QUESADA-CANALES, O.; ARBELO, M.; FERNANDEZ, A.; SANTOS, E.; IKEDA, J.; CARVALHO, R.; AZEVEDO, A. F.; LAILSON-BRITO, J.; FLACH, L.; RESSIO, R.; KANAMURA, C. T.; SANSONE, M.; FAVERO, C.; PORTER, B. F.; CENTELLEGHE, C.; MAZZARIOL, S.; DI RENZO, L.; DI FRANCESCO, G.; DI GUARDO, G.; CATAO-DIAS, J. L. Comparative histopathologic and viral immunohistochemical studies on CeMV infection among Western Mediterranean, Northeast-Central, and Southwestern Atlantic cetaceans. **Plos One,** v. 14, n. 3, 2019b.

DOLAR, M. L. L.; LEATHERWOOD, S. J.; WOOD, C. J.; ALAVA, M. N. R.; HILL, C. L.; ARAGONES, L. V. Directed Fisheries for Cetaceans in the Philippines. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 44, p. 439-449, 1994.

DOMICIANO, I. G.; DOMIT, C.; BROADHURST, M. K. KOCH, M. S.; BRACARENSE, A. P. F. R. L. Assessing Disease and Mortality among Small Cetaceans Stranded at a World Heritage Site in Southern Brazil. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, 2016.

DOMIT, C. **Ecologia comportamental do boto-cinza, Sotalia guianensis (Van Bénéden, 1864), no Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

DORNELES, P. R.; LAILSON-BRITO, J.; DIRTU, A. C.; WEIJS, L, AZEVEDO, A. F., TORRES, J. P. M.; MALM, O.; NEELS, H. C.; BLUST, R. E.; DAS, K. F.; COVACI A. C. Anthropogenic and naturally-produced organobrominated compounds in marine mammals from Brazil. **Environmental International,** v. 36, p.60–66, 2010.

EBERT, M. B. **Caracterização morfológica e molecular de espécies do gênero *Synthesium* (Digenea: Brachycladiidae) em odontocetos (Cetacea).** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2017.

EDWARDS, H. H.; SCHNELL, E. G. D. Status and ecology of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. **Marine Mammal Science,** v. 17, p. 445-472, 2001.

EMIM-LIMA, N. R. **Comportamento vocal de botos do gênero Sotalia (CETACEA: DELPHINIDAE): a estrutura dos assobios de duas populações do estado do Pará**. 2007. Dissertação (Mestrado em Teoria e Pesquisa do Comportamento) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

EMIN-LIMA, N. R; COSTA, A. F.; RODRIGUES, A. L. F.; SOUZA, R. F. C; SICILIANO, S. Capturas acidentais de *Sotalia guianensis* na costa norte do Brasil: análises preliminares. In: XIII REUNIÓN DE TRABAJO DE ESPECIALISTAS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMÉRICA DEL SUR Y 7O. CONGRESSO SOLAMAC, 2008. **Anais...,** Montevideo, 2008.

EMIN-LIMA, R.; MOURA, L.; RODRIGUES, A. L.; SILVA, M. L. Group size and behavior of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Marapanim Bay, Pará, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v.8, n.1-2, p.167- 170, 2010.

ERBE, C. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (Orcinus orca), based on an acoustic impact model, **Marine Mammal Science,** v.18, n. 2, p. 394–418, 2002.

ERBE, C.; DUNLOP, R; NOLMAN, S. Effects of noise on marine mammals. In: SLABBEKOORN, H.; DOOLING, R. J.; POPPER, A. N.; FAY, R. R. (Eds.). **Effects of Anthropogenic Noise on Animals,Springer Handbook of Auditory Research 66**. New York: Springer, 2018. p. 227-309.

ERBER, C.; SIMAO, S. M. Analysis of whistles produced by the tucuxi dolphin *Sotalia fluviatilis* from Sepetiba Bay, Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Science,** v. 76, p. 381-385, 2004.

ESPÉCIE, M. A.; TARDIN, R. H. O.; SIMÃO, S. M. Degrees of residence of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilha Grande Bay, south-eastern Brazil: a preliminary assessment. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 90, n. 8, p.1633-1639, 2010.

ESPERON, F.; GARCIA-PARRAGA, D.; BELLIERE, E. N.; SANCHEZ-VIZCAINO, J. M. Molecular diagnosis of lobomycosis-like disease in a bottlenose dolphin in captivity. **Medical Mycology,** v. 50, n. 1, p. 106-109, 2012.

FARIAS, D. S. D.; ALENCAR, A. E. B. ; BOMFIM, A. C. ; FRAGOSO, A.B. ; FREIRE, A. C. B. ; GAVILAN-LEANDRO, S.A.C. ; SILVA, F. J. L. Diversidade de cetáceos do litoral seterntional do Rio Grande do Norte. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO E PESQUISA DE MAMÍFEROS AQUÁTICOS, 2017, Natal. **Anais...,** Natal, 2017

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World fisheries and Aquaculture 2018** - Meeting the sustainable development goals. Rome, 2018. 210 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World fisheries and Aquaculture 2012.** Rome, 2012. 209 p.

FERWERDA, J. G.; KETNER, P.; MCGUINNESS, K. A. Differences in regeneration between hurricane damaged and clearcut mangrove stands 25 years after clearing. **Hydrobiologia**, v. 591, p. 35-45. 2007.

FETTUCCIA , D. C. **Comparação osteológica nas espécies do gênero Sotalia Gray, 1866 no Brasil (Cetacea, Delphinidae).** 2006. 124f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2006.

FETTUCCIA, D. C. **Variação osteológica e desenvolvimento ontogenético das espécies do gênero Sotalia (Cetacea, Delphinidae).** 2010. 173f. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.

FETTUCCIA, D. C.; SIMÕES-LOPES, P. C. Morfologia da Coluna Vertebral do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae). **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 125-148, 2004.

FETTUCCIA, D. C.; DA SILVA V. M. F.; SIMÕES-LOPES, P. C. Non-metric characters in two species of *Sotalia* (Gray, 1866) (Cetacea, Delphinidae). **Brazilian Journal of Biology,** v. 69, n. 3, p. 907-917, 2009.

FETTUCCIA, D. C.; DA SILVA, V. M. F.; SIMÕES-LOPES, P. C. Osteological alteration in the tucuxi *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae). **Iheringia**, v. 103, n. 3, p. 255-259, 2013.

FIDÉLIX, L.; BASSOI, M.; SECCHI, E. R. Aspectos sócio-econômicos e culturais da utilização de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, na comunidade pesqueira de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. In: VIII REUNIÃO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 1998. **Anais...** Olinda, 1998, p. 81.

FIGUEIREDO, L. D.; SIMÃO, S. M. Possible occurrence of signature whistles in a population of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) living in Sepetiba Bay, Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America,** v. 126, n. 3, p. 1563-1569, 2009.

FILLA, G. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Group structure of *Sotalia guianensis* in the bays within the coast of Paraná, south of Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 89, n. 5, p. 985-993, 2009a.

FILLA, G. D. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. D. A. 2009. Monitoring tourism schooners observing estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Estuarine Complex of Cananéia, southeast Brazil. **Aquatic Conservation**, v.19, n. 7, p. 772-778, 2009b.

FLACH. L. 2015. **Estimativa de parâmetros populacionais, área de vida, mortalidade e interações da atividade pesqueira sobre a população de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) (Van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Sepetiba (RJ).** 2015. 156f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

FLACH, L.; FLACH, P. A.; CHIARELLO, A. G. Density, abundance and distribution of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis* Van Benéden, 1864), in Sepetiba Bay, Southeast Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management,** v. 10, p. 31-36, 2008a.

FLACH, L.; FLACH, P. A.; CHIARELLO, A. G. Aspects of behavioral ecology of Sotalia guianensis in Sepetiba Bay, southeast Brazil. **Marine Mammal Science**, v. 24, p. 503-515, 2008b.

FLACH, L.; ALONSO, M. B.; MARINHO, T.; WAERBEEK, K, V.; BRESSEM, M. F. V. Note: Clinical signs in free-ranging Guiana dolphins *Sotalia guianensis* during a morbillivirus epidemic: case study in Sepetiba Bay, Brazil. **Diseases of Aquatic Organisms,** v. 133, p. 175–180, 2019.

FLORES, P. A. C. **Observações movimentos, comportamento e conservação do golfinho ou boto *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Mammalia, Cetacea, Delphinidae) na Baía Norte de Santa Catarina, SC, Brasil.** Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.

FLORES, P. A. C. Preliminary results of a photoidentification study of the marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in Southern Brazil. **Marine Mammal Science,** v. 15, n.3, p. 840-847, 1999.

FLORES, P. A. C.; BAZZALO, M. Home ranges and movement patterns of the marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, in Baía Norte, southern Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 3, n. 1, p. 37-54, 2004.

FLORES, P. A. C; FONTOURA, N. F. Ecology of marine tucuxi, *Sotalia guianensis*, and bottlenose dolphin, Tursiops truncatus, in Baía Norte, Santa Catarina state, Southern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 5. n. 2, p. 105-115, 2006.

FOOTE, A. D.; OSBORNE, R. W.; HOELZEL, A. R. Whale-call response to masking boat noise. **Nature**, v. 428, p. 910, 2004.

FRAGOSO, A. B. **Alterações morfológicas e patológicas em esqueletos de boto-cinza *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) do litoral do Estado do Rio de Janeiro.** 2001. 136f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

FRAGOSO, A. B. L. **Alterações morfológicas e patológicas em esqueletos e nadadeiras peitorais de boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864), do litoral brasileiro.** 2006. 130f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Museu Nacional, Rio de Janeiro, 2006.

FURTADO, M. H. B. C.; SIMÕES-LOPES, P. C. Alterações senil-degenerativas e anomalias anatômicas na coluna vertebral de pequenos cetáceos. **Biotemas**, v. 12, n. 4, p. 133-147, 1999.

GADAURD OLIVEIRA, A. **Ecologia comportamental de interações entre o boto-cinza *Sotalia guianensis* (Van Benédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) e embarcações no litoral paranaense.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

GEARIN, P. J., GOSHO, M. E.; LAAKE, J. L.; COOKE, L.; DELONG, R.; HUGHES, K. M. Experimental testing of acoustic alarms (pingers) to reduce bycatch of harbour porpoise, Phocoena phocoena, in the state of Washington. **Journal Cetacean Research and Management,** v. 2, p. 1-9, 2000.

GEISE, L. **Distribuição geográfica e estimativa populacional dos botos da baía de Guanabara-RJ, *Sotalia sp.*** 1984. Monografia (Bacharelado em Biologia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1984.

GEISE, L.; BOROBIA, M. New Brazilian records for Kogia, *Pontoporia, Grampus and Sotalia* (CETACEA, PHYSETERIDAE, PLATANISTIDAE, AND DELPHINIDAE). **Journal of Mammalogy,** v. 68, n. 4, p. 873-875, 1987.

GEISE, L. **Estrutura social, comportamental e populacional de *Sotalia sp.* (Gray, 1886) (Cetacea, Delphinidae) na região estuarino-lagunar de Cananéia, SP e na baía de Guanabara, RJ.** 1989. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 1989.

GEISE, L. *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Mammalia**, v. 55, p. 371-379, 1991.

GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira Biologia,** v. 59, n. 2, p. 183-194, 1999.

GERRODETTE, T. A power analysis for detecting trends. **Ecology**, v. 68, p.1364–1372, 1987.

GERRODETTE, T.; TAYLOR, B. L.; SWIFT, R.; RANKIN, S.; JARAMILLO-LEGORRETA, A. M.; ROJAS-BRACHO, L. A combined visual and acoustic estimate of 2008 abundance, and change in abundance since 1997, for the vaquita, *Phocoena sinus*. **Marine Mammal Science**, v. 27, n. 2, p. 79-100, 2011.

GERVAIS, F. L. P. Sur les mammifères marins qui fréquentent les côtes de la France et plus particulierement sur une nov elle espéce de dauphins propre a la Méditerranés. **Bulletin Société Centrale d'Agriculture et des Comices Agricoles du Département de l'Herault,** 40me année, Montpellier, p. 140-155, 1853.

