Valéria Regina Martins Conversani

**Idade e crescimento da toninha (*Pontoporia blainvillei*) e do boto-cinza
(*Sotalia guianensis*) de águas costeiras do sul de São Paulo e norte do
Paraná**

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Orientador:

Prof. Dr. Marcos César de Oliveira
Santos

São Paulo

2018

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

**Idade e crescimento da toninha (*Pontoporia blainvillei*) e do boto-cinza
(*Sotalia guianensis*) de águas costeiras do sul de São Paulo e norte do
Paraná**

Valéria Regina Martins Conversani

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciências, área de Oceanografia Biológica.

Versão Corrigida

Julgada em ____/____/____

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

"We need another and a wiser and perhaps a more mystical concept of animals. They are not our brethren, they are not underlings, they are other nations, caught with ourselves in the net of life and time..."

Henry Beston, *The Outermost House*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	17
1.1. <i>Aspectos sobre história de vida das espécies-alvo</i>	17
1.2. <i>Estimativa de idade</i>	25
1.3. <i>Crescimento</i>	28
2. OBJETIVOS	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. <i>Área de estudo</i>	30
3.2. <i>Coleta das amostras</i>	33
3.3. <i>Técnica de estimativa de idade</i>	34
3.4. <i>Padronização das leituras</i>	38
3.5. <i>Análises dos dados</i>	41
3.5.1. <i>Exploração dos dados</i>	41
3.5.2. <i>Seleção dos modelos de crescimento</i>	42
4. RESULTADOS	44
4.1. <i>Proporção sexual</i>	44
4.2. <i>Estrutura etária</i>	45
4.3. <i>Comprimento do corpo</i>	48
4.4. <i>Modelos de crescimento</i>	51
4.5. <i>Curvas de crescimento</i>	56

5. DISCUSSÃO	63
6. CONCLUSÃO	73
7. REFERÊNCIAS	74

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Jô e Nardo, e minha irmã Vânia, por todo amor e confiança depositados, por nunca desacreditarem do meu sonho de estudar baleias e golfinhos e por toda a ajuda durante essa jornada. Meu pai e minha mãe, você são meus exemplos e meus heróis, e por tudo eu dedico esse trabalho a vocês!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos César, primeiramente pela oportunidade de realizar o grande sonho da minha vida, por ter aberto as portas do maravilhoso mundo dos cetáceos, pela amizade e confiança a mim depositadas. Obrigada por todos os ensinamentos e valiosas lições e principalmente por acreditar no nosso trabalho. Sempre fui e sempre serei sua fã!

Ao meu amor, companheiro de profissão e parceiro de todos os momentos, César, por estar comigo desde o começo, por todo apoio e por ser uma grande inspiração em minha vida. Obrigada por toda a ajuda com a estatística e análise dos dados e por sempre me mimar mesmo em momentos de crise e mau humor. Te amo!

À minha eterna orientadora Profa. Dra. Carmen Wongstchowski por ter aberto as portas do mundo acadêmico, pelos sábios ensinamentos, por toda a ajuda com as aulas de crescimento e por ter confiado a mim grandes responsabilidades que me moldaram tanto pessoal quanto profissionalmente.

Aos meus queridos amigos e companheiros do LABCMA, Aline, Giovanna, Julia, Laurinha, Amandita, Nay, Bia, Dé, Rodrigo, Diogo e Madá

pelas inúmeras conversas, desabafos e por todo apoio durante o mestrado. Não poderia ter tido companheiros de equipe melhores.

Porque eles merecem um parágrafo separado! Dé e Rodrigo, eu não tenho palavras para agradecer toda ajuda e parceria nesses dois anos, muito obrigada por estarem comigo do início ao fim da realização dos cortes, pelos dias intensos de treinamento, discussões das leituras de idade, pelas caronas até minha casa e infinitas conversas e desabafos, vocês foram imprescindíveis na realização desse trabalho!

Aos meus eternos companheiros e parceiros do LABIC, Marina, Marcella, Debinha, César, Japa, Rafa e Riguel por acompanharem toda a minha trajetória acadêmica e sempre me incentivarem a fazer o mestrado. As nossas incontáveis tardes de café sempre regadas pelas melhores conversas foram essenciais.

Às minhas queridas companheiras de república e de vida, Thaís, Paolitcha, Livia e Keka. Nossas noites de filmes, gordices e desabafos foram essenciais durante esses anos.

Gostaria de agradecer imensamente a toda equipe do Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores (MAQUA/UERJ), principalmente ao coordenador Prof. Dr. José Lailson Brito Jr., Neto, Lorena e Tamires por terem me recebido de portas abertas e me ajudado a dar os primeiros passos com a técnica histológica de determinação de idade.

I thank Aleta A. Hohn for the crucial and wonderful training to estimate age in dolphins. I thank you for all your support and attention, for the precious tips and for helping me to get started in this work. Most of all, thank you very much for your patience and for being always available to us.

Aos funcionários do IO que proporcionaram toda a logística para a realização deste trabalho, ao pessoal da secretaria, Ana Paula, Letícia e Daniel, aos técnicos Thomás e Davi pela ajuda e disponibilidade ao usar o laboratório geral e a todos os envolvidos indiretamente que fazem esse Instituto funcionar.

Aos integrantes do Projeto Atlantis que durante esses anos todos se dedicaram à coleta dos exemplares de toninha e boto-cinza e que realizaram todas as necropsias, em especial ao Ednilson “Nanuka”, pela coleta dos dentes analisados nesse trabalho. Sem o esforço de vocês nada disso seria possível.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processo 2016/13839-7) pelas bolsas concedidas durante esses dois anos de mestrado.

Ao Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), por meio do projeto “Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira” (PROBIO), ao Ministério do Meio Ambiente (BIRD/GEF/CNPq), à FAPESP por meio do projeto "Capturas acidentais de pequenos cetáceos em atividades pesqueiras no litoral sul paulista: buscando subsídios para formulações de política de conservação" (processo 2010/51323-6), e ao Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS, número de contrato 2400.0097891.15.2) por financiarem projetos que possibilitaram tanto a coleta de dados quanto a estruturação do laboratório para a realização dos cortes histológicos dos dentes.

À *Society for Marine Mammalogy* (SMM) e à *Cetacean Society International* (CSI), em especial ao Bill Rossiter, pelos apoios financeiros

concedidos que me proporcionaram a ida à “22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals” para apresentar os dados preliminares desse trabalho.

Por fim gostaria de agradecer a todos que cruzaram meu caminho durante essa jornada e que direta ou indiretamente contribuíram de algum modo para finalizar esse trabalho. A vocês toda a minha gratidão!

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Exemplar fêmea de toninha, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturado em rede de pesca entre o sul de São Paulo e norte do Paraná. Foto: Marcos Santos. 18
- Figura 2** – Grupo de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, avistado no estuário de Cananéia, São Paulo. Foto: Marcos Santos. 22
- Figura 3** – Mapa da área de estudo indicando as porções sul do Estado de São Paulo e norte do Paraná onde os exemplares de *Pontoporia blainvillei* e *Sotalia guianensis* foram encontrados mortos ou capturados acidentalmente entre 1995 e 2016. 33
- Figura 4** – Etapas para a realização dos cortes histológicos dos dentes de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e boto-cinza (*Sotalia guianensis*). **A**: pré-corte em cortadora de precisão para obtenção do fragmento central do dente de boto-cinza; **B**: dente descalcificado, posicionado no sentido labial-lingual e envolto em gel para secção em micrótomo de deslizamento; **C**: dente envolto em gel congelado a -10 °C; **D**: secções finas de 25 µm para seleção; **E**: armazenamento dos melhores cortes em cassetes histológicos identificados; **F**: confirmação da coloração dos cortes com Hematoxilina de Mayer; **G**: seleção dos cortes em glicerina pura para montagem das lâminas; **H**: lâminas finalizadas e seladas. 37
- Figura 5** – Fotomicrografias de um corte labial-lingual de dente de um exemplar de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, com 17 anos (**A**) e de um corte ântero-posterior de dente de um exemplar de toninha, *Pontoporia blainvillei*, com três anos de idade (**B**). As linhas sólidas na dentina e no

cimento representam o limite dos grupos de camadas de crescimento ou GLGs.....	40
Figura 6 – Estrutura etária dos 87 machos e 72 fêmeas de toninhas, <i>Pontoporia blainvillei</i> , acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.	45
Figura 7 – Estrutura etária dos 43 machos, 27 fêmeas e 21 indivíduos de sexo indeterminado de boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.	47
Figura 8 – Frequência absoluta da distribuição do comprimento total dos 87 machos e 72 fêmeas de toninha, <i>Pontoporia blainvillei</i> , acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.	48
Figura 9 – Frequência absoluta da distribuição do comprimento total dos 43 machos, 27 fêmeas e 21 indeterminados de boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.	49
Figura 10 – <i>Boxplot</i> da distribuição de valores observados de comprimento total em relação às idades estimadas para machos e fêmeas de toninhas, <i>Pontoporia blainvillei</i> , acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.	50
Figura 11 – <i>Boxplot</i> da distribuição de valores observados de comprimento total em relação às idades estimadas para machos e fêmeas de boto-	

cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. 51

Figura 12 – Representação visual dos ajustes de cada um dos modelos de crescimento em relação aos dados de comprimento total e idade dos exemplares de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. (**A**: Machos, n= 87; **B**: Fêmeas, n= 72). As linhas sólidas representam as trajetórias de crescimento previstas pelos respectivos modelos. 54

Figura 13 – Representação visual dos ajustes de cada um dos modelos de crescimento em relação aos dados de comprimento total e idade dos exemplares de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. (**A**: Machos, n= 43; **B**: Fêmeas, n= 27; **C**: Total, n= 90). As linhas sólidas representam as trajetórias de crescimento previstas pelos respectivos modelos. 55

Figura 14 – Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy dos 87 machos e 72 fêmeas de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. As linhas sólidas e tracejadas representam as trajetórias de crescimento previstas pelo modelo. 59

Figura 15 – Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy dos 90 exemplares agrupados, e dos 43 machos e 27 fêmeas de botos-

cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. As linhas sólidas, tracejadas e pontilhadas representam as trajetórias de crescimento preditas pelo modelo. 60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Descrição dos tempos de duração e quantidade de cada solução ou reagentes utilizados para a realização dos cortes histológicos dos dentes de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e boto-cinza (*Sotalia guianensis*) encontrados mortos ou capturados acidentalmente entre 1995 e 2016 no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná. 38
- Tabela 2** – Valores de média, mediana, amplitude e desvio-padrão das idades estimadas (anos) para o total de indivíduos e por sexo de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, e boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. 47
- Tabela 3** – Valores de média, mediana, amplitude e desvio-padrão do comprimento total do corpo (cm) para o total de indivíduos e por sexo de *Pontoporia blainvillei*, e *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016..... 50
- Tabela 4** – Seleção dos modelos candidatos para descrever o crescimento dos exemplares de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Para cada modelo são apresentados os valores de AICc, $\Delta AICc$, r^2 e verossimilhança (logLik), sendo o modelo mais parcimonioso destacado em negrito. 52
- Tabela 5** – Seleção dos modelos candidatos para descrever o crescimento dos exemplares de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados

em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Para cada modelo são apresentados os valores de AICc, $\Delta AICc$, r^2 e verossimilhança (LogLik), sendo o modelo mais parcimonioso destacado em negrito. 53

Tabela 6 – Parâmetros de crescimento estimados pelos modelos candidatos para machos e fêmeas de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Os parâmetros destacados em negrito representam os valores estimados pelo modelo adotado neste estudo. L^∞ = comprimento assintótico; k = taxa de crescimento; t_0 = idade teórica no comprimento zero; M = determina a posição do ponto de inflexão da curva. 57

Tabela 7 – Parâmetros de crescimento estimados pelos modelos candidatos para machos e fêmeas separados e para o total dos exemplares de botos-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Os parâmetros destacados em negrito representam os valores estimados pelo modelo adotado neste estudo. L^∞ = comprimento assintótico; k = taxa de crescimento; t_0 = idade teórica no comprimento zero; M = determina a posição do ponto de inflexão da curva. 58

Tabela 8 – Valores de comprimento teórico ao nascer (L_0), comprimento assintótico (L^∞), idade ao atingir L^∞ e os modelos de crescimento utilizados (G= Gompertz; VB= von Bertalanffy) para machos (M) e fêmeas (F) de toninha, *Pontoporia blainvillei*, disponíveis ao longo de sua distribuição. Os valores destacados em negrito correspondem aos

parâmetros de crescimento estimados no presente estudo. n é o número amostral apresentado por sexo..... 61

Tabela 9 – Valores de comprimento teórico ao nascer (L_0), comprimento assintótico (L^∞), idade ao atingir L^∞ e os modelos de crescimento utilizados (G= Gompertz; VB= von Bertalanffy) para os exemplares de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, disponíveis ao longo de sua distribuição. Os valores destacados em negrito correspondem aos parâmetros de crescimento estimados no presente estudo. n é o número amostral total de indivíduos somando machos, fêmeas e indivíduos de sexo indeterminado. 62

RESUMO

Estimar a idade de indivíduos em uma população é uma das importantes tarefas a se realizar ao se investigar aspectos relacionados à história de vida. Este estudo teve por objetivo estimar as idades e obter os parâmetros de crescimento de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e botos-cinza (*Sotalia guianensis*) capturados acidentalmente ou encontrados mortos no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. As idades foram estimadas por meio da técnica de contagem de camadas de crescimento presentes na dentina e cemento dos dentes. Os parâmetros de crescimento foram obtidos pelo ajuste dos modelos de von Bertalanffy, Gompertz, Logístico e Richards aos dados de idade-comprimento. As curvas de crescimento foram confeccionadas separadamente para machos e fêmeas de ambas as espécies, entretanto como para *S. guianensis* não foi detectado dimorfismo sexual, apresentaram-se resultados para todos os indivíduos agrupados. Os comprimentos assintóticos estimados para as toninhas foram de 116,7 cm para machos e 135,7 cm para fêmeas, enquanto que para os botos-cinza esse valor foi de 183,4 cm para ambos os sexos. A taxa de crescimento foi de 1,13 e 0,64 para machos e fêmeas de toninhas, respectivamente, e de 0,41 para os botos-cinza. O tamanho estimado de filhotes de toninhas foi de 85,9 cm para machos e 88,5 cm para fêmeas, enquanto que para botos-cinza a estimativa foi de 95,7 cm.

Palavras-chave: Estimativa de idade; *Pontoporia blainvillei*; *Sotalia guianensis*; curvas de crescimento.

ABSTRACT

Estimating the age of individuals in a population is one of the most important tasks when investigating aspects related to life history. The present study goal was to estimate the age, as well to obtain the growth parameters of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) and Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) incidentally caught in gillnets or found stranded at the south coast of São Paulo and northern Paraná states, Brazil, from 1995 to 2016. Age was estimated by counting the number of growth layer groups present in the dentine and cementum of teeth. Growth parameters were estimated by fitting the von Bertalanffy, Gompertz, Logistic and Richards models to length-at-age data. Growth curves were separately constructed for males and females of both species, however, as *S. guianensis* showed no sexual dimorphism in growth, results were presented for all individuals pooled together. Asymptotic lengths estimated for franciscana dolphins were 116.7 cm for males and 135.7 cm for females, while for Guiana dolphins the estimate was 183.9 cm for both sexes. Growth rate of male and female of franciscana dolphins was 1.13 and 0.64, respectively, and for Guiana dolphins was 0.41. Estimated size at birth of franciscana dolphins was 85.9 cm for males and 88.5 cm for females, while for Guiana dolphins the estimate was 95.7 cm.

Key words: Age estimation; *Pontoporia blainvillei*; *Sotalia guianensis*; growth curves.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Aspectos sobre história de vida das espécies-alvo

A toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844), também conhecida como franciscana em países de língua espanhola, é atualmente a única espécie representante da família Pontoporiidae (CRESPO, 2009). Distribui-se ao longo do Oceano Atlântico Sul Ocidental, desde Itaúnas (18°25'S), norte do Espírito Santo (SICILIANO, 1994), até o Golfo Nuevo (42°35'S) na Argentina (CRESPO et al., 1998). Habita preferencialmente águas costeiras de aproximadamente 30 metros de profundidade (PINEDO et al., 1989), sendo comumente avistada em ambientes protegidos e de águas turvas, como estuários e baías (BORDINO et al., 2002; CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005; SANTOS et al., 2009).

A distribuição de *P. blainvillei* parece não ser contínua, existindo dois possíveis hiatos ao longo da sua área de ocorrência, sendo o primeiro localizado entre Regência (19°40'S), no Espírito Santo e Barra de Itabapoana (21°18'S), no Rio de Janeiro, e o segundo entre Macaé (22°25'S), no Rio de Janeiro e Ubatuba (23°20'S), em São Paulo (SICILIANO et al., 2002). Aqueles autores indicaram que a fragmentação na distribuição pode estar relacionada a fatores limitantes, como a presença de aportes fluviais que influenciam na temperatura e turbidez da água, largura estreita da plataforma continental e a presença de potenciais predadores.

As principais características dos indivíduos de *P. blainvillei* são a coloração marrom-acinzentada com o ventre mais claro (TRIMBLE & PRADERI, 2006) (Figura 1), pequenos olhos em relação ao seu porte e

nadadeiras peitorais largas e curtas (BROWNELL, 1989; PINEDO et al., 1989). Seu rostro é longo e estreito que abriga pequenos e numerosos dentes podendo variar entre 50 a 62 pares tanto na mandíbula quanto na maxila (JEFFERSON et al., 2008).

Figura 1 – Exemplar fêmea de toninha, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturado em rede de pesca entre o sul de São Paulo e norte do Paraná. Foto: Marcos Santos.

Algumas diferenças observadas no tamanho corporal entre as populações de *P. blainvillei* levaram Pinedo (1991) a propor pelo menos duas formas geográficas distintas para a espécie, sendo uma forma encontrada ao norte da distribuição com indivíduos menores, ocorrendo do Espírito Santo até Santa Catarina, e outra encontrada no sul da distribuição, com indivíduos maiores, ocorrendo do Rio Grande do Sul até a Argentina. Posteriormente, Secchi et al. (1998) realizaram um estudo por meio do sequenciamento de uma região controle do DNA mitocondrial de indivíduos do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul, e apresentaram evidências genéticas que confirmaram a existência de ao menos duas populações distintas.

A partir de uma abordagem filogeográfica proposta por Dizon et al. (1992) que leva em conta dados sobre distribuição, resposta populacional e características genéticas, Secchi et al. (2003) propuseram a subdivisão das populações da espécie em quatro áreas de manejo. Essas áreas foram referidas como Áreas de Manejo de Toninha, também conhecidas como FMAs (*"Franciscana Management Areas"*, em inglês), sendo elas divididas em FMA I: do Espírito Santo ao Rio de Janeiro; FMAII: de São Paulo a Santa Catarina; FMA III: do Rio Grande do Sul ao Uruguai e FMA IV: Argentina.

Estudos mais recentes realizados por meio de marcadores moleculares analisaram amostras de tecido em indivíduos de *P. blainvillei* do litoral da Argentina e encontraram fortes evidências da existência de pelo menos duas populações geneticamente distintas na região, sugerindo que algumas variáveis ambientais poderiam influenciar na estrutura populacional (MENDEZ et al., 2008). Posteriormente, Mendez et al. (2010), utilizando marcadores moleculares de origem nuclear e mitocondrial aliados a parâmetros ambientais, confirmaram a influência das variáveis ambientais no fracionamento de populações da espécie em áreas menores do que as propostas como áreas de manejo de toninhas, indicando que características oceanográficas regionais devem estar relacionadas às diferenças em tamanho de áreas de uso ao longo da distribuição da espécie. O estudo efetuado por Wells et al. (2013) corroborou com o anteriormente citado, quando pequenas áreas de uso variando entre 20 km e 90 km de distância da Bahia San Blas na costa da Argentina foram utilizadas por toninhas de ambos os sexos acompanhadas por telemetria satelital. Em seguida, o estudo realizado por Cunha et al. (2014) a partir do sequenciamento de uma região controle do DNA de toninhas ao longo

da distribuição apresentou fortes evidências de uma sub-estruturação populacional dentro das FMAs II a IV, ressaltando a importância de se efetuar uma revisão atualizada sobre as divisões dos estoques populacionais propostas por Secchi et al. (2003) a partir de um maior número de ferramentas além da morfologia e de marcadores moleculares.

Considerada uma das menores espécies de cetáceos odontocetos existentes, o máximo comprimento de *P. blainvillei* registrado foi de 158,0 cm para machos e de 177,0 cm para fêmeas (CRESPO, 2009). Aspectos pertinentes a ciclos de vida podem apresentar sutis variações ao se comparar os distintos estoques populacionais. Indivíduos tornam-se sexualmente maduros em média entre dois e quatro anos de idade considerando estudos realizados em toda a extensão de distribuição da espécie (e.g. KASUYA & BROWNELL, 1979; RAMOS et al., 2000; DANILEWICZ, 2003; DANILEWICZ et al., 2004; BOTTA, 2005; SILVA, 2011). A partir de estudos realizados por meio da leitura de camadas de crescimento dos dentes, a idade máxima estimada para a espécie foi de 21 anos para uma fêmea (PINEDO, 1994; PINEDO & HOHN, 2000).