GODOY, D. F.; ANDRIOLO, A.; FILLA, E. G. F. The influence of environmental variables on estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) spatial distribution and habitat used in the Estuarine Lagunar Complex of Cananéia, southeastern Brazil. **Ocean e Coastal Management,** v. 106, p. 68-76, 2015.

GOELDI, E. **Os mammiferos do Brasil.** Monografias Brasileiras, Rio de Janeiro. 1893.

GONDIM, M. A. **Ecologia comportamental do boto-cinza *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) na enseada de Tabatinga, litoral sul do Rio Grande do Norte.** 2004. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

GONZALES-VIERA, O.; MARIGO, J.; RUOPPOLO, V.; ROSAS, F. C. W.; KANAMURA, C. T.; TAKAKURA, C.; FERNÁNDEZ, A.; CATÃO-DIAS, J. L. Toxoplasmosis in a Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) from Parana, Brazil. **Veterinary parasitology**, v. 191, n. 3-4, p. 358-362. 2013.

GRAY, J. E. **Catalogue of Seals and Whales in the British Museum.** 2nd Edition, London, 1866. 402 p.

GROCH, K. R.; COLOSIO, A. C.; MARCONDES, M. C. C.; ZUCCA, D.; DIAZ-DELGADO, J.; NIEMEYER, C.; MARIGO, J.; BRANDAO, P. E.; FERNANDEZ, A.; CATAO-DIAS, J. L. Novel Cetacean Morbillivirus in Guiana Dolphin, Brazil. **Emerging Infectious Diseases,** v. 20, n. 3, p. 511-513. 2014.

GROCH, K.; DÍAZ-DELGADO, J.; SANTOS-NETO, E.; IKEDA, J.; CARVALHO, R.; OLIVEIRA, R.; GUARI, E.; FERREIRA-MACHADO, E.; SACRISTÁN, C.; KEID, L.; SOARES, R.; SOUSA, G.; OLIVEIRA, D.; AZEVEDO, A.; LAILSON-BRITO, J.; CATÃO-DIAS, J. **Pathology of Cetacean Morbillivirus and comorbidities in Guiana dolphins during 2017-2018 epidemics (Brazil).** Washington D.C.: ACVP, 2018a.

GROCH, K. R.; SANTOS-NETO, E. B.; DÍAZ-DELGADO, J.; IKEDA, J. M. P.; CARVALHO, R. R.; OLIVEIRA, R. B.; GUARI, E. B.; BISI, T. L.; AZEVEDO, A. L.; LAILSON-BRITO, J.; CATÃO-DIAS, J. L. Guiana Dolphin Unusual Mortality Event and Link to Cetacean Morbillivirus, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 24, n. 7, p. 1349-1354, 2018b.

GUILHERME-SILVEIRA, F. R.; SILVA, F. J. L. Behavioural seasonality of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis*, on the north-eastern Brazilian coast. **JMBA2- Biodiversity Records**, p. 1-5, 2007.

GUIMARÃES, J. P.; FEBRONIO, A. M. B.; VERGARA-PARENTE, J. E.; WERNECK, M. R. Lesions associated with *Halocercus brasiliensis* Lins de Almeida, 1933 in the lungs of dolphins stranded in the Northeast of Brazil. **The Journal of parasitology,** v. 101, n. 2, p. 248-251, 2015.

GURJÃO, L. M.; FURTADO NETO, M. A. A.; SANTOS, R. A.; CASCON, P. Feeding habits of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, at Ceará state, northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 2, p. 117-122, 2003.

HAMMOND, P. S.; MIZROCH, S. A.; DONOVAN, G. P. Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photo-Identification and Other Techniques to Estimate Population Paramaters. **Report of the International Whaling Commission,** Cambridge, UK, v. 15, 1990.

HARDT, F. A. S.; CREMER, M. J.; TONELLO JR, A. J.; SIMÕES-LOPES, P. C. A. Residence patterns of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in Babitonga Bay, south coast of Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 8, p. 117-121, 2010.

HARDT, F. A.; CREMER, M. J.; TONELLO, A. J.; BELLANTE, A.; BUFFA, G.; BUSCAINO, G.; MAZZOLA, S.; BARRETO. A. S.; MARTINELLI, L. A.; ZUPPI, G. M. Use of carbon and nitrogen stable isotopes to study the feeding ecology of small coastal cetacean populations in southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 90-98, 2013

HÄRKÖNEN, T. **Guide to the Otoliths of the Bony Fishes of the Northeast Atlantic.** Hellerup: Danbiu ApS, 1986.

HARVEY, J. T.; LOUGHLIN, T. R.; PEREZ, M. A.; OXMAN, D. S. **Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the Eastern North Pacific Ocean.** NOAA Technical Report NMFS, 2000. 150p.

HAVUKAINEN, L; MONTEIRO FILHO, E. L. A.; FILLA, G. F. Population density of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia region, Southeastern Brazil. **Revista de Biologia Tropical,** v. 59, n. 3, 2011.

HAYES, A. J. S. **Aspectos da actividade comportamental diurna da forma marinha do tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, Gervais, 1853 (Cetacea - delphinidae), na Praia de Iracema (Fortaleza - Ceará - Brasil).** Monografia (Licenciatura em Biologia) - Universidade de Algarve, Faro, 1998.

HEPPELL S. S; CASWELL, H; CROWDER, L .B. Life histories and elasticity patterns: pertubation analysis for species with minimal demographic data. **Ecology**, v. 81, p. 654-665, 2000.

HERMAN, D. P.; YLITALO, G. M.; ROBBINS, J.; STRALEY, J. M.; GABRIELE, C. M.; CLAPHAM, P. J.; BOYER, R. H.; TILBURY, K. L.; PEARCE, R. W.; KRAHN, M. M. Age determination of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, through blubber fatty acid compositions of biopsy samples. **Marine Ecology Progress Series**, v. 392, p. 277–293, 2009.

HOBSON, K. A.; FISK, A.; KARNOVSKY, N.; HOLST, M.; GAGNON, J. M.; FORTIER, M. A stable isotope (δ13C, δ15N) model for the North Water food web: implications for evaluating trophodynamics and the flow of energy and contaminants. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography,** v. 49, p. 5131-5150, 2002.

HOELZEL, A. R. Genetic structure of cetacean populations in sympatry, parapatry, and mixed assemblages: implications for conservation policy. **The Journal of Heredity,** v. 89, p. 451-458, 1998.

HOHN, A. A. Age estimation. In: PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (eds.). **Encyclopedia of marine mammals.** 2nd edition. Amsterdam: Academic Press, 2009. p. 11-17.

HOHN, A. A. Reading between the lines: Analysis of age estimation in dolphins. In: REEVES, R.; LEATHERWOOD, S. (eds.). **The bottlenose dolphin.** Academic Press, 1990. p. 575-586.

HOLLATZ, C., FLACH, L.; BAKER, C. S.; SANTOS, F. R. Microsatellite data reveal fine genetic structure in male Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in two geographically close embayments at south-eastern coast of Brazil. **Marine Biology,** v. 158, p. 927–933, 2011.

HUSSON, A. M. **The Mammals of Suriname.** Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Zool. Monogr. No. 2, E. J. Brill, Leiden, 569 p, 1878.

IBAMA. **Protocolo de Conduta para Encalhes de Mamíferos Aquáticos – Rede de Encalhes de Mamíferos Aquáticos do Nordeste**. Recife: IBAMA. 2005.

ICMBIO. **Plano de ação nacional para a conservação dos mamíferos aquáticos: pequenos cetáceos.** Brasília: ICMBio/MMA, 2011.

IÑIGUEZ, A. M.; SANTOS, C. P.; VICENTE, A. C. P. (2001. Genetic characterization of *Anisakis typica* and *Anisakis physeteris* from marine mammals and fish from the Atlantic Ocean off Brazil. **Veterinary Parasitology,** v. 165, n. 3-4, p. 350-356, 2009.

IWC. Report of the Meeting on Smaller Cetaceans Montreal, April I-II, 1974. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 32, n. 7, 1975.

IZIDORO, F. B.; LE PENDU, Y. Estuarine dolphins (Sotalia guianensis, Cetacea, Delphinidae) play at Porto de Ilheus harbor, Bahia, Brazil. **Panamerican Journal of Aquatic Sciences,** v. 7, p. 27-36, 2012.

IZIDORO, F. B.; LE PENDU, Y. Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) (Van Bénéden, 1864) (Cetacea: Delphinidae) in Porto de Ilhéus, Brazil: group characterization and response to ships. **North-Western Journal of Zoology,** v. 8, n. 2, p.10, 2012.

JEPSON, P. D.; BAKER, J. R. Bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) as a possible cause of acute traumatic injuries in porpoises (*Phocoena phocoena*). **The Veterinary Record**, v. 143, p. 614-615, 1998.

JESUS, A. H. **Perfil compartamental do boto cinza, *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853), (Delphinidae, Cetacea), no litoral sul do Rio Grande do Norte, Brasil.** 2004. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

JESUS, A. H.; FARIAS, K. L. M.; SANTOS, E. A. P.; SILVA, E. M.; SOBRAL, I. S.; OLIVEIRA, M. A.; DONALD, R. D. M. Análises preliminares de ocorrência do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no litoral sul de Sergipe, Brasil. In : XX ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 2002, Natal. **Anais...**Natal, 2002.

JESUS, A. H.; MEDEIROS, P. I. A. P.; SILVA, F. J. L. **Boto-cinza *Sotalia guianensis*: Pesquisa e Conservação no Nordeste do Brasil - I Workshop do Nordeste: pesquisa e conservação de *Sotalia guianensis*.** Mossoró: Editora da UERN, 2008.

JOLLY, G. M. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration - stochastic model. **Biometrika**, v. 52, p. 225-247, 1965.

KAJIWARA, N.; MATSUOKA, S.; IWATA, H.; TANABE, S.; ROSAS, F. C. W.; FILLMANN, G.; READMAN, J. W. Contamination by persistent organochlorines in cetaceans incidentally caught along Brazilian coastal waters. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology,** v. 46, p. 124–134, 2004.

KAMMINGA, C.; VAN HOVE, M. T.; ENGELSMA, F. J.; TERRY, R. P. Investigations on cetacean sonar X: A comparative analysis of underwater echolocation clicks of Inia spp. and *Sotalia spp*. **Aquatic Mammals,** v. 19, p. 31-43, 1993.

KEESING, F.; BELDEN, L. K.; DASZAK, P.; DOBSON, A.; HARVELL, C. D.; HOLT, R. D.; HUDSON, P.; JOLLES, A.; JONES, K. E.; MITCHELL, C. E.; MYERS, S. S.; BOGICH, T.; OSTFELD, R. S. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. **Nature**, v. 468, p. 647-652, 2010.

KEHRIG, H. A.; SEIXAS, T. G.; MALM, O.; DI BENEDITTO, A. P. M.; REZENDE, C. E. Mercury and selenium biomagnification in a Brazilian coastal food web using nitrogen stable isotope analysis: a case study in an area under the influence of the Paraiba do Sul River plume. **Marine Pollution Bulletin,** v. 75, p. 283–290, 2013.

KEHRIG, H. A.; SEIXAS, T. G.; PALERMO, E. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, C. M. M.; MALM, O. Different Species of Mercury in the Livers of Tropical Dolphins. **Analytical Letters,** v. 41, p. 1690–1698, 2008.

KEHRIG, H. A.; HAUSER-DAVIS, R. A.; SEIXAS, T. G.; PINHEIRO, A. B.; DI BENEDITTO, A. P. M. Mercury species, selenium, metallothioneins and glutathione in two dolphins from the southeastern Brazilian coast: mercury detoxification and physiological differences in diving capacity. **Environmental Pollution,** v. 213, 785-792, 2016.

KLEVEZAL, G. A. **Recording structures of mammals: determination of age and reconstruction of life history.** Rotterdam: Balkema Publish House, 1996.