Estudos de crescimento de *P. blainvillei* também apontaram diferenças nos parâmetros de crescimento entre as populações. Aparentemente, o tamanho ao nascer das populações do norte e do sul da distribuição é semelhante, com valores de comprimento inseridos na faixa de 70,0 a 80,0 cm (DANILEWICZ et al., 2002). Por outro lado, os indivíduos avaliados naqueles estudos atingiram comprimentos assintóticos diferentes na fase adulta para ambos os sexos. Os indivíduos de *P. blainvillei* do Rio de Janeiro atingiram comprimentos assintóticos de 121,9 cm em machos e de 145,6 cm em fêmeas

(DI BENEDITTO & RAMOS, 2001), enquanto que em São Paulo e no Paraná estes comprimentos foram menores, atingindo 113,3 cm e 129,1 cm para machos e fêmeas, respectivamente (BARRETO & ROSAS, 2006). Bertozzi (2009) estimou comprimentos assintóticos de 117,5 cm para machos e de 135,6 cm para fêmeas encontradas mortas no litoral meridional de São Paulo. Os maiores valores de comprimentos assintóticos foram observados para os indivíduos mais ao sul da distribuição da espécie. Botta et al. (2010) estimaram para os indivíduos do litoral do Rio Grande do Sul comprimentos assintóticos de 136,0 cm para machos e de 158,4 cm para fêmeas. Estudos realizados por Kasuya & Brownell (1979) e Walter (1997) apontaram para indivíduos da costa do Uruguai e Rio Grande do Sul comprimentos assintóticos de 133,3 cm e 138,0 cm para machos, e de 153,0 cm e 162,0 cm para fêmeas, respectivamente.

Em virtude das ameaças que as populações de *P. blainvillei* sofrem ao longo de sua restrita distribuição e por sua alta vulnerabilidade às capturas acidentais em redes de pesca (SICILIANO, 1994; BERTOZZI & ZERBINI, 2002; OTT et al., 2002; SECCHI et al., 2003), o atual status de conservação da espécie consta como 'Vulnerável', com a população tendendo à diminuição pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN ("*International Union for Conservation of Nature*", em inglês) (ZERBINI et al., 2017). No Brasil, *P. blainvillei* está categorizada como "Criticamente em Perigo" pela Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014).

O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864), também conhecido como "*Guiana dolphin*" em língua inglesa, é um cetáceo odontoceto de pequeno porte pertencente à família Delphinidae. Possui hábitos costeiros

associados a ambientes estuarinos e baías, especialmente áreas protegidas e de baixa profundidade, distribuindo-se ao longo da costa das Américas Central e Sul, desde Honduras (14°00'N) até Santa Catarina, no sul do Brasil (27°35'S) (DA SILVA & BEST, 1996; DA SILVA et al., 2010).

Os indivíduos de *S. guianensis* apresentam coloração de tons acinzentados na região dorsal com o ventre podendo variar de rosa a cinza claro (FLORES & DA SILVA, 2009) (Figura 2). Possuem nadadeiras peitorais estreitas e nadadeira dorsal triangular, rostro relativamente fino e alongado com melão demarcado, abrigando dentes que variam entre 30 a 36 na maxila e 28 a 34 na mandíbula (JEFFERSON et al., 2008). Na fase adulta, podem atingir aproximadamente 222,0 cm de comprimento e pesar até 121 kg (ROSAS et al., 2010).

Figura 2 – Grupo de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, avistado no estuário de Cananéia, São Paulo. Foto: Marcos Santos.

Variações genéticas podem estar relacionadas a algumas diferenças observadas no tamanho corporal dos indivíduos de *S. guianensis* ao longo de sua distribuição. Um estudo realizado considerando aspectos filogeográficos e estrutura populacional a partir de amostras de DNA de indivíduos de *S. guianensis* ao longo da costa brasileira apontou diferenças genéticas significativas entre as populações a nível regional e sugeriu a existência de ao menos três populações distintas, sendo uma distribuída na costa do Pará, outra no Rio Grande do Norte, e a terceira entre Rio de Janeiro e Santa Catarina (CUNHA et al., 2005). Da mesma forma, Caballero et al. (2010) apontaram diferenças genéticas ao comparar amostras contendo DNA de indivíduos ao longo de 900 km de sua distribuição. No entanto, pequenas diferenças genéticas foram encontradas entre as populações que vivem no litoral brasileiro, sugerindo que a perda de variação genética é consequência de uma expansão populacional.

A maturidade sexual para o boto-cinza foi estimada para o sudeste-sul do Brasil entre seis e sete anos de idade para machos e entre cinco e sete anos para fêmeas, ao atingirem comprimentos variando de 170,0 a 180,0 cm em machos e de 160,0 a 169,0 cm em fêmeas (ROSAS et al., 2010). A reprodução deve ocorrer ao longo do ano todo, com picos de nascimentos podendo variar sazonalmente em diferentes regiões (RAMOS et al., 2000). Estudos realizados por meio da leitura de camadas de crescimento do dente estimaram que a longevidade alcançada para indivíduos da espécie gira em torno de 30 a 35 anos de idade (ROSAS et al., 2003). Pelo acúmulo das camadas de crescimento na polpa do dente em indivíduos mais idosos, possivelmente esses valores estão subestimados.

Estudos sobre os padrões de crescimento dos indivíduos de *S. guianensis* tiveram início quando Borobia (1989) analisou indivíduos encontrados mortos ao longo de sua distribuição, e estimou o comprimento assintótico de 187,2 cm para a espécie, sendo alcançado por volta dos cinco anos. Posteriormente, Schmiegelow (1990) e Santos et al. (2003) estudaram o crescimento de indivíduos acidentalmente capturados em redes de pesca e encontrados mortos em praias dos estados de São Paulo e Paraná e estimaram valores mais baixos do comprimento assintótico, sendo de 182,6 cm e 179,8 cm, respectivamente, alcançados com seis e sete anos. Ramos et al. (2010) analisaram a morfologia de indivíduos de *S. guianensis* nas populações do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo a fim de avaliar a existência de variação geográfica no sudeste do Brasil. Aqueles autores verificaram que os valores de comprimento assintótico foram alcançados em média aos seis anos de idade, porém com tamanhos corporais distintos entre as populações. O comprimento assintótico atingido pelos indivíduos encontrados mortos na costa de São Paulo foi de 181,2 cm e menor do que o comprimento assintótico observado para as populações do Espírito Santo e Rio de Janeiro, que apresentaram valores de 199,2 cm e 187,9 cm, respectivamente. Di Benedetto & Ramos (2004) sugeriram que diferentes padrões da história de vida entre as populações de *S. guianensis* poderiam ocorrer ao longo de sua área de distribuição, tornando-se necessários estudos de outras regiões que corroborem com esta informação. É importante aqui frisar que todos esses estudos avaliaram machos e fêmeas em mesma amostragem, sem atentar para possível variação de padrões em crescimento ligado ao sexo.

Devido ao hábito essencialmente costeiro de *S. guianensis*, ameaças como capturas acidentais em operações de pesca, perda de habitat resultante da construção de marinas e portos, poluição química e sonora e sobre-exploração dos recursos vivos marinhos, tornam a espécie vulnerável (CRESPO et al., 2010). Embora haja um progresso em relação ao maior conhecimento da história de vida de *S. guianensis*, a espécie ainda está categorizada como “Deficiente em Dados” pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (SECCHI, 2012). No Brasil, o status de conservação da espécie consta como “Vulnerável” pela Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014).

Tanto para *P. blainvillei*, quanto para *S. guianensis*, estudos apontaram para possíveis variações geográficas ao longo das distribuições das duas espécies e que devem ser melhor compreendidas. Além disso, pelo número relativamente pequeno de trabalhos listados e comentados até aqui, nota-se que informações relacionadas à história de vida de pequenos cetáceos odontocetos que habitam a costa brasileira ainda são escassas.

1.2. Estimativa de idade

Estimar idades em cetáceos odontocetos é um passo fundamental para compreender nuances importantes relacionadas ao ciclo de vida de suas populações como, por exemplo, inferir sobre as idades de maturidade sexual e física, longevidade média e estrutura etária (HOHN et al., 1989). É também possível identificar os efeitos de distintos fatores envolvendo a dinâmica de populações, bem como, enveredar em aplicações de modelos populacionais para melhor conhecer os estoques vivos (BRYDEN, 1972; RAMOS & DI

BENEDITTO, 2005; HOHN, 2009). Em estudos relativos à biologia e história de vida de cetáceos odontocetos, a estimativa de idade é considerada prioridade, pois demonstra explicitamente a forma como os indivíduos alocam a energia para o crescimento e reprodução ao longo de suas vidas (CHIVERS, 2009).

Os cetáceos odontocetos, em sua maioria, são homodontes (dentes morfologicamente semelhantes), e todos eles são monofiodontes (dentição única). Seus dentes se formam no período pré-natal, erupcionam após alguns meses de vida e se tornam permanentes durante toda a vida (MYRICK, 1991). Eles são gastos com o tempo e com o atrito com o alimento, chegando à base da gengiva em indivíduos mais velhos. Os dentes são constituídos basicamente por três tecidos: esmalte, dentina e cemento, sendo que os dois últimos são depositados regularmente ao longo de suas vidas formando camadas de crescimento que representam o registro natural do processo de desenvolvimento desses mamíferos (BOYDE, 1980). Ao contrário da dentina, que pode ser depositada ao longo de toda a vida de um indivíduo ou até a completa obstrução da cavidade pulpar, a deposição no cemento ocorre de forma não interrupta e pode representar um registro de toda a vida pós-natal desse indivíduo (MYRICK, 1991).

As primeiras investigações para entender a relação entre a idade e a deposição de camadas de crescimento em dentes de mamíferos aquáticos iniciaram-se na década de 1930, quando foi examinado um corte longitudinal de um dente de cachalote (SCHEFFER & MYRICK, 1980). Com esta descoberta, uma técnica para estimar a idade em dentes de pinípedes foi desenvolvida e aperfeiçoada com o passar dos anos, tornando-se mundialmente um procedimento padrão em estudos sobre a história de vida de

mamíferos aquáticos (SCHEFFER, 1950; SCHEFFER & MYRICK, 1980; HOHN, 1990). Atualmente as técnicas histológicas têm sido realizadas com sucesso para estimar a idade de diversas espécies de odontocetos (HOHN, 2009), restando-se apenas se investir em mais tempo e dedicação de investigadores para descrever os padrões de leituras para cada espécie, conforme será explicitado a seguir.

O termo “Grupo de Camadas de Crescimento” (GLG, *Growth Layer Groups*, em língua inglesa) foi elaborado de maneira genérica para definir as camadas de crescimento na dentina e no cemento formadas por linhas paralelas que contrastam entre si em preparações histológicas e apresentam um padrão de deposição cíclica (PERRIN & MYRICK, 1980). As causas que provocam essa deposição ainda são desconhecidas (HOHN et al., 1989), e alguns fatores têm sido sugeridos como responsáveis, como variações sazonais na taxa de crescimento, mudanças na dieta e influências hormonais (BOYDE, 1980; SCHEFFER & MYRICK, 1980).

Até o presente momento, estudos desenvolvidos com algumas espécies de odontocetos em cativeiro ou em vida livre, mostraram que cada GLG corresponde à quantidade de tecido depositado durante um ano de vida de um indivíduo (HOHN et al., 1989). No entanto, a calibração das GLGs, isto é, a validação da idade estimada com a idade real do indivíduo, ainda é desconhecida para muitas espécies de odontocetos (HOHN, 2009). Nesses casos, sugere-se o uso de informações sobre os padrões de GLGs de espécies que já tiveram suas idades calibradas como uma abordagem alternativa para gerar melhores estimativas de idade (HOHN et al., 1989), uma vez que pelo menos dentro de grupos taxonômicos (e.g. delfínídeos), as camadas de

crescimento compartilham diversas semelhanças (PERRIN & MYRICK, 1980; HOHN, 1990).

1.3. *Crescimento*

O crescimento de um organismo compreende de maneira simplificada o aumento em tamanho ou massa em função do tempo. É, portanto, uma das atividades mais complexas na vida do indivíduo e representa o resultado de uma série de processos genéticos, bioquímicos e fisiológicos que podem ser alterados devido a aspectos ambientais, como disponibilidade de alimento e nutrientes, mudanças na temperatura, regime de luz, doenças e interações sociais intra e interespecíficas (BRETT, 1979; WOOTTON, 1990).

Para melhor compreender esses processos, modelos matemáticos são frequentemente aplicados para descrever a dinâmica do crescimento de muitas espécies, o que permite o estudo e a comparação de seus padrões de crescimento e desenvolvimento (MCFEE et al., 2010). Uma característica importante desses modelos é a capacidade de estimar alguns parâmetros biológicos que são importantes ferramentas para facilitar a compreensão do potencial crescimento da espécie e suas populações, suas adaptações ao ambiente, e sua vulnerabilidade a ameaças antrópicas (LARESE & CHIVERS, 2009).

Os modelos matemáticos de von Bertalanffy, Gompertz, Logístico e Richards têm sido os mais comumente utilizados para analisar o crescimento médio e estimar os parâmetros biológicos de diferentes espécies. No entanto, em estudos de crescimento de cetáceos, os modelos mais utilizados são o de Gompertz (e.g. HOHN et al., 1996; FERNANDEZ & HOHN, 1998; RAMOS et

al., 2000; SICILIANO et al., 2007) e o de von Bertalanffy (e.g. KASUYA & BROWNELL, 1979; COCKCROFT & ROSS, 1990; ROSAS et al., 2003; SANTOS et al., 2003). Barreto & Rosas (2006) destacaram a importância em se testar e comparar diferentes modelos para descrever o crescimento de uma espécie e não somente aplicar modelos que já foram testados anteriormente, pois a escolha do modelo deve ser feita a partir daquele que melhor se ajustar às características de crescimento da espécie em estudo.

No Brasil, as espécies de odontocetos mais acessíveis para estudos de estimativa de idade e crescimento devido às suas amplas distribuições e proximidade com a costa são *P. blainvillei* e *S. guianensis*. Os primeiros estudos realizados para as populações de *S. guianensis* foram desenvolvidos com o uso de bancos de dados menores e envolvendo as avaliações de curvas de crescimento para machos e fêmeas conjuntamente (e.g. BOROBIA, 1989; SCHIMIEGELOW, 1990; RAMOS et al., 2000; SANTOS et al., 2003; DI BENEDITTO & RAMOS, 2004). Com o passar do tempo e aumento do banco de material biológico, estudos posteriores passaram a descrever parâmetros de crescimento separadamente para os sexos (e.g. ROSAS et al., 2003; LIMA et al., 2017). Para *P. blainvillei* o processo em avanços de leitura de idades foi praticamente idêntico, com uma diferença singular envolvendo a produção de um importante artigo que descrevesse em detalhes as características-chave para a padronização de leitura de idades (PINEDO & HOHN, 2000). Pouco se sabe ainda sobre os potenciais efeitos do dimorfismo sexual em estudos sobre crescimento, mesmo que ainda desconhecido nos distintos estoques populacionais das referidas espécies.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivos (1) estimar a idade dos exemplares de *P. blainvillei* e *S. guianensis* acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016; (2) e avaliar os parâmetros de crescimento de comprimento assintótico, taxa de crescimento e comprimento médio ao nascer separadamente para machos e fêmeas obtidos por intermédio de diferentes modelos matemáticos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo localiza-se na região costeira do sudeste-sul do Brasil, entre o extremo sul do Estado de São Paulo (SP; 24°40'S) e norte do Paraná (PR; 25°30'S) (Figura 3). Os exemplares de *P. blainvillei* e *S. guianensis* provenientes de encalhes foram encontrados mortos nas praias de Ilha Comprida (SP), Marujá, na Ilha do Cardoso (SP) e Deserta, na Ilha do Superagui (PR) entre 1995 e 2016. Já os exemplares provenientes de capturas acidentais foram coletados em áreas de pesca de embarcações que utilizaram redes de emalhe e que estiveram sediadas no porto de Cananéia (SP) entre 2005 e 2007 e entre 2011 e 2016.

A Ilha Comprida é um município que possui características de ilha de barreira e apresenta aproximadamente 74 km de comprimento em extensão de praia e três km de largura. Encontra-se entre as desembocaduras do sistema

estuarino-lagunar de Cananéia, denominadas Barra de Icapara, localizada ao norte do sistema e a Barra de Cananéia, ao centro (TESSLER & SOUZA, 1998). A Praia do Marujá, localizada na Ilha do Cardoso, compreende aproximadamente 17 km de comprimento e dispõe-se junto à desembocadura sul do sistema, denominada Barra de Ararapira. Já a Praia Deserta, está localizada na Ilha do Superagui e compreende uma porção de 24 km de comprimento e cinco km de largura.

As três praias mencionadas estão inseridas em parte ou no todo nos limites da Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), da APA Estadual da Ilha Comprida, do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP), e do Parque Nacional do Superagui (PR), e compreendem aproximadamente 110 km de extensão entre elas. Além do monitoramento dessas praias e das áreas de pesca, alguns exemplares de *S. guianensis* encontrados mortos em águas estuarinas foram trazidos para pesquisa entre 1995 e 2016.

O sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape-Peruíbe possui estreitos canais que apresentam larguras entre um e três km, profundidade média em torno de seis metros, podendo chegar até 20 m, e recebe forte influência do Rio Ribeira de Iguape, que é o maior contribuidor de matéria orgânica terrestre, principalmente para as porções centrais e norte do sistema (TESSLER & SOUZA, 1998). Essa influência se intensificou após a abertura do canal artificial do Valo Grande, levando ao aumento do aporte de água doce e assoreamento da região, causando uma modificação completa dos processos hidrográficos e sedimentares nesse ambiente (MAHIQUES et al., 2014). Extensas áreas de marismas e manguezais caracterizam a região, que está

inserida no maior remanescente contínuo de Mata Atlântica do Brasil (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990), e características geomorfológicas sedimentares, como meandros, barras, ilhas, e bancos de areia e lama, podem ser encontradas nos arredores dos canais (BARCELLOS et al., 2009).

As águas costeiras da região são influenciadas por três principais massas d'água: a Água Tropical (AT), que é transportada pela Corrente do Brasil em direção ao sul, a Água Costeira (AC) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que misturadas geram a Água de Plataforma (EMÍLSSON, 1961; CASTRO & MIRANDA, 1998). Durante os meses de verão, a maior incidência de ventos nordeste favorece uma circulação que traz a ACAS mais próxima à plataforma continental e processos de ressurgência podem ser observados próximos à região, tornando as águas mais produtivas (MATSUURA, 1996; TESSLER & SOUZA, 1998).

Essa região é considerada de grande importância econômica, pois concentra uma elevada atividade de pescas artesanais e industriais (MENDONÇA et al., 2004), o que acaba favorecendo as interações negativas entre as embarcações e os pequenos cetáceos. Além de importante economicamente, a área de estudo é também considerada Patrimônio da Humanidade e Reserva da Biosfera da UNESCO, e recentemente passou a integrar o mais novo Sítio da Convenção de Ramsar, representando uma Área Úmida de Importância Internacional (CONVENTION ON WETLANDS OF INTERNATIONAL IMPORTANCE ESPECIALLY AS WATERFOWL HABITAT, 1971).

Figura 3 – Mapa da área de estudo indicando as porções sul do Estado de São Paulo e norte do Paraná onde os exemplares de *Pontoporia blainvillei* e *Sotalia guianensis* foram encontrados mortos ou capturados acidentalmente entre 1995 e 2016.

3.2. Coleta das amostras

O monitoramento das praias foi realizado a partir de incursões semanais ou mensais, onde cada exemplar encontrado encalhado foi devidamente registrado com coleta de material biológico, como amostras de pele, músculo, gônadas, estômago, crânios e dentes quando possível e dependendo do estado de decomposição do exemplar. As incursões foram efetuadas ao longo de um dia, utilizando veículos automotores ou bicicletas. O monitoramento das embarcações de pesca que utilizaram redes de emalhe em suas operações foi realizado por meio do preenchimento diário de um caderno de bordo. Os cadernos foram entregues aos mestres das embarcações com o

intuito de obter informações sobre a dinâmica da pesca local e sua interação com os cetáceos (ver SIDOU, 2008).

A estrutura logística para a realização de triagem de material biológico, necropsias e armazenamento de amostras esteve concentrada na base de pesquisas “Dr. João de Paiva Carvalho” administrada pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). Os exemplares coletados receberam um número de tombo em uma sequência de registros que compuseram a coleção de material biológico do Projeto Atlantis (PA), atualmente alocada no Laboratório de Biologia da Conservação de Mamíferos Aquáticos (LABCMA) vinculado ao IOUSP.

Os dados de medida de comprimento total dos exemplares foram obtidos com base em Norris (1961). Após a realização das necropsias, os crânios dos cetáceos odontocetos foram coletados separadamente, devidamente identificados e armazenados em recipiente com larvas de insetos para o processamento inicial, sendo posteriormente submetidos à limpeza final, onde os dentes foram extraídos e armazenados a seco.