KOMPANJE, E. J. O. Considerations on the comparative pathology of the vertebrae in Mysticeti and Odontoceti; evidence for the occurrence of *discarthrosis, zygarthrosis, infectious spondylitis and spondyloarthritis*. **Zoologische Mededeelingen Leiden,** v. 75, p. 99-130, 1999.

KORN, M. G. A.; SANTOS, G. L. D.; ROSA, S. M.; TEIXEIRA, L. S. G.; OLIVEIRA, P. V. D. Determination of cadmium and lead in cetacean Delphinidae tissue from the coast of Bahia state in Brazil by GFAAS. **Microchemical Journal,** v. 96, p. 12–16, 2010.

KRAUS, S.; READ, A.; ANDERSON, E.; BALDWIN, K.; SOLOW, A.; SPRADLIN, T.; WILLIAMSON, J. Acoustic alarms reduce incidental mortality of porpoises in gill nets. **Nature,** v. 388, n. 525, 1997.

KULEVICZ, T. L. **Caracterização dos assobios de *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na Baía da Babitonga em São Francisco do Sul.** 2005. Monografia (Bacharelado em Biologia Marinha) - Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2005.

KUNITO, T.; NAKAMURA, S.; IKEMOTO, T.; ANAN, Y.; KUBOTA, R.; TANABE, S.; ROSAS, F. C. W.; FILLMANN, G.; READMAN, J. W. Concentration and subcellular distribution of trace elements in liver of small cetaceans incidentally caught along the Brazilian coast. **Marine Pollution Bulletin,** v. 49, p. 574-587, 2004.

LAETA, M.; SOUZA, S. M. F. M.; SICILIANO, S.. Anomalias ósseas congênitas em *Sotalia guianensis* (Mammalia, Cetacea, Delphinidae) da costa centro-norte do estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira,** v. 30, n. 6, p. 484-490, 2010a

LAETA, M.; SOUZA, S. M. F. M.; SICILIANO, S. Cervical ribs and cleft arches in Brazilian *Sotalia guianensis*: contribution to comparative studies of skeletal morphology in northern and southeastern specimens. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 8, n. 1-2, p. 151-165, 2010b..

LAILSON-BRITO, J. JR.; CRUZ, R.; DORNELES, P. R.; ANDRADE, L.; AZEVEDO, A. F.; FRAGOSO, A. B.; VIDAL, L. G.; COSTA, M. B.; BISI, T. L.; ALMEIDA, R.; CARVALHO, D. P.; BASTOS, W. R.; MALM, O Mercury-Selenium Relationships in Liver of Guiana Dolphin: The Possible Role of Kupffer Cells in the Detoxification Process by Tiemannite Formation. **Plos One,** v. 7, n. 7 p.1-10, 2012.

LAILSON-BRITO, J. JR.; KEHRIG, H. A.; MALM, O. Mercúrio total nos tecidos do boto-cinza, Sotalia fluviatilis (Cetacea, Delphinidae), da Baia de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. In: PREGO, R.; SANTOS, T. R.; PANTELEITCHOUK, A.; DUARTE, A. (eds.) **Estudos Sobre Contaminação Ambiental Na Península Ibérica.** Viseu: Instituto Piaget, 2002. p. 291-300.

LAILSON-BRITO, J.; DORNELES, P. R.; AZEVEDO-SILVA, C. E.; AZEVEDO, A. F.; VIDAL, L. G.; ZANELATTO, R. C.; LOZINSKI, C. P. C.; AZEREDO, A.; FRAGOSO, A. B. L.; CUNHA, H. A.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. High organochlorine accumulation in blubber of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, from Brazilian coast and its use to establish geographical differences among populations. **Environmental Pollution**, v. 158, p.1800–1808, 2010.

LAIST, D. W. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin,** v. 18, p. 319-326, 1987.

LAVANDIER, R.; ARÊAS, J.; DIAS, P. S.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R.; MOURA, J. F.; QUINETE, N.; SICILIANO, S.; MOREIRA, I. An assessment of PCB and PBDE contamination in two tropical dolphin species from the Southeastern Brazilian coast. **Marine Pollution Bulletin,** v. 101, p. 947-953, 2015.

LEÃO, D. T; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; SILVA, F. J. L. Acoustic parameters of sounds emitted by Sotalia guianensis: dialects or acoustic plasticity. **Journal of Mammalogy,** v. 97, n. 2, p. 611-618, 2016.

LEÃO-MARTINS, D. T.; ROSSI-SANTOS, M. R.; SILVA, F. J. L. Effects of anthropogenic noise on the acoustic behaviour of Sotalia guianensis (Van Bénéden, 1864) in Pipa, North-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 98, n. 2, p. 215-222, 2018.

LEBRETON, J. D.; BURNHAM, K. P.; CLOBERT, J.; ANDERSON, D. R. Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. **Ecological Monographs,** v. 62, p. 67-118, 1992.

LEGER, J. S.; RAVERTY, S.; MENA, A. Cetacea. In: TERIO, K. A.; MCALOOSE, D.LEGER, J. S. (eds.). **Pathology of wildlife and zoo animals.** Elsevier, 2018, p. 534-568.

LEMOS, L. L.; DE MOURA, J. F.; HAUSER-DAVIS, R. A.; CAMPOS, R. C.; SICILIANO, S. Small cetaceans found stranded or accidentally captured in southeastern Brazil: Bioindicators of essential and non-essential trace elements in the environment. **Ecotoxicology and Environmental Safety,** v. 97, p. 166–175, 2013.

LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. **The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins.** San Francisco: Sierra Club Books, 1983. 302 p.

LEWIS, R.; O'CONNELL, T. C. O.; LEWIS, M.; CAMPAGNA, C.; HOELZEL, A. R. Sex-specific foraging strategies and resource partitioning in the southern elephant seal (*Mirounga leonina*). **Proceedings of Biological Sciences,** v. 273, p. 2901-2907, 2006.

LEWISON, A, R. L.; CROWDERB, L. B.; WALLACEC, B. P.; MOORED, J. E.; COXE, T.; ZYDELISF, R.; MCDONALDG, S.; DIMATTEOH, A.; DUNNI, D. C.; KOTI, C. Y.; BJORKLANDJ, R.; KELEZK, S.; SOYKANL, C.; STEWARTD, K. R.; SIMSN, M.; BOUSTANYG, A.; READI, A. J.; HALPING, P.; NICHOLSO, W. J.; SAFINAP, C. Global patterns of marine mammal, seabird, and sea turtle bycatch reveal taxa-specific and cumulative megafauna hotspots. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States American,** v. 111, n. 14, p. 5271-5276, 2014.

LIMA, A.; LE PENDU, Y. Evidence for signature whistles in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, northeastern Brazil. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 136, p. 3178-3185, 2014.

LIMA, M. S. **Uso de habitat e comportamento do boto cinza, *Sotalia guianensis* em uma zona estuarina no estado de Sergipe, nordeste do Brasil.** 2010. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

LOCH, C.; GRANDO, L. J.; KIESER, J. A.; SIMOES-LOPES, P. C. Dental pathology in dolphins (Cetacea: Delphinidae) from the southern coast of Brazil. **Diseases of Aquatic Organisms,** v. 94, n. 3, p. 225-234, 2011.

LOCH, C.; GRANDO, L. J.; MAISTRO, A. P. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Play it again: the use of video records in behavioural studies with small cetaceans. **Acta Ethologica,** v. 17, p. 113-117, 2013.

LOCKYER, C., SMELLIE, C. G.; GOODALL, R. N. P.; CAMERON, I. S. Examination of teeth of Commerson's dolphin. **Journal of Zoology,** v.195, p. 123–131, 1981.

LODI, L. **Uso do hábitat e preferências do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Paraty, Rio de Janeiro.** 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.

LODI, L. Tamanho e composição de grupos dos botos-cinza *Sotalia guianensis* (van Bénéden, 1864) (Cetacea, delphinidae), na Baía de Paraty, RJ, Brasil. **Atlântica**, v. 25, p. 135-146, 2003a.

LODI, L. Seleção e uso do hábitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baia de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Bioikos**, v. 17, p. 5-20, 2003b.

LODI, L.; CAPISTRANO, L. Capturas acidentais de pequenos cetáceos no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. **Biotemas,** v. 3, n. 1, p. 47-65, 1990.

LODI, L.; HETZEL, B. Grandes agregações do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Revista Bioikos,** v. 12, n. 2, p. 26-30, 1998.

LODI, L.; HETZEL, B. Cleptoparasitismo entre fragatas (*Fregata magnificens*) e os botos-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Biociências**, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2000.

LONDOÑO, C. M. R. **Caracterização da mortalidade de cetáceos no litoral do estado do paraná esua relação com a pesca.** 2010. 70f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2010.

LOPES, X. M.; DA SILVA, E.; BASSOI, M.; SANTOS, R. A.; SANTOS, M. C. O. Feeding habits of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, from south-eastern Brazil: new items and a knowledge review. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 92, p. 1723-1733, 2012.

LOUZADA, C. N.; MAISTRO, A. P. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Play it again: the use of video records in behavioural studies with small cetaceans. **Acta Ethologica,** v. 17, p. 113-117, 2013.

LUNARDI, D. G.; FERREIRA, R. G. Fission-fusion dynamics of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) groups at Pipa Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. **Marine Mammal Science,** v. 30, 2014.

MAGALHÃES, F. A.; TOSI, C. H.; GARRI, R. G.; CHELLAPPA, S.; SILVA, F. L. Cetacean diversity on the Parnaiba Delta, Maranhão state, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology,** v. 68, n. 3, p. 545-551, 2008

MAMEDE, N. S. **Caracterização espaço-temporal da população de boto-cinza, *Sotalia guianensis* Van Bénéden, 1864 (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Benevente, Espírito Santo, e implicações para a conservação.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

MAREGA-IMAMURA, M.; CARVALHO, G. H.; LE PENDU, Y.; SILVA, P. S.; SCHIAVETTI, A. Behavioral responses of *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) to boat approaches in northeast Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, n. 2, p. 268-279, 2018.

MARIGO, J.; ROSAS, F. C. W.; ANDRADE, A. L. V. Intestinal parasites of *Sotalia fluviatilis guianensis* and *Pontoporia blainvillei* from the states of São Paulo and Paraná, Brazil. In: XIII BIENNIAL CONFERENCE ON THE BIOLOGY OF MARINE MAMMALS, 1999, Maui, **Anais...**, Maui, 1999.

MARIGO, J.; ANDRADE, A. L. V.; OLIVEIRA, M. R.; ROSAS, F. C. W. Parasitos estomacais de *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) do litoral do Paraná, Brasil. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PATOLOGIA VETERINÁRIA, PIRASSUNUNGA, 2001, Pirassununga, **Anais...**, Pirassununga, 2001.

MARIGO, J.; CUNHA, H. A.; FLACH, L.; AZEVEDO, A. F.; BRITO-JR, J. L. First report of a *Schistosomus reflexus*-like congenital defect in a cetacean: two cases in *Sotalia guianensis*. In: XIV REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL (RT) E 8º CONGRESSO DA SOCIEDADE LATINOAMERICANA DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS (SOLAMAC), 2010, Florianópolis, **Anais...**, Florianópolis, 2010.

MARIGO, J.; RUOPPOLO, V.; ROSAS, F. C. W.; VALENTE, A. L. S.; OLIVEIRA, M. R.; DIAS, R. A.; CATÃO-DIAS, J. L. Helminths of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) from the south and southeastern coasts of Brazil. **Journal of wildlife diseases,** v. 46, n. 2, p. 599-602, 2010.

MARIGO, J.; PINTO, N. S.; SIMÕES-LOPES, P. C.; FLACH, L.; AZEVEDO, A. F.; LAILSON-BRITO, J. JR. Case report of flipper anatomic anomaly of *Sotalia guianensis* from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro. **The Anatomical Record (Hoboken, N.J.: 2007),** v. 296, p. 1016-1018, 2013..

MARTINS, D. T. L. **Caracterização do repertório acústico do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, e impacto de embarcações no nordeste do Brasil**. 2010. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

MARTINS, D. T. L; ROSSI-SANTOS, M. R.; SILVA, F. J. L.. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 98, n. 2, p. 215-222, 2018.