3.3. *Técnica de estimativa de idade*

Foram analisados dentes de 159 exemplares de *P. blainvillei*, dos quais 87 foram machos e 72 foram fêmeas, e de 91 exemplares de *S. guianensis*, sendo 43 machos, 27 fêmeas e 21 indivíduos de sexo indeterminado. As idades para ambas as espécies foram estimadas por meio da técnica de contagem de GLGs presentes na dentina e no cimento dos dentes e o método adotado para a obtenção dos cortes histológicos seguiu protocolo apresentado

por Pinedo & Hohn (2000) para *P. blainvillei* e por Hohn et al. (1989) para *S. guianensis*. Todos os procedimentos foram realizados no LABCMA.

Inicialmente todos os dentes de *P. blainvillei* e *S. guianensis* passaram por uma seleção onde foram escolhidos os maiores, independente de suas posições na mandíbula ou maxila. Para *S. guianensis* a seleção ainda contou com os dentes que apresentaram a raiz menos curva e a coroa menos desgastada dentre os maiores. No geral foi utilizado apenas um dente de cada exemplar.

Os dentes de *S. guianensis*, por serem maiores, foram previamente seccionados por meio de uma cortadora de precisão de baixa velocidade, com discos de corte diamantados. Duas secções foram realizadas longitudinalmente no sentido labial-lingual do dente e então retiradas para a obtenção do fragmento central que possuía em torno de três mm de espessura. Esta etapa foi realizada com o intuito de permitir a melhor atuação do ácido descalcificador devido ao tamanho do dente. Os fragmentos centrais dos dentes de *S. guianensis* e os dentes inteiros de *P. blainvillei* foram colocados em cassetes histológicos previamente identificados e mantidos por 12 horas em formalina 10%, e posteriormente lavados em água corrente.

A descalcificação foi realizada por meio de um descalcificador comercial de ação rápida à base de ácido clorídrico. O tempo no descalcificador variou de uma a 15 horas para *P. blainvillei* e de uma a 16 horas para *S. guianensis*, dependendo da espessura e tamanho de cada dente. A descalcificação foi considerada completa quando o dente apresentou certa flexibilidade e transparência.

Após a lavagem total do descalcificador, os dentes foram cortados longitudinalmente em secções finas de 25 µm no sentido ântero-posterior para *P. blainvillei* e no sentido labial-lingual para *S. guianensis*, por meio de um micrótomo de deslizamento acoplado a um sistema de congelamento. Para envolver os dentes até que fossem congelados a -10°C utilizou-se um gel como meio de inclusão para congelamento de material biológico.

Os cortes mais próximos ao centro de cada dente foram selecionados e devolvidos aos cassetes histológicos, sendo estes selados com cola quente a fim de evitar com que os cortes se perdessem. Em seguida, os cortes foram corados com hematoxilina de Mayer e os tempos de imersão variaram de 20 a 40 minutos para *P. blainvillei* e de 30 a 60 minutos para *S. guianensis*. Após a coloração, os cassetes foram lavados em água corrente, secados e mergulhados rapidamente em uma solução contendo água e algumas gotas de solução farmacêutica de amônia por aproximadamente três segundos, a fim de intensificar a cor azulada dos cortes. Novamente os cassetes foram lavados, secados e imersos em solução de glicerina e água 50% por 30 minutos, em seguida em glicerina 100% até a montagem das lâminas.

Para a montagem das lâminas, foram selecionados até seis cortes de cada dente em que as camadas estivessem mais visíveis e com o menor número de danos gerados pela técnica. As lâminas foram montadas em glicerina pura a fim de aumentar o contraste entre as camadas de crescimento e posteriormente seladas. Os processos para a realização dos cortes histológicos dos dentes, assim como os tempos de imersão em cada solução ou reagentes encontram-se na Figura 4 e Tabela 1.

Figura 4 – Etapas para a realização dos cortes histológicos dos dentes de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e boto-cinza (*Sotalia guianensis*). **A:** pré-corte em cortadora de precisão para obtenção do fragmento central do dente de boto-cinza; **B:** dente descalcificado, posicionado no sentido labial-lingual e envolto em gel para secção em micrótomo de deslizamento; **C:** dente envolto em gel congelado a -10 °C; **D:** secções finas de 25 µm para seleção; **E:** armazenamento dos melhores cortes em cassetes histológicos identificados; **F:** confirmação da coloração dos cortes com Hematoxilina de Mayer; **G:** seleção dos cortes em glicerina pura para montagem das lâminas; **H:** lâminas finalizadas e seladas.

Tabela 1 – Descrição dos tempos de duração e quantidade de cada solução ou reagentes utilizados para a realização dos cortes histológicos dos dentes de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e boto-cinza (*Sotalia guianensis*) encontrados mortos ou capturados acidentalmente entre 1995 e 2016 no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná.

Espécie	Etapas	Solução/Reagente	Quantidade	Tempo
<i>P. blainvillei</i>	1	Formalina 10%	500 ml	12-15 horas
	2	Descalcificador	600 ml	1-15 horas
	3	Hematoxilina de Mayer	500 ml	20-40 minutos
	4	Água e amônia	200 ml	3-5 segundos
	5	Glicerina e água 50%	600 ml	30 minutos
	6	Glicerina 100%	600 ml	12-48 horas
<i>S. guianensis</i>	1	Formalina 10%	500 ml	12-15 horas
	2	Descalcificador	600 ml	1-16 horas
	3	Hematoxilina de Mayer	500 ml	30-60 minutos
	4	Água e amônia	200 ml	3-5 segundos
	5	Glicerina e água 50%	600 ml	30 minutos
	6	Glicerina 100%	600 ml	12-48 horas

3.4. Padronização das leituras

As leituras foram realizadas com apoio de fotomicrografias obtidas em microscópio óptico acoplado a uma câmera, nos aumentos de 50x e 100x. Quando não foi possível estimar a idade com uso das fotos, as lâminas foram conferidas em microscópio de luz nos aumentos de 100x e 400x.

Todas as idades foram estimadas por três pesquisadores independentes, sem referência aos dados biológicos para que não houvesse qualquer indução nas estimativas. As idades estimadas por cada pesquisador foram comparadas e discutidas, a fim de se chegar à estimativa mais precisa das idades dos exemplares. Para *P. blainvillei* foram consideradas GLGs completas na dentina as representadas por uma camada não corada estreita

seguida de uma camada corada larga e as GLGs completas no cimento foram representadas por uma camada estreita fortemente corada seguida de uma camada larga levemente corada. Para *S. guianensis* as GLGs completas na dentina foram representadas por uma camada estreita fortemente corada seguida de uma camada larga menos corada (Figura 5).

Os indivíduos de *P. blainvillei* com idades superiores a três anos tiveram suas idades estimadas principalmente pela contagem de GLGs no cimento, uma vez que a oclusão da cavidade pulpar ocorre prematuramente para esta espécie devido ao pequeno tamanho de seus dentes, dificultando a leitura das GLGs na dentina em indivíduos mais velhos (KASUYA & BROWNELL 1979; PINEDO & HOHN 2000). As idades dos exemplares de *S. guianensis* foram estimadas considerando apenas GLGs na dentina, pois as GLGs presentes no cimento dessa espécie são muito estreitas, o que dificulta a leitura. Neste trabalho cada GLG completa foi considerada como correspondente a um ano de vida para cada indivíduo investigado, conforme adotado em estudos anteriores para *P. blainvillei* (PINEDO & HOHN, 2000; RAMOS et al., 2000; BOTTA et al., 2010) e para *S. guianensis* (RAMOS et al., 2000; ROSAS et al., 2003; SANTOS et al., 2003).

Figura 5 – Fotomicrografias de um corte labial-lingual de dente de um exemplar de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, com 17 anos **(A)** e de um corte ântero-posterior de dente de um exemplar de toninha, *Pontoporia blainvillei*, com três anos de idade **(B)**. As linhas sólidas na dentina e no cimento representam o limite dos grupos de camadas de crescimento ou GLGs.

3.5. Análises dos dados

3.5.1. Exploração dos dados

Com base na estatística descritiva das variáveis investigadas foram calculados os valores de média, mediana, amplitude e desvio-padrão da idade (anos) e do comprimento total (cm) para todos os exemplares agrupados e para machos e fêmeas separados de ambas as espécies.

A normalidade dos dados foi testada por meio do teste de Shapiro-Wilk, a fim de verificar se o conjunto de dados das variáveis seguia uma distribuição normal de probabilidade (SOKAL & ROHLF, 1981). Para verificar se existiam diferenças significativas na estrutura etária de machos e fêmeas, bem como, para verificar a existência de dimorfismo sexual entre os comprimentos totais de machos e fêmeas, o teste t de Student foi aplicado aos dados de *P. blainvillei* e o teste não paramétrico de Wilcoxon aos dados de *S. guianensis*, visto que o conjunto de dados das variáveis dessa espécie não seguia uma distribuição normal de probabilidade. As distribuições dos comprimentos totais entre machos e fêmeas de ambas as espécies foram comparadas por classe etária a fim de verificar se existiria um crescimento diferenciado por idade. Para avaliar se a mortalidade observada neste estudo estava enviesada para um dos sexos, foi investigado por meio do teste qui-quadrado se haviam diferenças significativas nas proporções de machos e fêmeas aleatoriamente encontrados mortos na área de estudo (ZAR, 2010).

As análises dessa primeira etapa foram realizadas com o uso do programa R versão 3.2.4 (R. CORE TEAM, 2016), utilizando-se o pacote 'stats'

para as funções estatísticas básicas. Para todos os testes foi considerado o nível de significância $p < 0,05$.

3.5.2. Seleção dos modelos de crescimento

Para descrever o crescimento de *P. blainvillei* e *S. guianensis*, quatro modelos de crescimento foram aplicados aos dados de idade e comprimento total dos exemplares, sendo eles o de von Bertalanffy, Gompertz, Logístico, e Richards (ver RICKER, 1975; 1979), onde o t correspondeu aos valores de idade e o $L_{(t)}$ aos valores de comprimento total na idade t . Os modelos candidatos são representados pelas seguintes equações:

$$\text{von Bertalanffy: } L_{(t)} = L_{\infty} (1 - \exp(-k(t - t_0)))$$

$$\text{Gompertz: } L_{(t)} = L_{\infty} * \exp(-\exp(-k(t - t_0)))$$

$$\text{Logístico: } L_{(t)} = L_{\infty} / (1 + \exp(-k(t - t_0)))$$

$$\text{Richards: } L_{(t)} = L_{\infty} (1 - b * \exp(-k * t))^M$$

Onde, L_{∞} = comprimento máximo assintótico; k = taxa de crescimento que determina a velocidade com que o indivíduo alcança L_{∞} ; t_0 = idade teórica em que o indivíduo teria comprimento zero; b = parâmetro que ajusta a inclinação e o ponto de inflexão da curva; M = parâmetro que determina a posição do ponto de inflexão da curva.

A qualidade de ajuste de cada modelo foi avaliada por meio de índices estatísticos como o coeficiente de determinação (r^2) e o Critério de Informação de Akaike (AIC, *Akaike Information Criteria*, em inglês) (AKAIKE, 1998). O método de AIC permite verificar o quão ajustado o modelo está aos dados por

meio de um balanço entre o número de parâmetros estimados e o ajuste do modelo. No entanto, para os casos em que a razão entre o tamanho da amostra (n) e o número de parâmetros do modelo (K) é menor que 40, os valores de AIC podem não ser precisos (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Nestes casos, recomenda-se o uso do valor de AIC corrigido (AIC_c) e seus valores de delta (ΔAIC_c), sendo representado pela seguinte equação:

$$AIC_c = AIC + 2K(K + 1) / n - K - 1$$

Os modelos que apresentaram valores de ΔAIC_c entre zero e dois foram considerados fortemente competitivos, enquanto que valores de ΔAIC_c entre quatro e sete foram considerados moderados, e valores de ΔAIC_c acima de dez foram considerados pouco competitivos (*Ibid.*).

As equações dos modelos candidatos foram ajustadas de forma não linear pelo método de Levenberg-Marquardt, minimizando a soma dos quadrados dos resíduos. Em função do número de amostras de machos e fêmeas disponíveis para cada espécie, neste estudo foram elaboradas curvas de crescimento para machos e fêmeas de *P. blainvillei* separadamente, e curvas para machos e fêmeas de *S. guianensis* separadamente, e para todos os indivíduos conjuntamente. Independente de haver uma alta representatividade de indivíduos sem sexagem conhecida para *S. guianensis*, os mesmos foram utilizados em investigações englobando todo o conjunto de dados, uma vez que não houve diferença significativa nos comprimentos totais entre os sexos para o estoque populacional estudado. Para a confecção das

curvas de crescimento de *S. guianensis*, o exemplar PA-067 foi excluído por ser um possível feto com 74,0 cm de comprimento total.

Todos os modelos foram ajustados com o uso do programa R versão 3.2.4 (R. CORE TEAM, 2016) utilizando-se os pacotes 'minpack.lm' e 'FSA' para o ajuste dos modelos (ELZHOV et al., 2016; OGLE, 2017), 'AICcmodavg' para a escolha dos modelos (MAZEROLLE, 2017), e 'graphics' para a confecção das curvas de crescimento.

Para fins de comparação entre os resultados obtidos neste estudo e os resultados disponíveis na literatura, foi realizada uma compilação dos parâmetros de crescimento estimados para as populações de ambas as espécies ao longo de suas distribuições.

4. RESULTADOS

4.1. *Proporção sexual*

As proporções entre machos e fêmeas nas amostras das espécies analisadas não foram estatisticamente diferentes. Do total de indivíduos de *P. blainvillei*, 87 foram machos e 72 foram fêmeas, representando uma proporção semelhante de 54,7% e 45,3%, respectivamente ($\chi^2 = 1,42$; $p = 0,23$; $n = 159$). Dentre o total de exemplares de *S. guianensis*, 43 foram machos, 27 foram fêmeas e 21 indivíduos não tiveram o sexo determinado e, embora não tenham sido encontradas diferenças significativas ($\chi^2 = 3,66$; $p = 0,06$; $n = 70$), a proporção de machos (61,4%) foi relativamente maior que a de fêmeas (38,6%).

4.2. Estrutura etária

As idades estimadas para os 159 exemplares de *P. blainvillei* variaram de zero a 20 anos (Figura 6). Houve maior frequência de indivíduos na faixa etária de zero a três anos, representando 85,5% do total da amostra. Notadamente, esta é uma forte evidência de mortalidade direcionada para os indivíduos mais novos da população estudada. Em relação à distribuição de idade por sexo, a predominância de indivíduos com idades de até três anos manteve-se constante para machos e fêmeas, representando 85,1% e 86,1%, respectivamente. As idades estimadas aos machos distribuíram-se entre zero e 20 anos e às fêmeas entre zero e 16 anos. Até o presente momento este é o maior valor de idade estimada para um macho de *P. blainvillei* ao longo de sua distribuição.

Figura 6 – Estrutura etária dos 87 machos e 72 fêmeas de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

Dos 91 exemplares de *S. guianensis* que tiveram suas idades estimadas, a estrutura etária distribuiu-se de zero a 32 anos (Figura 7). A distribuição de idades estimadas para esta espécie esteve um pouco mais homogênea quando comparada com *P. blainvillei*, com uma maior concentração de indivíduos encontrados mortos com idades variando entre zero e três anos de idade (36,3% do total). Comparado com *P. blainvillei*, a mortalidade observada para *S. guianensis* mostrou-se sutilmente enviesada para os indivíduos mais novos, com maior homogeneidade nas representações para os indivíduos adultos. As idades estimadas aos machos apresentaram maior distribuição variando entre zero e 32 anos, enquanto que as fêmeas apresentaram distribuição etária entre zero e 26 anos.

Não foram encontradas diferenças significativas na distribuição das idades entre machos e fêmeas de *P. blainvillei* (teste *t*, $t = 0,52$; $p = 0,61$; $n = 159$) e de *S. guianensis* (Wilcoxon; $W = 684$; $p = 0,21$; $n = 70$).

A estatística descritiva (valores de média, mediana, amplitude e desvio-padrão) das idades estimadas para o total dos indivíduos e por sexo de ambas as espécies encontra-se na Tabela 2.

Figura 7 – Estrutura etária dos 43 machos, 27 fêmeas e 21 indivíduos de sexo indeterminado de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

Tabela 2 – Valores de média, mediana, amplitude e desvio-padrão das idades estimadas (anos) para o total de indivíduos e por sexo de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, e boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

Espécie	Valores	Total (n=159)	Machos (n=87)	Fêmeas (n=72)
<i>P. blainvillei</i>	Média	2,5	2,6	2,3
	Mediana	1,0	1,0	1,0
	Amplitude	0 - 20	0 - 20	0 - 16
	Desvio-padrão	3,8	4,1	3,3
		Total (n=91)*	Machos (n=43)	Fêmeas (n=27)
<i>S. guianensis</i>	Média	9,2	8,9	7,5
	Mediana	6,0	7,0	4,0
	Amplitude	0 - 32	0 - 32	0 - 26
	Desvio-padrão	8,8	7,5	7,9

*Incluem-se na somatória 21 indivíduos de sexo indeterminado.

4.3. Comprimento do corpo

O comprimento total dos exemplares de *P. blainvillei* variou de 59,0 a 125,0 cm para machos e de 66,5 a 146,0 cm para fêmeas (Figura 8). As diferenças encontradas entre os comprimentos totais de machos e fêmeas foram significativas (teste *t*; $t = -2,96$; $p = 0,003$; $n = 159$). Esses resultados eram esperados uma vez que a existência de dimorfismo sexual já tinha sido apresentada para a espécie. No entanto, esse dimorfismo foi significativo somente em indivíduos com idades a partir de dois anos de idade (teste *t*; $t = -3,94$; $p = 0,0004$, $n = 130$).

Figura 8 – Frequência absoluta da distribuição do comprimento total dos 87 machos e 72 fêmeas de toninha, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

Já para os exemplares de *S. guianensis*, os comprimentos totais variaram de 111,0 a 200,0 cm em machos e de 99,0 a 200,0 cm em fêmeas (Figura 9). Para esta espécie, não foram observadas diferenças significativas

entre os comprimentos totais de machos e fêmeas (Wilcoxon; $W= 700,50$; $p= 0,15$; $n= 70$).

Para *P. blainvillei* o macho mais velho analisado apresentou 125,0 cm de comprimento total e a fêmea mais velha apresentou 132,0 cm. O macho mais velho de *S. guianensis* analisado apresentou 200,0 cm de comprimento total e a fêmea mais velha 183,0 cm. Considerando comprimento total e idade, nota-se que as fêmeas mais idosas de ambas as espécies não apresentaram valores máximos de comprimentos corporais, o que é esperado em mamíferos devido à alta heterogeneidade em tamanho relativo à idade do grupo.

Os valores de média, mediana, amplitude e desvio-padrão para o comprimento do corpo para o total dos indivíduos e por sexo de ambas as espécies encontram-se na Tabela 3.

Figura 9 – Frequência absoluta da distribuição do comprimento total dos 43 machos, 27 fêmeas e 21 indeterminados de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

Tabela 3 – Valores de média, mediana, amplitude e desvio-padrão do comprimento total do corpo (cm) para o total de indivíduos e por sexo de *Pontoporia blainvillei*, e *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

Espécie	Valores	Total (n=159)	Machos (n=87)	Fêmeas (n=72)
<i>P. blainvillei</i>	Média	109,3	106,0	113,2
	Mediana	111,0	110,0	113,5
	Amplitude	59,0 - 146,0	59,0 - 125,0	66,5 - 146,0
	Desvio-padrão	15,6	12,6	17,9
		Total (n=91)*	Machos (n=43)	Fêmeas (n=27)
<i>S. guianensis</i>	Média	162,8	168,1	159,0
	Mediana	172,0	175,0	164,0
	Amplitude	74,0 - 200,0	111,0 - 200,0	99,0 - 200,0
	Desvio-padrão	28,9	22,5	26,4

*Incluem-se na somatória 21 indivíduos de sexo indeterminado.

Quando comparados por idade, os comprimentos totais dos indivíduos de *P. blainvillei* apresentaram as maiores variações corporais entre as idades zero e dois anos tanto para machos quanto para fêmeas (Figura 10).

Figura 10 – *Boxplot* da distribuição de valores observados de comprimento total em relação às idades estimadas para machos e fêmeas de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

A Figura 11 apresenta as variações corporais dos machos e fêmeas de *S. guianensis* em relação às idades estimadas. Os comprimentos de machos tiveram maiores variações em indivíduos com idades entre três e cinco anos. Já para as fêmeas, essas variações foram mais frequentes em indivíduos com idades entre um e três anos.

Figura 11 – *Boxplot* da distribuição de valores observados de comprimento total em relação às idades estimadas para machos e fêmeas de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016.

4.4. Modelos de crescimento

Os quatro modelos de crescimento candidatos ao ajuste dos dados de idade e comprimento total dos exemplares de *P. blainvillei* e *S. guianensis* foram testados com o intuito de encontrar aquele que melhor descrevesse o crescimento das espécies estudadas com o banco de dados disponível. Dentre eles, todos forneceram ajustes adequados de acordo com os valores obtidos por AIC_c , ΔAIC_c , e r^2 (Tabelas 4 e 5), sendo considerados modelos fortemente ou moderadamente competitivos segundo BURNHAM & ANDERSON (2002).