MAY-COLLADO, L. J.; WARTZOK, D. A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: the importance of broadband recording systems. **Journal of the Acoustical Society of America,** v. 125, p. 1202-13, 2009.

MEDEIROS, P. I. A. P. **Encalhes de cetáceos ocorridos no período de 1984 a 2005 no litoral do Rio Grande do Norte, Brasil.** 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006

MEIRELLES, A. C. O. **Aspectos da ecologia comportamental do boto cinza, *Sotalia guianensis* Van Bénéden, 1864 (Mammalia, Cetacea, Delphinidae), na praia de Iracema, Fortaleza-CE.** 2005. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

MEIRELES, A. C. O.; RIBEIRO, A. C.; SILVA, C. P. N.; SOARES FILHO, A. A. Records of Guiana Dolphin, *Sotalia guianensis*, in the State of Ceará, Northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 8, p. 97-102, 2010.

MEIRELLES, A. C. O. **Ecologia populacional e comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864), na enseada do Mucuripe, Fortaleza, estado do Ceará**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

MEIRELLES, A. C. O., CHOI-LIMA, K. F., UMEZAKI, J., CLARO, P. P., SANTOS, H. F., ABESSA, D. M. S., SOUSA-LIMA, R. S., WEDEKIN, L. L. Distribution of West Indian Manatee and overlap with human activities in an estuary of Northeastern Brazil: Implications for Conservation and Management. In: 17 REUNIÓN DE TRABAJO DE ESPECIALISTAS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMÉRICA DEL SUR, 2016, Valparaiso. **Anais ...,** Valparaíso, 2016.

MEIRELLES, A. C. O.; CARVALHO, V. L. **Peixe-boi marinho: Biologia e Conservação no Brasil.** 1.ed. São Paulo: Bambu Editora e Artes Gráficas, 2016. 176 p.

MELLO, A. B.; MOLINA, J. M. B.; KAJIN, M.; SANTOS, M. C. O. Abundance estimates of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis* van Beneden, 1864) inhabiting na estuarine system in southeastern Brazil. **Aquatic Mammals,** v. 45, n. 1, p. 56-65, 2019.

MELO, O. P.; RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITTO, A. P. M. Helminths os the marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea: Delphinidae), in nothern Rio de Janeiro. **Brazilian Archives of Biology anda Technology,** v. 49, n. 1, p. 145-148, 2006.

MELO, C. L. C. **Aspectos ecológicos da alimentação do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro: comparações intra e interespecíficas.** 2010. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MELO, D. M. **Ecologia populacional de Sotalia guianensis no complexo estuarino de Canavieiras – Bahia, Brasil.** 2018. Dissertação (Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2018.

MELO, T. H. M.; PORTO, M.; SCHIAVETTI, M. B. M. P.; CAMPIOLO, S.; SCHIAVETTI, A. Legislação e prática para a conservação de cetáceos no Brasil com ênfase em atividades de turismo de observação. **Revista de Direito Ambiental,** v. 69, p. 1-10, 2013.

MENEZES, M. E.; SIMÕES-LOPES, P. C. Osteologia e morfologia da aleta peitoral da forma marinha de *Sotalia fluviatilis* (Cetacea-Delphinidae) no litoral do Brasil. **Estudos de Biologia,** v. 4, n. 40, p. 23-31, 1996.

MICHENER, R. H.; KAUFMAN, L. Stable isotope ratios as tracers in marine food webs: an update. In: MICHENER, R. H.; LAJTHA, K. (eds.). **Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 2007. p. 238-282.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA n°9, de 23 de janeiro de 2007. **Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília. Série Biodiversidade.** 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA No. 444 de 17 de dezembro de 2014. **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção.** Brasília: MMA, 2014.

MIRANDA, A. V. **Estimativa de densidade e tamanho populacional de botos-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864) no complexo estuarino de Paranaguá, Paraná.** 2017. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná, Pontal do Sul, 2017.

MOLINA, J. M. B. **Uso de área pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis*, no estuário de Canaréia.** 2017. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MONCÔRVO, G. M.; PEREIRA, A.; AROUCHA, E. C.; QUEIROZ, E. L. Estudos preliminares da dieta alimentar do boto (*Sotalia fluviatilis,* Gervais, 1853), Cetacea, Delphindae, no litoral da Bahia. In: 8 REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL E 2º CONGRESSO DA SOCIEDADE LATINO AMERICANA DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS, 1998, Olinda. **Anais...**Olinda, 1998, p. 132.

MONTEIRO, M. S.; SOUTO, A. NASCIMENTO, L. F. Comparações entre o comportamento de forrageio nas diferentes faixas etárias de boto cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) na Praia da Pipa, RN, Brasil. **Revista de Etologia,** v. 8, n. 1, p. 29-37, 1992.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Observações sobre algumas espécies de golfinhos do litoral do Estado de São Paulo. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 1984. **Anais...**1984, p. 396-397.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Accidental Catch of Sotalia Brasiliensis In Southest Brazil. In: IWC SYMPOSIUM ON MORTALITY OF CETACEANS IN PASSIVE FISHING NETS AND TRAPS., 1990, La Jolla. **Anais...** La Jolla, 1990. p. 29.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A . Pesca associada entre golfinhos e aves marinhas. **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 9 n. 1/2, p. 29-37, 1992.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Pesca interativa entre o golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* e a comunidade pesqueira da região de Cananéia. **Boletim do Instituto de Pesca,** v. 22, n. 2, p. 15-23. 1995.

MONTEIRO-FIlHO, E. L. A. Group organization in the dolphin *Sotalia guianensis* in an estuary of southeastern Brazil. **Ciência e Cultura,** v. 52, n. 2, p. 97-101, 2000.

MONTEIRO-FIlHO, E. L. A.; BONIN, C. A.; RAUTENBERG, M. Interações interespecíficas dos mamíferos marinhos da região de Guaratuba, litoral sul do estado do Paraná. **Biotemas**, v. 12, n. 1, p. 119-132, 1999.

MONTEIRO-FIlHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. Low frequency sounds emitted by *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in an estuarine region in southeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology,** v. 79, n. 1, p. 59-66, 2001.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, L. R.; REIS, S. F. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: a tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy,** v. 83, p. 125-134, 2002.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. **Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza.** São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2008.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; NETO, M. M. S.; DOMIT, C. Comportamento de infantes. In: MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. (eds). **Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza.** São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2008. p. 127-138.

MONTEIRO-NETO, C.; ALVES-JÚNIOR, T. T.; ÁVILA, F. J. C.; CAMPOS, A. A.; COSTA, A. F.; SILVA, C. P. N.; FURTADO NETO, M. A. A. Impact of fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis)* and roughtoothed dolphin (*Steno bredanensis*) populations off Ceará State, northeastern Brazil. **Aquatic Mammals,** v. 26, n. 1, p. 49-56, 2000.

MONTEIRO-NETO, C.; ITAVO, R. V.; MORAES, L. E. S. Concentrations of heavy metals in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) off the coast of Ceará, northeast Brazil. **Environmental Pollution,** v. 123, p. 319–324, 2003.

MONTEIRO-NETO, C.; AVILA, F. J. C.; ALVES, JR., T. T.; ARAUJO, D. S.; CAMPOS, A. A.; MARTINS, A. M. A.; PARENTE, C. L.; FURTADO-NETO, M. A. A.; LIEN, J. Behavioral responses of *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) to acoustic pingers, Fortaleza, Brazil. **Marine Mammal Science,** v. 20, n.1, p.145-151. 2004.

MORAIS. G. S. **Influência do turismo sobre o comportamento do Sotalia guianensis (ván Bénéden, 1864) no Complexo Estuarino de Cananéia, Brasil.** 2019. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

MORITZ, C. Defining "Evolutionarily Significant Units" for conservation. **TREE**, v. 9 n. 10, p. 373-375, 1994.

MORON, J.; LOPES, N. P.; REIS, S. S.; MAMEDE, N.; REIS, S. S.; TOLEDO, G.; CORSO, G.; SOUSA-LIMA, R. S.; ANDRIOLO, A. Whistle variability of Guiana dolphins in South America: Latitudinal variation or acoustic adaptation? **Marine Mammal Science,** v. 35, n. 3, p. 843-874. 2018.

MOTTA, M. R. A. **Avaliação Macroscópica e Histopatológica de Cetáceos Encalhados no Litoral do Ceará.** 2006. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006.

MOURA, S. **Uso do habitat pelo boto-cinza (Sotalia guianensis) no entorno de unidades de conservação no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, sul do Brasil.** 2017. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná, Pontal do Sul, 2017.

MURPHY, S.; PINN, E. H.; JEPSON, P. D. The short – beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the northeast Atlantic: distribution, ecology, management and conservation status. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review,** v. 51, p. 193-280, 2013.

MUTZENBECHER, L.; SAVIOLLI, J. Y.; SANTANA, F.;BRUNO FILHO, P. L.; ALBALADEJO, M. C.; BARBOSA, C. B.; TANK, N.; PERSINOTTO, V. O.; SIQUEIRA, R. D.; FERNANDES, A.; GALLO NETO, H. Processo de reabilitação de um individuo de *Sotalia guianensis* com diagnóstico de morbiliviróse em São Sebastião - relato de caso. In: 4º CONGRESSO LATINO AMERICANO DE REABILITAÇÃO DE FAUNA MARINHA, 2018, Florianópolis. **Anais...,** Florianópolis, 2018, p. 47-49.

NASCIMENTO, L. F.; MEDEIROS, P. I. A.; YAMAMOTO, M. E. Descrição do comportamento de superfície do boto-cinza, *Sotalia guianensis,* na praia de Pipa-RN. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 21, p.509-517, 2008. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Cutitiba, 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO. 2005. **World Network of Biosphere Reserves: SC/EES.** Marrakesh, Morocco. The MAB Program. 19p.

OSHIMA, J. E. F.; SANTOS, M. C. O.; BAZZALO, M.; FLORES, P. A. C.; PUPIM, F. N. Home ranges of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Canaréia estuary, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association,** v. 90, p. 1641-1647, 2010.

OSHIMA, J. E. F.; SANTOS, M. C. O. Guiana dolphin home range analysis based on 11 years of photo-identification research in a tropical estuary. **Journal of Mammalogy,** v. 97, p. 599-610, 2016.

NISHIWAKI, M.; YAGI, T. On the age and the growth of teeth in a dolphin (*Prodelphinus caeruleo-albus*). **The Scientific Reports of the Whales Research Institute,** v. 8, p. 133-146, 1953.

NORTHRIDGE, S. P. An updated world review of interactions between marine mammals and fisheries. **FAO Fisheries Technical Paper,** v. 251, suppl. 1, 1991.

NOWACEK, D. P.; THORNE, L. H.; JOHNSTON, D. W.; TYACK, P. L. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. **Mammal Review,** v. 37, n. 2, p. 81–115, 2007.

NOWACEK, S. M.; WELLS. R. S.; SOLOW, A. R. Short-Term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. **Marine Mammal Science,** v. 17, n. 4, p. 673-688, 2001.

NUNES, E. S.; CARVALHO, G.; SILVA, M. N. Reações comportamentais de *Sotalia guianensis*, (boto-cinza), durante encontro com embarcações no Estuário do Rio Sergipe e Foz do Rio Poxim, Aracaju, Sergipe. **Cadernos de Graduação - Ciências biológicas e da saúde Unit,** v. 2, n. 1, p. 111-129, 2014.

O'HARA, T. M.; HART, L. Environmental toxicology. In: GULLAND, F.M.D.; DIERAUF, L.A.; WHITMAN, K.L(eds.). **CRC Handbook of Marine Mammal Medicine. Third Edition.** Boca Raton: CRC Press, 2008. p. 297-318.

OLIVEIRA, J. A.; ÁVILA, F. J. C.; JÚNIOR, T. T. A.; FURTADO-NETO, M. A. A.; MONTEIRO-NETO, C. Monitoramento do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) em Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar,** v. 29, n. 1-2, p. 28-35, 1995.

OLIVEIRA, L. V.; MONTEIRO-FIlHO, E. L. A. Individual identification and habitat use of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Cananéia, south-eastern Brazil, using video images. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 66, p. 1199-1205, 2008.

OLIVEIRA, M. R. **Ecologia alimentar de *Sotalia fluviatilis* e *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Delphinidae e Pontoporidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná.**

OTT, P. H.; SECCHI, E. R.; MORENO, I. B.; DANILEWICZ, D.; CRESPO, E. A.; BORDINO, P.; RAMOS, R.; DI BENEDITTO, A. P.; BERTOZZI, C. P.; BASTIDA, R.; ZANELATTO, R.; PEREZ, J. E.; KINAS, P. G. Report of the working group on fishery interactions. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 1, n. 1, p. 55-64, 2002.

OUGO, G. **Ecologia Alimentar do boto Cinza, Sotalia guianensis (Van Bénéden, 1864) (Cetartiodactyla, Delphinidae), no Litoral do estado do Paraná.** 2012. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) – Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2012.

PAIS, F. S.; CARDOSO, R. P.; ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; SILVA, F. J. L.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; LEÃO, D. T. M. **Anthropogenic Noise and Guiana Dolphins (Sotalia guianensis) in Brazil: Ecological and Conservation Concerns.** In: ROSSI-SANTOS, M. R.; FINKL, C. W. (eds.). Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America. Springer International Publishing, 2018. p. 321-367.

PAITACH, R. L. **Ecologia alimentar e espacial da toninha (*Pontoporia blainvillei*) e do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baia da Babitonga, sul do Brasil.** 2015. 142f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PALMER T. S. Index generum mammalium: a list of the genera and families of mammals. **North American Fauna,** v. 23, 1904.

PANSARD, K. C. A.; GURGEL, H. C. B.; ANDRADE, L. C. A.; YAMAMOTO, M. E. Feeding ecology of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Rio Grande do Norte, Brazil. **Marine Mammal Science,** v. 27, p. 673-687, 2011.

PARENTE, C. L.; LIMA, R. P.; VERGARA-PARENTE, J. E. Ocorrência e comportamento de um boto-cinza, *Sotalia guianensis,* solitário no nordeste do Brasil: quando considerar um encalhe? **Arquivos de Ciências do Mar,** v. 39, p. 74-80, 2006.

PARO, A. D. **Caracterização do repertório sonoro produzido pelo Boto-Cinza, *Sotalia guianensis*, na Baía Norte, Santa Catarina.** 2005. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PARO, A. D. **Estimativa populacional e uso do habitat do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no litoral sul do Rio Grande do Norte.** 2010. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

PENIN-GARCIA, F. C. **Caracterização do repertório sonoro da população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) da região do estuário do rio Caravelas, Bahia, Brasil.** 2009. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

PEREIRA, C. S.; AMORIM, S. D.; SANTOS, A. F.; SICILIANO, S.; MORENO, I. M.; OTT, P. H.; RODRIGUES, D. P. *Vibrio* spp. isolados de mamíferos marinhos capturados na região litorânea do sudeste ao sul do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira,** v. 27, p. 81-83, 2007.

PEREIRA, C. S.; AMORIM, S. D.; SANTOS, A. F. D. M.; SICILIANO, S.; MORENO, I. B.; OTT, P. H.; RODRIGUES, D. D. P. *Plesiomonas shigelloides* and Aeromonadaceae family pathogens isolated from marine mammals of Southern and Southeastern Brazilian coast. **Brazilian Journal of Microbiology,** v. 39, n. 4, p. 749-755, 2008.

PEREIRA, M. G.; BAZZALO, M.; FLORES, P. A. C. Reações comportamentais na superfície de *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) durante encontros com embarcações na Baía Norte de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zoociências,** v. 9, n. 2, p. 123-135, 2007.

PEREIRA, A. C. C. **Monitoramento de encalhes e levantamento histórico da diversidade de cetáceos (*Cetartiodactyla*) na Paraíba: 1981 – 2017.** 2017. 54f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

PERRIN, W. F.; MYRICK, A. C. Age determination of toothed whales and sirenians. **Reports of the International Whaling Commission,** special Issue, n. 3, 1980.

PERRIN, W.; REILLY, S. Reproductive Parameters of Dolphins and Small Whales of the Family Delphinidae. **Reports of the International Whaling Commission,** special Issue, n. 6, p. 97-133, 1984.

PIACENTINI, V. Q. **Associação de pesca entre aves marinhas e o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, (Cetacea: Delphinidae) na Baía Norte de Santa Catarina, sul do Brasil.** 2003. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

PINELA, A. M.; BORRELL, A.; CARDONA, L.; AGUILAR, A. Stable isotope analysis reveals habitat partitioning among marine mammals off the NW African coast and unique trophic niches for two globally threatened species. **Marine Ecology Progress Series,** v. 416, p. 295-306, 2010.

PINHEIRO, F. C. F. **Padrões de uso de habitat do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na região da foz do rio Doce, costa norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

PIVARI, D.; ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. **Journal of the Acoustical Society of America,** v. 118, n. 4, p. 2725-2731, 2005.

PIZZORNO, J. L. P. **Estimativa populacional do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis*, na Baía de Guanabara, por meio de catálogo de foto-identificação.** 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

PODOS, J.; DA SILVA, V. M. F.; ROSSI-SANTOS, M. R. Vocalizations of Amazon River Dolphins, Inia geoffrensis: Insights into the Evolutionary Origins of Delphinid Whistles. **Ethology,** v. 108, p. 601-612, 2002.

PRZBYLSKI, C. B.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Interações entre pescadores e mamíferos marinhos no litoral do Estado do Paraná. **Biotemas,** v. 14, n. 2, p. 141-156, 2001.

PULLIAM, H. R. On the relationship between niche and distribution. **Ecology Letters,** v. 3, p. 349- 361, 2000.

QUINETE, N.; LAVANDIER, R.; DIAS, P.; MONTONE, R.; MOREIRA, I. Specific profiles of polybrominated diphenylethers (PBDEs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in fish and tucuxi dolphins from the estuary of Paraíba do Sul River, Southeastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin,** v. 62, n. 2, p. 440-446, 2011.

RAGA, J. A.; FERNANDEZ, M.; BALBUENA, J. A.; AZNAR, F. J. Parasites. In: WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, K. M. (eds.). **Encyclopedia of Marine Mammals.** Third Edition. Amsterdan: Academic Press, 2018. p. 678-686.

RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; LIMA, N. R. W. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Aquatic Mammals,** v. 26, p. 65–75, 2000.

RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, S. M. D. Bone lesions in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) as a consequence of entanglement: Case report. Brazilian **Journal of Veterinary Research and Animal Science,** v. 38, n. 4, p. 192-195, 2001.

RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SICILIANO, S.; SANTOS, M. C. O.; ZERBINI, A. N.; VICENTE, A. F. C.; ZAMPIROLLI, E.; ALVARENGA, F. S.; FRAGOSO, A. B.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F.; BARBOSA, L.; LIMA, N. R. W. Morphology of the Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) off Southeastern Brazil: growth and geographic variation. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 8, n. 1-2, p. 137-149, 2010.

RANDI, M. A. F.; RASSOLIN, P.; ROSAS, F. C. W., MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Padrão de cor da pele. In: MONTEIRO-FILHO, E. L. A., MONTEIRO, K. D. K. A. (eds). **Biologia, ecologia e conservação do boto-cinza.** Paginas e Letras Editora e Gráfica LTDA, 2008. p. 11-16.

RAUTENBERG, M.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Cuidado parental, In: MONTEIRO-FILHO, E.L.A; MONTEIRO, K.D.K.A. (eds). **Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza.** São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2008.p. 139-156.

READ, A. J. Development of conservation strategies to mitigate the bycatch of harbor porpoises in the Gulf of Maine. **Endangered Species Research,** v. 20, p. 235-250, 2013.

REEVES, R. R.; McCLELLAN, K., WERNER, T. B. Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011. **Endangered Species Research,** v. 20, p. 71-97, 2013.

REIS, M. S. S. **O boto *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no litoral de Ilhéus, Bahia: Comportamento e interações com as atividades pesqueiras.** 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2002.

REIS, M. S. S.; QUEIROZ, E. L. Observações, distribuição e capturas acidentais de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) na Baia de Todos os Santos, Bahia, Brasil. In: V REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 1992, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 1992, p. 54.

REIS, M. S. S.; SPINOLA, J. L.; BATISTA, R. N.; FOESTER, T.; BAUER, L. M.; FERNANDES, L. C. Comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis,* na Barra do Paraguaçú, Bahia. In: ROSSI-SANTOS, M.R.; REIS, M.S.S. (eds.) **II Wokshop do Nordeste: Pesquisa e Conservação de *Sotalia guianensis*.** Ilhéus: Editus, 2008, p. 235-240.

REIS, S. S. **Caracterização das emissões sonoras do boto-cinza *Sotalia guianensis* (van Benédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae) e a investigação do ambiente acústico na baía de Benevente, ES.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

REZENDE, F. **Bioacústica e alterações acústico comportamentais de *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae) frente a atividade de embarcações na Baía de Trapandé, Cananéia.** 2000. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

RICE, D. W.; SCHEFER, V. B. A list of the marine mammals of the world. **U.S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report: Fisheries.** v. 579, 1968.

RICE, D. W. **A list of the marine mammals of the world.** 3rd ed. NOAA Technical Report, National Marine Fisheries Services, v. 711, 1977, 15 p..

RICHARDSON, W. J.; GREENE, C. R.; MALME, C. I.; THOMSON, D. H. **Marine Mammals and Noise.** San Diego: Academic Press, 1995.

ROJAS-BRACHO, L.; REEVES, R. R; JARAMILLO-LEGORRETA, A. Conservation of the vaquita *Phocoena sinus*. **Mammal Review,** v. 36, n. 3, p. 179-216. 2006.

ROSA, G. A. **Ecologia populacional do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864): parâmetros populacionais, comportamento e distribuição na costa de Ilhéus, nordeste do Brasil.** 2016. Dissertação (Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2016.

ROSAS, F. C. W. 2000. **Interações com a pesca, mortalidade, idade, reprodução e crescimento de *Sotalia guianensis* e *Pontoporia blainvillei* (CETACEA, DELPHINIDAE E PONTOPORIIDAE) no Litoral Sul do Estado de São Paulo e Litoral do Estado do Paraná, Brasil.** 2000. 145f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

ROSAS, F. C. W.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Parana, southern Brazil. **Journal of Mammalogy,** v. 83, p. 507-515, 2002.

ROSAS, F. C. W.; BARRETO, A. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. D. Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Paraná coast, southern Brazil. **Fishery Bulletin**, v. 101, n. 2, p. 377-383, 2003.

ROSSI-SANTOS, M. R. **Estudo quali-quantitativo do comportamento de alimentação do golfinho ou boto-cinza, *Sotalia fluviatilis*, Gervais, 1853 (Cetacea, Delphinidae) na Área de Proteção Ambiental do Anhatomirim e Baía Norte de Santa Catarina.** 1997. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1997.

ROSSI-SANTOS, M. R. Soundscape Ecology of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) habitat in the Baia de Todos os Santos, Northeastern Brazil. **1st Listening for Aquatic Mammals in Latin America Workshop.** Natal, 2016.

ROSSI-SANTOS, M. R.; PODOS, J. Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*. **Behaviour**, v. 143, p. 347-364, 2006.

ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L. Evidence of bottom contact behavior by estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) on the eastern coast of Brazil. **Aquatic Mammals,** v. 32, p. 140–145, 2006.

ROSSI-SANTOS, M. R., WEDEKIN, L. L.; SOUSA-LIMA, R. S. Distribution and habitat use of small cetaceans off Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 5, n. 1, p. 23-28. 2006.

ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 87, n. 1, p. 207-212, 2007.

ROSSI-SANTOS, M. R.; REIS, M. S. S. **II Workshop do Nordeste: Pesquisa e Conservação de *Sotalia guianensis*.** Ilhéus: Editus, 2008.

ROSSI-SANTOS, M. R.; FLORES, P. A. C. Feeding strategies of the Guiana dolphins *Sotalia guianensis*. **Open Marine Biology Journal,** v. 3, n.7, p. 70–76, 2009.

ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. W.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 8, p. 111–116, 2010.

ROSSI-SANTOS, M. R.; OLIVEIRA, G. Combining cetacean soundscape ecology and niche modelingto contribute in the mappingof the Brazilian continental shelf. In: FINKL, C.W.; MAKOWSKI, C. (eds.) **Seafloor Mapping along Continental Shelves, Coastal Research Library.** London: Springer, 2016. p. 141-166.

RUOPOLLO, V. **Patologia comparada de cetáceos e pinípedes.** 2003. 136f. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental e Comparada) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RUPIL, G. M.; BOGONI, J. A.; BARBOSA, L.; MARCONDES, M. C.; FARRO, A. P. C. Climate influences on Guiana dolphin diet along the Brazilian coast. **Scientia Marina,** v. 82, p. 159-168, 2018.

SACRISTAN, C.; ESPERON, F.; MARIGO, J.; EWBANK, A. C.; DE CARVALHO, R. R.; GROCH, K. R.; DE CASTILHO, P. V.; SANCHEZ-SARMIENTO, A. M.; COSTA-SILVA, S.; FERREIRA-MACHADO, E.; GONZALES-VIERA, O. A.; DAURA-JORGE, F. G.; SANTOS-NETO, E. B.; LAILSON-BRITO, J.; DE FREITAS AZEVEDO, A.; SIMOES-LOPES, P. C.; NEVES, C. G.; CATAO-DIAS, J. L. Molecular identification and microscopic characterization of poxvirus in a Guiana dolphin and a common bottlenose dolphin, Brazil. **Diseases in Aquatic Organisms,** v. 130, n. 3, p. 177-185, 2018.

SACRISTAN, C.; ESPERON, F.; EWBANK, A. C.; DIAZ-DELGADO, J.; FERREIRA-MACHADO, E.; COSTA-SILVA, S.; SANCHEZ-SARMIENTO, A. M.; GROCH, K. R.; NEVES, E.; PEREIRA DUTRA, G. H.; GRAVENA, W.; FERREIRA DA SILVA, V. M.; MARCONDES, M. C. C.; CASTALDO COLOSIO, A.; CREMER, M. J.; CARVALHO, V. L.; AC, O. M.; MARIGO, J.; CATAO-DIAS, J. L. Novel herpesviruses in riverine and marine cetaceans from South America. **Acta Tropica**, v. 190, p. 220-227, 2019.

SALGADO, L. D.; MÁS-ROSA, S.; AZEVEDO, J. C. R. Concentrations of metals in liver of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from an estuary in Southeast of Brazil. **Ecotoxicology Environmental Contamination**, v. 13, n. 1, p. 51-1, 2018.

SANCHEZ-SARMIENTO, A. M.; CARVALHO, V. L.; DIAZ-DELGADO, J.; RESSIO, R. A.; FERNANDES, N.; GUERRA, J. M.; SACRISTAN, C.; GROCH, K. R.; SILVESTRE-PEREZ, N.; FERREIRA-MACHADO, E.; COSTA-SILVA, S.; NAVAS-SUAREZ, P.; MEIRELLES, A. C. O.; FAVERO, C.; MARIGO, J.; BERTOZZI, C. P.; COLOSIO, A. C.; MARCONDES, M. C. C.; CREMER, M. J.; SILVA, N. D. S.; FERREIRA NETO, J. S.; KEID, L. B.; SOARES, R.; SIERRA, E.; FERNANDEZ, A.; CATAO-DIAS, J. L. Molecular, serological, pathological, immunohistochemical and microbiological investigation of Brucella spp. in marine mammals of Brazil reveals new cetacean hosts. **Transboundary Emerging Diseases,** v. 66, n. 4, p. 1674-1692, 2019.

SANTOS, F. C. **Estruturação populacional e diversidade genética de Sotalia guianensis (Van Bénéden, 1864) (Cetartiodactyla: Delphinidae) no litoral centro-sul do estado do Rio de Janeiro.** 2015. 108f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2015.

SANTOS, C. P.; KOHDE, K.; RAMOS, R.; DI BENEDITTO, A. P.; CAPISTRANO, L. Helminths of Cetaceans on the Southeastern Coast of Brazil. **Journal of the Helminthological Society of Washington,** v. 63, n. 1, p. 149-152, 1996.

SANTOS, M. C. O.; ROSSO, S.; SICILIANO, S.; ZERBINI, A. N.; ZAMPIROLLI, E.; VICENTE, A.; ALVARENGA, F. Behavioral observations of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in São Paulo estuarine waters, southeastern Brazil. **Aquatic Mammals,** v. 26, n. 3, p. 260-267, 2000.

SANTOS, M. C. O.; ACUNA, L.; ROSSO, S. Insights on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 81, p. 1049-1052, 2001.

SANTOS, M. C. O.; ROSSO, S.; SANTOS, R. A.; LUCATO, S. H. B.; BASSOI, M. Insights on small cetacean feeding habits in southeastern Brazil. **Aquatic Mammals,** v. 28, p. 38-45, 2002.

SANTOS, M. C.; ROSSO, S.; RAMOS, R. M. A. Age estimation of marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 83, p. 233-236, 2003.

SANTOS, M.C.O.; ROSSO, S. Social organization of marine tucuxi dolphins, *Sotalia guianensis,* in the Cananéia Estuary of southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy,** v. 89, n.2, p. 347-355, 2008.

SANTOS, M. C. O.; GAGID, O.V.B. Evidence of a failed predation attempt on a Guiana dolphin, *Sotalia guianensis,* by a bull shark, Carcharhinus leucas, in Brazilian waters. **Arquivos de Ciencias do Mar,** v. 42, n. 2, p. 93-98, 2009.

SANTOS, M. C. O.; CREMER, M. J.; SECCHI, E. R.; FLACH, L.; FILLA, G. HUBNER, A.; DUSSAN-DUQUE, S. Report of the Working group on population abundance and density estimation. **Latin American Journal of Aquatic Mammals,** v. 8, p. 39-45, 2010a.

SANTOS, M. C. O.; OSHIMA, J. E. D. F.; PACÍFICO, E. D. S.; SILVA, E. D. Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the Paranaguá Estuarine Complex: insights on the use of area based on the photo-identification technique. **Zoologia**, v. 27, n. 3, p. 324-330, 2010b.

SANTOS, M. P. N.; SEIXAS, S.; AGGIO, R. B. M.; HANAZAKI, N.; COSTA, M.; SCHIAVETTI, A.; DIAS, J. A.; AZEITEIRO, U. M. A Pesca enquanto Atividade Humana: Pesca Artesanal e Sustentabilidade. **Journal of Integrated Coastal Zone Management,** v. 12, n. 4, p. 405-427. 2012.

SANTOS, M. S.; SCHIAVETTI, A.; ALVAREZ, M. R. Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research,** v.41, n.1, p.80-88, 2013

SANTOS, T. E. C. **Estrutura social do boto-cinza (Sotalia guianensis) na Baía de Guanabara (RJ).** 2015a. 111f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Biologia Evolutiva) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

SANTOS, T. E. C.; DA SILVA, V. M. F.; DO CARMO, N. A. S.; LAZOSKI, C.; CUNHA, H. A. *Sotalia* dolphins in their potential sympatry zone: searching for hybrids in the Amazonian estuary. **Journal of the Marine Biological Association of the UK,** v. 98, n. 5, p. 1211-1215, 2018.

SANTOS, U. A. D.; ALVAREZ, M. R.; SCHILLING, A. C.; STRENZEL, G. M. R.; PENDU, Y. L. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin Sotalia guianensis (van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. **Biota Neotropica** v. 10, p. 67-73, 2010.

SANTOS-JR, E.; PANSARD, K. C.; YAMAMOTO, M. E.; CHELLAPPA, S. Comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) na presença de barcos de turismo na Praia de Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 23, n. 3, p. 661-666, 2006.

SANTOS-NETO, E. B. **Influência de parâmetros de história natural (sexo, idade e maturidade sexual) nos padrões de acumulação de compostos organobromados do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil.** 2017. 126f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SANTOS-NETO, E.; AZEVEDO-SILVA, C. E.; BISI, T. L.; SANTOS, J.; MEIRELLES, A. C. O; CARVALHO, V. L.; AZEVEDO, A. F. e LAILSON-BRITO, J. Organochlorine concentrations (PCBs, DDTs, HCHs, HCB and Mirex) in delphinids stranded at the northeastern Brazil. **Science of The Total Environment,** v. 472, p. 194-203, 2014.

SASAKI, G. **Uso de habitat pelo boto cinza, Sotalia guianensis (van Bénéden, 1864), na região próxima à desembocadura sul da Baía de Paranaguá, Litoral do Estado do Paraná.** 2010. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná, Pontal do Sul, 2010.

SAUERLAND, M.; DEHNHARDT, G. Underwater audiogram of a tucuxi *Sotalia fluviatilis guianensis*. **Journal of the Acoustical Society of America,** v. 103, p. 1199– 1204, 1998.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H. S. L.; CINTRÓN-MOLERO, G. The Cananéia lagoon estuarine system, São Paulo. **Estuaries**, v. 13, p. 192-203, 1990.

SCHEFER, V. B; RICE, D. W. A list of the marine mammals of the world. **U.S. Fish and Wildlife Services, Special Scientific Reports: Fisheries.** v. 431, 1963. 12 p..

SCHMIEGELOW, J. M. M. Pequenos cetáceos com dentes. **Boiikos**, v. 1, n. 2, p. 34-41, 1987.

SCHMIEGELOW, J. **Estudo sobre Cetáceos Odontocetes Encontrados em Praias na Região entre Iguape (SP) e Baía de Paranaguá (PR) (24o**

42'S - 25o 28'S) com especial referência a *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Delphinidae). 1990. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SCHULZE, B. **Estimativa populacional e área de vida do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Babitonga, Santa Catarina, Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SEADE, G. C. C. **Estudo anatomopatológico em botos-cinza (*Sotalia guianensis*) oriundos oriundos de evento de encalhes ou captura acidental no litoral do Pará, Brasil.** 2016. 57f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal na Amazônia) Universidade Federal do Pará, Castanhal, 2016

SEADE, G. C. C.; CERQUEIRA, V. D.; SIERRA, E.; CHAVES, J. F.; MOURA, M. A. O.; MONTAO, D. P.; RIET-CORREA, G.; OLIVEIRA, C. A.; SICILIANO, S.; EMIN-LIMA, R.; COSTA, A. F.; FERNANDEZ, A.; BEZERRA JUNIOR, P. S. Herpesviral infection in a Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) from the northern coast of Brazil. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation,** v. 29, n. 6, p. 877-879, 2017.

SEBER, G. A. F. A note on the multiple recapture census. **Biometrika**, v. 52, p. 249-259, 1965.

SECCHI, E.; SANTOS, M. C. O.; REEVES, R. **The IUCN Red List of Threatened Species, *Sotalia guianensis,*** IUCN 2018: (errata version published in 2019). IUCN, Gland. Disponível em: http://www.iucnredlist.org. Acesso em: 01 jun. 2019.

SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. A.; COSTA, M.; FILLMANN, G.; DI BENEDITTO, A. P.; SECCHI, E. R.; SOUZA, C. M. M.; MALM, O.; MOREIRA, I. Total mercury, organic mercury and selenium in liver and kidney of a South American coastal dolphin. **Environmental Pollution**, v. 154, p. 98–106, 2008.

SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, C. M. M.; MALM, O.; MOREIRA, I. Essential (Se, Cu) and non – essential (Ag, Hg, Cd) elements: what are their relationships in liver of Sotalia guianensis (Cetacea, Delphinidae)? **Marine Pollution Bulletin,** v. 58, p. 601–634, 2009.

SEIXAS, T. G.; MOREIRA, I.; SICILIANO, S.; MALM, O.; KEHRIG, H. A. Differences in methylmercury and inorganic mercury biomagnification in a tropical marine food web. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,** v. 92, n. 3, p. 274-278, 2014.