O modelo de von Bertalanffy foi tido como o mais parcimonioso para descrever o crescimento de machos de *P. blainvillei* e de machos, fêmeas e do total dos exemplares de *S. guianensis* (ver Tabelas 4 e 5). Já para as fêmeas de *P. blainvillei* o crescimento foi melhor descrito pelo modelo Logístico (ver Tabela 4).

No geral, as trajetórias de crescimento preditas por cada modelo foram bastante similares nas fases iniciais das curvas, resultando em uma sobreposição entre elas (Figuras 12 e 13). No entanto, para os machos de *P. blainvillei* e para machos, fêmeas e para o total de exemplares de *S. guianensis*, a trajetória de crescimento predita pelo modelo de Richards destacou-se em relação às outras por apresentar menor inclinação no ponto de inflexão e maior inclinação nas extremidades das curvas (Figuras 12A e 13A-C). Já para as fêmeas de *P. blainvillei* as trajetórias de crescimento preditas pelos modelos foram bastante similares ao longo de toda a curva (Figura 12B).

Tabela 4 – Seleção dos modelos candidatos para descrever o crescimento dos exemplares de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Para cada modelo são apresentados os valores de AICc, $\Delta AICc$, r^2 e verossimilhança (logLik), sendo o modelo mais parcimonioso destacado em negrito.

n	Modelos	AIC _c	ΔAIC_c	r^2	logLik
Machos= 87	von Bertalanffy	607,39	0,00	0,64	-299,45
	Gompertz	607,55	0,16	0,64	-299,53
	Logístico	607,72	0,33	0,64	-299,62
	Richards	608,96	1,57	0,64	-299,11
Fêmeas= 72	Logístico	527,75	0,00	0,78	-259,58
	Gompertz	527,81	0,06	0,78	-259,61
	von Bertalanffy	527,98	0,28	0,78	-259,69
	Richards	530,06	2,31	0,78	-259,58

Tabela 5 – Seleção dos modelos candidatos para descrever o crescimento dos exemplares de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Para cada modelo são apresentados os valores de AIC_c , ΔAIC_c , r^2 e verossimilhança (LogLik), sendo o modelo mais parcimonioso destacado em negrito.

n	Modelos	AIC_c	ΔAIC_c	r^2	logLik
Machos= 43	von Bertalanffy	337,80	0,00	0,75	-164,37
	Gompertz	338,42	0,63	0,75	-164,68
	Richards	338,81	1,02	0,76	-163,59
	Logístico	339,02	1,23	0,74	-164,98
Fêmeas= 27	von Bertalanffy	217,61	0,00	0,81	-103,90
	Gompertz	217,88	0,27	0,81	-104,03
	Logístico	218,16	0,55	0,80	-104,17
	Richards	220,36	2,75	0,81	-103,75
Total= 90*	von Bertalanffy	705,46	0,00	0,82	-348,49
	Richards	706,51	1,05	0,82	-347,90
	Gompertz	706,87	1,41	0,82	-349,20
	Logístico	708,44	2,98	0,81	-349,99

*Incluem-se na somatória 20 indivíduos de sexo indeterminado.

Figura 12 – Representação visual dos ajustes de cada um dos modelos de crescimento em relação aos dados de comprimento total e idade dos exemplares de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. (**A**: Machos, n= 87; **B**: Fêmeas, n= 72). As linhas sólidas representam as trajetórias de crescimento preditas pelos respectivos modelos.

Figura 13 – Representação visual dos ajustes de cada um dos modelos de crescimento em relação aos dados de comprimento total e idade dos exemplares de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. (**A:** Machos, n= 43; **B:** Fêmeas, n= 27; **C:** Total, n= 90). As linhas sólidas representam as trajetórias de crescimento preditas pelos respectivos modelos.

4.5. *Curvas de crescimento*

Embora o modelo Logístico tenha se ajustado melhor aos dados de fêmeas de *P. blainvillei*, para fins comparativos o modelo de von Bertalanffy foi escolhido para descrever a trajetória de crescimento de todos os indivíduos de ambas as espécies, visto que para a maioria dos casos ele foi considerado o mais parcimonioso (ver Tabelas 4 e 5).

O ajuste do modelo de von Bertalanffy aos dados de idade e comprimento total dos indivíduos de *P. blainvillei* resultou em um valor de comprimento assintótico de 116,7 cm para machos e de 135,7 cm para fêmeas (Tabela 6). O valor da taxa de crescimento estimado para os machos (1,13) foi superior ao estimado para as fêmeas (0,64). Os comprimentos ao nascer estimados por meio da equação de von Bertalanffy resultaram em valores teóricos de 85,9 cm e 88,5 cm para machos e fêmeas, respectivamente.

Para os exemplares de *S. guianensis*, o modelo de von Bertalanffy estimou comprimentos assintóticos praticamente idênticos englobando machos e fêmeas separados ou todos os exemplares juntos (Tabela 7). Assim se procedeu com as taxas de crescimento estimadas para machos e fêmeas separados ou todos os indivíduos agrupados. Os comprimentos ao nascer foram estimados em valores teóricos de 107,2 cm para machos e 104,5 cm para fêmeas separadamente, e de 95,7 cm para todos os exemplares agrupados.

Como esperado, as fases iniciais em cada uma das curvas foram caracterizadas por um rápido crescimento antes de se estabilizarem à medida em que os indivíduos se aproximavam da fase assintótica. Os machos de *P. blainvillei* tiveram um crescimento acelerado nos primeiros anos de vida e

atingiram o comprimento assintótico entre três e quatro anos de idade, enquanto que as fêmeas tiveram crescimento acelerado por um período maior de tempo, chegando à fase assintótica entre cinco e seis anos (Figura 15).

Os indivíduos de *S. guianensis* investigados tiveram crescimentos muito semelhantes em todas as fases e não foram observadas diferenças marcantes para as curvas de machos e fêmeas separados, e do total de exemplares agrupados (Figura 16). Todos eles tiveram um crescimento acelerado entre os primeiros anos de vida e a fase assintótica foi alcançada entre dez e onze anos de idade.

Tabela 6 – Parâmetros de crescimento estimados pelos modelos candidatos para machos e fêmeas de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Os parâmetros destacados em negrito representam os valores estimados pelo modelo adotado neste estudo. L^∞ = comprimento assintótico; k = taxa de crescimento; t_0 = idade teórica no comprimento zero; M = determina a posição do ponto de inflexão da curva.

n	Modelos	L^∞	k	t_0	M
Machos= 87	von Bertalanffy	116,71	1,13	-1,18	-
	Gompertz	116,56	1,24	-0,95	-
	Logístico	116,41	1,36	-0,76	-
	Richards	117,82	0,47	-0,95	0,11
Fêmeas= 72	Logístico	135,17	0,84	-0,78	-
	Gompertz	135,45	0,74	-1,17	-
	von Bertalanffy	135,74	0,64	-1,65	-
	Richards	135,15	0,85	-0,57	-0,92

Tabela 7 – Parâmetros de crescimento estimados pelos modelos candidatos para machos e fêmeas separados e para o total dos exemplares de botos-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. Os parâmetros destacados em negrito representam os valores estimados pelo modelo adotado neste estudo. L^∞ = comprimento assintótico; k = taxa de crescimento; t_0 = idade teórica no comprimento zero; M = determina a posição do ponto de inflexão da curva.

n	Modelos	L^∞	k	t_0	M
Machos=43	von Bertalanffy	183,91	0,35	-2,54	-
	Gompertz	182,98	0,42	-1,56	-
	Richards	189,73	0,15	-0,94	0,21
	Logístico	182,24	0,49	-0,82	-
Fêmeas=27	von Bertalanffy	183,89	0,34	-2,47	-
	Gompertz	183,29	0,40	-1,53	-
	Logístico	182,82	0,45	-0,80	-
	Richards	185,59	0,24	-0,83	0,35
Total= 90*	von Bertalanffy	183,38	0,41	-1,80	-
	Richards	184,96	0,29	-0,84	0,38
	Gompertz	182,71	0,50	-0,96	-
	Logístico	182,20	0,58	-0,33	-

*Incluem-se na somatória 20 indivíduos de sexo indeterminado.

Figura 14 – Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy dos 87 machos e 72 fêmeas de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. As linhas sólidas e tracejadas representam as trajetórias de crescimento preditas pelo modelo.

Figura 15 – Curvas de crescimento ajustadas pelo modelo de von Bertalanffy dos 90 exemplares agrupados, e dos 43 machos e 27 fêmeas de botos-cinza, *Sotalia guianensis*, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encontrados mortos entre o sul de São Paulo e norte do Paraná entre 1995 e 2016. As linhas sólidas, tracejadas e pontilhadas representam as trajetórias de crescimento preditas pelo modelo.

Os parâmetros de crescimento obtidos para machos e fêmeas de *P. blainvillei* no presente estudo e em trabalhos anteriores encontram-se na Tabela 8. Já os parâmetros de crescimento obtidos para os exemplares de *S. guianensis* encontram-se na Tabela 9.

Tabela 8 – Valores de comprimento teórico ao nascer (L_0), comprimento assintótico (L_∞), idade ao atingir L_∞ e os modelos de crescimento utilizados (G= Gompertz; VB= von Bertalanffy) para machos (M) e fêmeas (F) de toninha, *Pontoporia blainvillei*, disponíveis ao longo de sua distribuição. Os valores destacados em negrito correspondem aos parâmetros de crescimento estimados no presente estudo. n é o número amostral apresentado por sexo.

Fonte	Local	L_0		L_∞		Idade em L_∞		Modelo	n	
		M	F	M	F	M	F		M	F
Ramos et al. (2000)	Rio de Janeiro	71,0	71,0	117,1	144,7	3	4	G	39	43
Di Benedetto & Ramos (2001)	Rio de Janeiro	-	-	121,9	145,6	3-5	3-9	G	60	57
Ramos et al. (2002)	Rio de Janeiro	70,3	70,2	122,0	140,9	4	5	G	27	19
Ramos et al. (2002)	São Paulo	68,5	67,3	120,5	134,0	4	5	G	13	10
Bertozzi (2009)	São Paulo	-	-	117,5	135,6	-	-	VB	48	32
Barreto & Rosas (2006)	São Paulo e Paraná	-	-	113,3	129,1	4	10	VB	23	18
Presente estudo	São Paulo e Paraná	85,9	88,5	116,7	135,7	3-4	5-6	VB	87	72
Barreto & Rosas (2006)	Rio Grande do Sul	-	-	129,8	146,3	4	6	VB	59	48
Botta et al. (2010)	Rio Grande do Sul	104,0	109,0	136,6	161,7	-	-	VB	156	134
Kasuya & Brownell (1979)	Uruguai	70-85	70-85	133,3	153,0	3-4	4	G	97	121
Denuncio et al. (2017)	Argentina	68,0	70,3	122,1	136,3	-	-	VB	19	23

Tabela 9 – Valores de comprimento teórico ao nascer (L_0), comprimento assintótico (L_∞), idade ao atingir L_∞ e os modelos de crescimento utilizados (G= Gompertz; VB= von Bertalanffy) para os exemplares de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, disponíveis ao longo de sua distribuição. Os valores destacados em negrito correspondem aos parâmetros de crescimento estimados no presente estudo. n é o número amostral total de indivíduos somando machos, fêmeas e indivíduos de sexo indeterminado.