SHOLL, T. G. C.; NASCIMENTO, F. F.; LEONCINI, O.; BONVICINO, C. R.; SICILIANO, S. Taxonomic identification of dolphin love charms commercialized in the Amazonian region through the analysis of cytochrome b DNA. **Journal of Marine Biological Association of the UK,** v. 88, p. 1207-1210, 2008.

SICILIANO, S. Review of small cetaceans and fishery interactions in coastal waters of Brazil. In: PERRIN, W. F.; DONOVAN, G. P.; BARLOW, J. (eds.) Gillnets and cetaceans. **Report of the International Whaling Commission Special Issue,** n. 15, p. 241-250, 1994.

SICILIANO, S.; HASSEL, L. B.; ALVES, V. C.; DITTMAR, K.; MENDONCA-DE-SOUZA, S. Pathological findings in the skeletons of small cetaceans from Rio de Janeiro, Brazil. In: FIRST PALEOPATHOLOGY ASSOCIATION MEETING IN SOUTH AMERICA: HUMAN MIGRATIONS AND DISEASES, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2005.

SICILIANO, S.; BOROBIA, M.; BARROS, N.; MARQUES, F.; TRUJILLO, F.; FLORES, P. A. C. **Workshop on Research and Conservation of the Genus *Sotalia***. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública/FIOCRUZ, 2006.

SICILIANO, S.; EMIN-LIMA, N. R.; COSTA, A. F.; RODRIGUES, A. F.; MAGALHÃES, F. A.; TOSI, C. H.; GARRI, R. G.; DA SILVA, C. R.; SILVA JÚNIOR, J. S. Revisão do conhecimento sobre os mamíferos aquáticos da costa norte do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional,** v. 66, n. 2, p. 381-401, 2008

SIDOU, S. A. **Capturas acidentais de pequenos cetáceos pela frota pesqueira do porto de Cananéia, SP**. 2008. 126f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2008.

SILVA, F. J. L.; PORPINO, K. O.; FIRMINO, A. S. L.; DE OLIVEIRA, I. T. G.; SIMÕES-LOPES, P. C. Bone alterations caused by a sting ray spine in the vertebra of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae). **Marine Mammal Science,** v. 26, p. 234-238, 2010.

SILVA, F. M. D. O.; CARVALHO, V. L.; GUIMARÃES, J. P.; VERGARA-PARENTE, J. E.; MEIRELLES, A. C. O.; MARMONTEL, M.; MIGLINO, M. A. Accessory spleen in cetaceans and its relevance as a secondary lymphoid organ. **Zoomorphology**, v.133, n. 3, p. 343-350, 2014.

SIMÃO; S. M. M.; POLETTO, F. R. R. Áreas preferenciais de pesca e dieta do ecótipo marinho do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Sepetiba, RJ. **Floresta e Ambiente,** v.1, p. 18–25, 2002.

SIMÕES-LOPES, P. C. Sobre a ampliação da distribuição do Gênero *Sotalia*, Gray, 1866 (Cetacea, Delphinidae) para as águas do estado de Santa Catarina, Brasil. In: SEGUNDA REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMIFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, Rio de Janeiro, 1987. **Anais**...Rio de Janeiro, Brazil, 1987, p. 87-88.

SIMÕES-LOPES, P. C. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea-Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 1, n. 1, p. 57-62, 1988.

SIMÕES-LOPES, P. C. Morfologia do Sincrânio do Boto-Cinza, *Sotalia guianensis* (P.J. van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 652-660, 2006.

SIMÕES-LOPES, P. C.; XIMENEZ, A. O impacto da pesca artesanal em área de nascimento do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), SC, Brasil. **Biotemas**, v. 3, p.73- 84, 1990.

SIMÕES-LOPES, P. C.; MENEZES, M. E.; FERIGOLO, J. Alterações senil-degenerativas, patológicas, traumáticas e mal-formações ósseas. In: MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. (eds). **Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza.** São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2008. p. 39-50.

SIMBA, 2019. **Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática.** Disponível em: http://simba.petrobras.com.br. Acesso em 17 de julho de 2019.

SLOOTEN, E. Effectiveness of area-based management in reducing bycatch of the New Zealand dolphin. **Endangered Species Research**, v. 20, p. 121-130, 2013.

SOLÉ-CAVA, A. M.; CUNHA, H. A. A genética e a conservação da natureza In: MATIOLI, S. R. (Ed.) **Biologia Molecular e Evolução.** 2a Edição. São Paulo: Editora Holos, 2012. p. 217-238.

SOUZA, S. M. F. M.; LAETA, M.; SICILIANO, S. Lesões ósseas em colunas vertebrais de golfinhos do gênero *Sotalia* provenientes do litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: WORKSHOP ON RESEARCH AND CONSERVATION OF THE GENUS SOTALIA, Rio de Janeiro, 2006. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2006.

SOUZA, S. P.; WINCK, M.; SILES, S. Ocorrência de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) no litoral norte do Estado de São Paulo. In: WORKSHOP ON RESEARCH AND CONSERVATION OF THE GENUS SOTALIA, Rio de Janeiro, 2006. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2006. p. 53.

SOUZA, S. C. P. **Estimativa de parâmetros populacionais do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Paraty (RJ).** 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SOYKAN, C. U.; MOORE, J. E. ZYDELIS, R. CROWDER, L. B.; SAFINA, C. LEWISON, R. L. Why study bycatch? An introduction to the Theme Section on fisheries bycatch. **Endangered Species Research,** v. 5, p. 91-102, 2008.

SPINELLI, L. G. **Avaliação da biologia reprodutiva de *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864), na costa leste do Estado do Ceará e centro do Estado de São Paulo.** 2017. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas com habilitação em Gerenciamento Costeiro) - Universidade Estadual Paulista, São Vicente, 2017.

SPINELLI, L. H.; NASCIMENTO, L. F.; YAMAMOTO, M. E. Identificação e descrição da brincadeira em uma espécie pouco estudada, o boto cinza (*Sotalia fluviatilis*), em seu ambiente natural. **Estudos em Psicologia,** v. 7, n.1, p. 165-171, 2002.

SPINELLI, L. H.; JESUS, A. H.; NASCIMENTO, L. F.; YAMAMOTO, M. E. Prey-tranfer in the marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, on the Brazilian coast. **JMBA2- Biodiversity Records**, v.1, p. 1-3, 2008.

SPÍNOLA, J. **Atividade comportamental diurna do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1964) (Cetacea, Delphinidae), na Barra do Rio Paraguaçu, Estado da Bahia.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TARDIN, R. H. O.; ESPÉCIE, M. A.; NERY, M. F.; D'AZEREDO, F. T.; SIMÃO. S. M. Coordinated feeding tactics of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Zoologia**, v. 28, n. 3, p. 291- 296, 2011.

TARDIN, R. H. O.; ESPÉCIE, M.; LODI, L.; SIMAO, S. M. Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. **Zoologia**, v. 30, n. 1, p. 15–23, 2013.

THOMAS, L. Last call: Passive acoustic monitoring shows continued rapid decline of critically endangered vaquita. **Journal of the Acoustical Society of America,** v. 142, n. 5, p. 512-517, 2017.

THOMAS, L.; LAAKE, J. L.; DERRY, J. F.; BUCKLAND, S. T.; BORCHERS, D. L.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; STRINDBERG, S.; HEDLEY, S. L.; BURT, M. L.; MARQUES, F. F. C.; POLLARD, J. H.; FEWSTER, R. M. **Distance 3.5. Research Unit for Wildlife Population Assessment,** University of St. Andrews, UK. 1998.

THOMAS, L.; BUCKLAND, S. T.; BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; STRINDBERG, S. Distance Sampling. In: ABDEL, H. EL-SHAARAWI, A. B.; PIEGORSCH, W. W. (eds) **Encyclopedia of Environmetrics.** Chichester: John Wiley e Sons, 2002. p. 544–552.

TOLLIT, D.; PIERCE, G.; HOBSON, K.; BOWEN, W. D.; IVERSON, S. J. Measurement of diet in marine mammals. In: BOYD, I. L.; BOWEN, W. D.; IVERSON, S. J. (eds.). **Marine Mammal Ecology and Conservation: a Handbook of Techniques.** Cambridge: Oxford University Press, 2010. p. 191-221.

TORRES, D.; BEASLEY, C. R. Pattern of use a small bay in northern Brazil by *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae). **Amazoniana**, v. 17, n. 3, p. 586-597, 2003.

TOSI, C. H.; FERREIRA, R. G. The behavior of estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in controlled boat traffic situation at the southern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. **Biodiversity Conservation,** v. 18, n. 1, p. 67-78, 2008.

TRUE, F. W. Contribution to the natural history of the cetaceans, a review of the family Delphinidae. **Bulletin of the United States National Museum**, v. 36, 1889.

TRYLAND, M. Zoonoses and Public Health. In: GULLAND, F. M. D.; DIERAUF, L. A.; WHITMAN, K. L. (eds.). **CRC Handbook of Marine Mammal Medicine.** Third Edition. Boca Raton: CRC Press, 2008. p. 47-62.

TURVEY, S. **Witness to extinction: How we failed to save the Yangtze River dolphin.** Oxford: Oxford University Press, 2008.

VAN BENEDEN, P. J. Sur un dauphin nouveau et un ziphoide rare. **Memmories de l'Académie Royale de Belgique,** v. 16, p. 1-12, 1864.

VAN BENEDEN, E. Mémoire sur um dalphin nouveau de la baie de Rio de Janeiro désigné sous le nom de Sotalia brasiliensis. **Mémoires de l'Académie Royale de Sciences Belgique,** Bruxelles, Collect. 4 XLI: 1-44, plates I-II, 1875.

VALLE, A. L.; MELO, F. C. C. **Alterações comportamentais do golfinho *Sotalia guianensis* (Gervais, 1953) provocadas por embarcações.** Biotemas, v. 19, n. 1, p. 75-80, 2006.

VAN BENEDEN, P. J.; GERVAIS, P. **Ostéographie des cétacés vivants et fossiles, comprenant la description et l'iconographie du squelette et du système dentaire de ces animaux ainsi que des documents relatifs à leur histoire naturelle**. Paris: Arthus –Bertrand, Libraire-Editeur,1880, 634 p.

VAN BRESSEM, M. F.; VAN WAEREBEEK, K.; REYES, J.; FÉLIX, F.; ECHEGARAY, M.; SICILIANO, S.; DI BENEDITTO, A. P.; FLACH, L.; VIDDI, F.; AVILA, I. C.; BOLAÑOS, J.; CASTINEIRA, E.; MONTES, D.; CRESPO, E.; FLORES, P. A. C.; HAASE, B.; DE SOUZA, S. M. F. M.; LAETA, M.; FRAGOSO, A. B. A preliminary overview of skin and skeletal diseases and traumata in small cetaceans from South American waters. **International Whaling Commission,** SC/59/DW4, p. 1-26, 2007.

VAN BRESSEM, M. F.; RAGA, J. A.; DI GUARDO, G.; JEPSON, P. D.; DUIGNAN, P. J.; SIEBERT, U.; BARRETT, T.; SANTOS, M. C.; MORENO, I. B.; SICILIANO, S.; AGUILAR, A.; VAN WAEREBEEK, K. Emerging infectious diseases in cetaceans worldwide and the possible role of environmental stressors. **Diseases of Aquatic Organisms,** v. 86, n. 2, p. 143-57, 2009a.

VAN BRESSEM, M. F.; SANTOS, M. C. D.; OSHIMA, J. E. D. Skin diseases in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from the Paranagua estuary, Brazil: A possible indicator of a compromised marine environment. **Marine Environmental Research,** v. 67, n. 2, p. 63-68, 2009b.

VAN BRESSEM, M. F.; VAN WAEREBEEK, K.; AZNAR, F. J.; RAGA, J. A.; JEPSON, P. D.; DUIGNAN, P.; DEAVILLE, R.; FLACH, L.; VIDDI, F.; BAKER, J. R.; DI BENEDITTO, A. P.; ECHEGARAY, M.; GENOV, T.; REYES, J.; FELIX, F.; GASPAR, R.; RAMOS, R.; PEDDEMORS, V.; SANINO, G. P.; SIEBERT, U. Epidemiological pattern of tattoo skin disease: a potential general health indicator for cetaceans. **Diseases of Aquatic Organisms,** v. 85, n. 3, p. 225-237, 2009c.

VAN FOREEST, A. W. Haematologic findings in *Sotalia fluviatilis guianensis*. **Aquatic Mammals,** v. 8, p. 15-18, 1980.

VELOZO, R. S. **Encalhe de mamíferos aquáticos entre a foz dos rios Pardo (BA) e São Francisco (SE).** 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Zoologia Aplicada) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

VIANA, J. P. **Recursos pesqueiros do Brasil: Situação dos estoques, da gestão e sugestões para o futuro.** Boletim Regional, urbano e ambiental, v. 7, p. 45-59, 2013.

VIANNA, T. D. S.; LOCH, C.; CASTILHO, P. V. D.; GAIDZINSKI, M. C.; CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C. Review of thirty-two years of toothed whale strandings in Santa Catarina, southern Brazil (Cetacea: Odontoceti). **Zoologia** (Curitiba), v. 33, n. 5, p. 1-11, 2016.

VIDAL, O.; WARREBEEK, K. V.; FINDLEY, L. T. Cetaceans and gillnet fisheries in Mexico, Central America and wider Caribbean: A preliminary review. In: PERRIN, W. F.; DONOVAN, G. P.; BARLOW, J. (eds.) Gillnets and cetaceans. **Report of the International Whaling Commission Special Issue,** n. 15, p. 221-233, 1994.

VIEIRA, Q. **Monitoramento Acústico Passivo de botos-cinza, *Sotalia guianensis* (van Beneden, 1864), em Ilhéus, Bahia.** 2017. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2017.

VILELA, R.; BOSSART, G. D.; ST LEGER, J. A.; DALTON, L. M.; REIF, J. S.; SCHAEFER, A. M.; MCCARTHY, P. J.; FAIR, P. A.; MENDOZA, L. Cutaneous Granulomas in Dolphins Caused by Novel Uncultivated *Paracoccidioides brasiliensis*. **Emerging Infectious Diseases,** v. 22, n. 12, p. 2063-2069, 2016.

WADE, P. Population Dynamics. *In*: PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (eds.). **Encyclopedia of marine mammals.** 2nd edition. Amsterdam: Academic Press, 2009. p. 913-918.

WANG, D.; WURSIG, B.; EVANS, W.E. Comparisons of whistles among seven odontocete species. In: KASTELIEN, R. A.; THOMAS, J. A.; NACHTIGAL, P. E. (eds.) **Sensory Systems of Aquatic Mammals,** Netherlands, De Spil, Woerden, 1995. p. 299–323.

WANG, D.; WURSIG, B.; LEATHERWOOD, S. Whistles of boto, Inia geoffrensis, and tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, **Journal of the Acoustical Society of America,** v. 109, p. 407-414, 2001.

WEDEKIN, L. L., DAURA-JORGE, F. G.; SIMÕES-LOPES, P. C. An aggressive interaction between bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) in southern Brazil. **Aquatic Mammals,** v. 30, n. 3, p. 391-397, 2004.

WEDEKIN, L. L.; DAURA-JORGE, F. G.; PIACENTINI, V. Q.; SIMÕES-LOPES, P. C. Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P.J. van Bénéden) (Cetacea, delphinidae), at its southern limit of distribution. **Brazilian Journal of Zoology,** v. 67, p. 1-8, 2007.

WEDEKIN, L. L.; DAURA-JORGE, F. G.; SIMÕES-LOPES, P. C. Habitat preferences of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,** v. 90, p. 1561-1570, 2010.

WHITE, G. C., ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; OTIS, D. L., **Capture-Recapture and Removal methods for Sampling Closed populations.** New Mexico: Los Alamos National Laboratory, 1982.

WHITE, G. C.; BURNHAM, K. P. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. **Bird Study,** v. 46, p. 120–138, 1999.

WIERSMA, H. Investigations on Cetacea sonar IV. A comparation of wave shapes of odontocete sonar signals. **Aquatic Mammals,** v. 9, p. 57-66, 1982.

WILSON, B.; THOMPSON, P. M.; HAMMOND, P. S. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. **Ecological Applications,** v. 9, p. 288-300, 1999.

YAPP, W. B. The Theory of line transects. **Bird Study,** v: 3, p. 93-104, 1956.

YOGUI, G. T.; SANTOS, M. C. O.; MONTONE, R. C. Chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) from the Cananéia estuary, southeastern Brazil. **Science of The Total Environment,** v. 312, p. 67-78, 2003.

YOGUI G. T.; SANTOS M. C. O.; BERTOZZI, C. P.; MONTONE, R. C. Levels of persistent organic pollutants and residual pattern of DDTs in small cetaceans from the coast of São Paulo, Brazil. **Marine Pollution Bulletin,** v. 60, p. 1862–7, 2010.

YOGUI, G. T.; SANTOS, M. C. O.; BERTOZZI, C. P.; SERICANO, J. L.; MONTONE, R. C. PBDEs in the blubber of marine mammals from coastal areas of São Paulo, Brazil, southwestern Atlantic. **Marine Pollution Bulletin,** v. 62, p. 2666–70, 2011.

YWASAKI-LIMA, J. L.; MACHADO, F. B.; FARRO, A. P. C.; BARBOSA, L. A.; SILVEIRA, L. S.; MEDINA-ACOSTA, E. Population genetic structure of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) from the southwestern Atlantic coast of Brazil. **PLoS One,** v. 12, n. 8: e0183645, 2017.

ZANDEN, M. J.; RASMUSSEN, J. B. Primary consumer δ13C and δ15N and the trophic position of aquatic consumers. **Ecology**, v. 80, p. 1395-1404, 1999.

ZANELATTO, R. C. **Dieta do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), no complexo estuarino da baía de Paranaguá e sua relação com a ictiofauna estuarina.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

ZAPPES, C. A.; ANDRIOLO, A.; SILVA, F. O.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Potential conflicts between fishermen and *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864) (CETACEA, DELPHINIDAE) in Brazil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas,** v. 9, p. 208- 214, 2009.

ZAPPES, C. A.; ALVES, L. C. P. S.; SILVA, C. V; AZEVEDO, A. F.; DI-BENEDITTO, A. P. M.; ANDRIOLO, A. Accidents between artisanal fisheries and cetaceans on the Brazilian coast and Central Amazon: Proposals for integrated management. **Ocean e Coastal Management,** v. 85, p. 46-57, 2013.

ZERBINI, A. N.; KOTAS, J. E. A note on cetacean bycatch in pelagic driftnetting off Southern Brazil. **Report of the International Whaling Commission Special Issue,** v. 48, 1998. p. 519-524.

ZERBINI, A. N.; SECCHI, E. R.; DANILEWICZ, D.; ANDRIOLO, A.; LAALE, J. L.; AZEVEDO, A. Abundance and distribution of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the Franciscana Management Area II (southeastern and southern Brazil). **Report of the International Whaling Commission Special Issue,** 2010. 14 p

ZHANG, X. F; WANG, D.; LIU, R. J; WEI, Z.; HUAN, Y. Y.; WANG, Y. M.; CHEN, Z. G.; WANG, L. M. The Yangtze River dolphin or baiji (*Lipotes vexillifer*): Population status and conservation issues in the Yangtze River, China. Aquatic Conservation: **Marine and Freshwater Ecosystems,** v. 13, n. 1, p. 51-64, 2003.

ZHOU, K. On the conservation of the baiji. **Journal of Nanjing Normal College,** v. 4, p. 71–74, 1982.

ZHOU, K.; WANG, X. Brief review of passive fishing gear and incidental catches of small cetaceans in Chinese waters. **Report of the International Whaling Commission Special Issue,** v. 15, p. 347-354, 1994.

Editor e Direção de Arte
Editor and Art Director
Osmar Marchetti Fernandes

Organizadores
Organizers
Vitor Luz Carvalho
Ana Carolina Oliveira de Meirelles

Editor Executivo
Executive Editor
Osmar Alonso Fernandes

Tratamento de Imagens
Image Editing
Anderson Meneses Batista

Tradução
Translation
Luena Fernandes

Revisão de Textos
Text Revision
Ana Carolina Oliveira de Meirelles
Luena Fernandes
Vitor Luz Carvalho

Ilustrações
Illustrations
Bambu Editora
Rosana Almeida, página: 14, 23, 47, 65, 83, 103,123, 139, 159.

Fotografias em Destaque
Featured Photographers

Airlane Francisco/Projeto Baleia à Vista
Páginas: 178-179.

Carol Meirelles/Acervo Aquasis
Páginas: 4-5, 21, 82,138, 140.

Enrico Marcovaldi
Páginas: 102.

Maqua/UERJ
Páginas: Contra-capa, 2, 12-13, 22, 122, 124, 160.

Marcos Rossi-Santos
Páginas: 46, 48, 84, 104.

Heideger Nascimento/Acervo Aquasis
Página: 10, 66.

Júlio Cardoso/Projeto Baleia à Vista
Páginas: Capa, 24, 64, 158.

Fecomércio-CE

Presidente/*President*
Maurício Cavalcante Filizola

Presidente Licenciado/*President in Licence*
Luiz Gastão Bittencourt da Silva

Diretor Regional SESC e SENAC - CE
Regional Diretor SESC and SENAC - CE
Rodrigo Leite Rebouças

Diretora de Programação Social SESC-CE
Social Programs Director SESC-CE
Patrícia Carnevalli Rinaldi

Gerente SESC Iparana/*Manager SESC Iparana*
Lucy Mary Pinto de Aquino

Presidente/*President*
Marcílio Maia de Abreu

Vice-Presidente/*Vice-President*
Cristine Pereira Negrão Silva

Secretário Executivo/*Executive Secretary*
Fabio de Paiva Nunes

Coordenador do Programa de Mamíferos Marinhos/
Marine Mammals Program and Manati Project Coordinator
Vitor Luz Carvalho

Coordenadora do Projeto Manatí/
Manatí Project Coordinator
Katherine Fiedler Choi-Lima

Equipe do Programa de Mamíferos Marinhos e Projeto Manatí/
Marine Mammals Program and Manati Project Team
Amanda Maria de Oliveira Vasconcelos, Artur Bruno da Silva Barbosa, Cinthya Leite de Oliveira, Cristine Pereira Negrão Silva, Diego Ramires Melo Pinheiro, Emerson Pereira Guimarães, Ivonaldo Raimundo da Silva, Jeferson Souza, José Iran da Silva, José Márcio Gois, Katherine Fiedler Choi-Lima, Letícia Gonçalves Pereira, Marcílio Maia de Abreu, Mikael Holanda, Patrícia Marques, Sebastião Cândido dos Santos, Thais Chaves, Valfrancy Sales, Vinícius Gabriel da Silva e Vitor Luz Carvalho.

Boto-cinza / Biologia e Conservação no Brasil / organizadores: Vitor Luz Carvalho, Ana Carolina Oliveira de Meirelles
Bambu Editora e Artes Gráficas – São Paulo 2020

ISBN 978-85-98372-16-7

Copyright © 2020 desta edição: Bambu Editora e Artes Graficas
Copyright © 2020 das fotografias e textos: AQUASIS
Reservados todos os direitos desta obra. Proibida toda e qualquer reprodução desta edição por qualquer meio ou forma, seja ela eletrônica, mecânica, fotocopia, gravação ou qualquer meio de reprodução sem permissão expressa do editor.

Copyright© 2020 of this edition: Bambu Editora e Artes Gráficas
Copyright© 2020 of photos and texts: AQUASIS
All rights reserved. Any reproduction of this edition in any manner or form, whether electronic, mechanical, photocopy, recording or any other means of reproduction is strictly forbidden without the expressed written permission of the author.

Bambu Editora e Artes Graficas Ltda
Av. Prof. Alfonso Bovero, 1057 cj. 129
cep.: 05019-011 – São Paulo-SP – Brasil
Tel.: 55-11-3862.7817 – info@bambueditora.com.br
www.bambueditora.com.br

View publication stats