Fonte	Local	L_0	L_∞	Idade em L_∞	Modelo	n
Borobia (1989)	Ao longo da distribuição	105,0	187,2	5	G	24
Lima et al. (2017)	Espírito Santo	-	182,0	5-6	G	44
Ramos et al. (2010)	Espírito Santo	148,3	199,2	6	G	31
Ramos et al. (2000)	Rio de Janeiro	106,0	191,7	7	G	66
Di Benedetto & Ramos (2004)	Rio de Janeiro	106,0	191,0	-	G	99
Ramos et al. (2010)	Norte Rio de Janeiro	108,9	190,0	6	G	125
Ramos et al. (2010)	Sul Rio de Janeiro	98,4	187,6	6	G	60
Ramos et al. (2010)	São Paulo	90,9	181,2	6	G	95
Schmiegelow (1990)	São Paulo e Paraná	91,2	182,6	6	VB	22
Rosas et al. (2003)	São Paulo e Paraná	89,5	179,5	-	VB	71
Santos et al. (2003)	São Paulo e Paraná	97,8	179,8	7	VB	27
Presente estudo	São Paulo e Paraná	95,7	183,4	10-11	VB	90

5. DISCUSSÃO

Para os exemplares que tiveram suas idades estimadas e foram analisados neste estudo, a proporção entre machos e fêmeas nas amostras de *P. blainvillei* e *S. guianensis* não apresentou diferenças significativas. Sendo assim, a proporção sexual de 1:1 envolvendo machos e fêmeas observada neste estudo pode servir como um proxy para concluir que, com a amostragem aleatória de exemplares encontrados mortos, não houve direcionamento da mortalidade no período de estudo para quaisquer dos sexos. Os resultados encontrados na proporção sexual dos indivíduos de *P. blainvillei* são similares ao padrão observado para outras populações ao longo de sua distribuição, como por exemplo, para o litoral do Rio de Janeiro (DI BENEDITTO & RAMOS, 2001), São Paulo (BERTOZZI, 2009), Rio Grande do Sul (PINEDO, 1991), Argentina (NEGRI et al., 2014) e Uruguai (KASUYA & BROWNELL, 1979).

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas na proporção sexual em indivíduos de *S. guianensis*, foi observada uma frequência ligeiramente maior de machos (61,4%) em relação às fêmeas (38,6%), sendo que alguns indivíduos ainda foram classificados como sexagem indeterminada. Resultados similares foram obtidos por Ramos (1997) para os indivíduos do norte do Rio de Janeiro, onde os machos foram mais frequentes que as fêmeas, representando 62% e 38%, respectivamente.

As diferenças encontradas entre as proporções sexuais na frequência de capturas de cetáceos podem ser resultado de segregação sexual (PERRIN et al., 1994). Neste sentido, os resultados obtidos para *P. blainvillei* sugerem que possivelmente não ocorra segregação sexual entre os indivíduos na região

estudada. Já para *S. guianensis*, a maior frequência encontrada para os machos pode estar relacionada ao comportamento destes indivíduos, bem como, possíveis mudanças no uso de área e formações de grupo que podem resultar em uma maior vulnerabilidade de alguns indivíduos dentro de uma população (RAMOS, 1997). Oshima et al. (2010) analisaram as áreas de uso dos indivíduos de *S. guianensis* no estuário de Cananéia entre 2000 e 2003 e verificaram que os potenciais machos foram observados em áreas de maiores alcances (22,9 km²) quando comparados com as fêmeas (1,6 km²). No entanto, comparações entre o uso de área envolvendo os sexos não foram possíveis naquele estudo devido ao número amostral reduzido.

A estrutura etária dos exemplares de *P. blainvillei* revelou uma alta porcentagem de indivíduos com idades entre zero e três anos (85,5%). Estes resultados corroboram com as informações disponíveis na literatura, onde altas taxas de mortalidade de indivíduos com idades inferiores a quatro anos foram registradas (e.g. 77,5% - KASUYA & BROWNELL, 1979; 74% - DI BENEDITTO & RAMOS, 2001; 69% - NEGRI et al., 2014; 92% - DENUNCIO et al., 2017). Bertozzi (2009) reportou um alto índice de indivíduos com idades entre zero e três anos para uma região próxima à área estudada, correspondendo a 80% do total de sua amostra. Botta (2005) constatou uma mortalidade de 80,6% para os machos com idades inferiores a três anos no litoral do Rio Grande do Sul. Este padrão também tem sido reportado para outras espécies de pequenos cetáceos com histórias de vida similares a de *P. blainvillei*, como por exemplo, a vaquita (*Phocoena sinus*, HOHN et al., 1996) e o golfinho-do-porto (*Phocoena phocoena*, READ & GASKIN, 1990; READ & HOHN, 1995).

O comportamento de curiosidade e a inexperiência que tornam esses indivíduos mais novos suscetíveis à captura em redes de pesca podem estar relacionados a essas altas taxas encontradas (PERRIN et al., 1994). Recomenda-se que estudos voltados à avaliação de mortalidade de pequenos cetáceos considere a inclusão dos dados de estrutura etária em avaliações futuras sobre impactos antrópicos em estoques populacionais regionalmente.

A distribuição de idades estimadas para os exemplares de *S. guianensis* se apresentou relativamente homogênea no presente estudo. Estudos anteriores envolvendo outras populações de *S. guianensis* também apresentaram estruturas etárias homogeneamente distribuídas, com representações nas classes etárias de zero até aproximadamente 30 anos (ROSAS et al., 2003; SANTOS et al., 2003; DI BENEDITTO & RAMOS, 2004; LIMA et al., 2017). Apesar de bem distribuída, a estrutura etária de *S. guianensis* revelou uma maior concentração de indivíduos com idades entre zero e três anos (36,3%). Di Benedetto & Ramos (2004) relataram uma alta mortalidade (80%) para os indivíduos com idades entre zero e seis anos no litoral do Rio de Janeiro. Rosas et al. (2003) ao investigar indivíduos encontrados mortos na costa de São Paulo e Paraná reportou uma porcentagem de 46,5% para os indivíduos com até seis anos de idade. Para fins comparativos, os indivíduos de até seis anos encontrados neste estudo representaram 52,7% do total da amostra. Esses resultados podem indicar uma maior vulnerabilidade dos indivíduos mais novos a possíveis ameaças naturais e/ou antrópicas por serem mais inexperientes e curiosos que os adultos.

Quando comparados os comprimentos totais de machos e fêmeas de *P. blainvillei*, o presente estudo corroborou com a anteriormente constatada

existência de dimorfismo sexual para outros estoques populacionais da espécie (KASUYA & BROWNELL, 1979; PINEDO, 1991; DI BENEDITTO & RAMOS, 2001; RAMOS et al., 2002; BOTTA et al., 2010), com as fêmeas se apresentando maiores do que os machos também para o estoque populacional investigado. A fêmea de maior comprimento total analisada mediu 146,0 cm e teve a idade estimada em dez anos, e o macho com maior comprimento mediu 125,0 cm e teve a idade estimada em 20 anos. Após realizar uma análise comparativa entre os comprimentos totais de machos e fêmeas por idade estimada, constatou-se que o dimorfismo sexual foi significativo somente em indivíduos com idades a partir dos dois anos. Ramos et al. (2000) compararam os comprimentos totais entre machos e fêmeas de *P. blainvillei* e verificaram que para os indivíduos analisados no litoral norte do Rio de Janeiro o dimorfismo sexual foi significativo somente a partir dos quatro anos de idade. Kasuya & Brownell (1979) observaram diferenças entre os comprimentos totais de machos em fêmeas a partir do primeiro ano de idade para os indivíduos da costa do Uruguai. Essas nuances envolvendo pequenas diferenças quando comparados os distintos estoques populacionais merecem atenção em futuros estudos.

Com relação aos comprimentos totais de machos e fêmeas de *S. guianensis* não foram encontradas diferenças significativas, o que corrobora com a ausência de dimorfismo sexual já reportada para a espécie (BOROBIA, 1989; RAMOS et al., 2000). Essas observações tornam-se importantes para os estoques estudados, pois validam os estudos anteriores envolvendo o mesmo estoque (ver CABALLERO et al., 2010) que agruparam machos e fêmeas para confecção das curvas de crescimento em função de números amostrais pouco

representativos para cada sexo (ver SCHMIEGELOW, 1990; SANTOS et al., 2003; RAMOS et al., 2000; DI BENEDITTO & RAMOS, 2004; RAMOS et al., 2010). Os comprimentos máximos encontrados neste estudo (200,0 cm) são similares aos obtidos para os indivíduos de *S. guianensis* em outros trabalhos (SCHMIEGELOW, 1990; RAMOS et al., 2000; ROSAS, et al., 2003; LIMA et al., 2017). No entanto, algumas variações nos tamanhos corporais dos indivíduos de *S. guianensis* são observadas ao longo de sua distribuição. Um estudo realizado a fim de avaliar a existência de variação geográfica das populações de *S. guianensis* no sudeste do Brasil apontou diferenças nas proporções corporais dos indivíduos nestas áreas (RAMOS et al., 2010). Aqueles autores verificaram por meio da morfologia que os indivíduos do litoral de São Paulo eram menores que os encontrados no litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo e sugeriram que possíveis fatores como adaptações ambientais poderiam estar associados a essas variações.

Para ambas as espécies investigadas foram observadas que as maiores variações no comprimento total estiveram concentradas em algumas classes etárias específicas, principalmente aquelas com indivíduos novos e em fase de desenvolvimento. Esses resultados podem estar relacionados ao número amostral reduzido de indivíduos em classes etárias mais avançadas, pois embora os cetáceos apresentem altas taxas de crescimento em seus primeiros anos (BRYDEN, 1972), a variação no tamanho do corpo pode ser considerada comum em qualquer idade (HOHN, 1990).

Neste estudo os quatro modelos de crescimento candidatos forneceram ajustes adequados aos dados de idade e comprimento total de acordo com os valores resultantes de AIC_c , ΔAIC_c , r^2 e, portanto, podem ser

considerados como modelos compatíveis para descrever o crescimento de ambas as espécies. Esses resultados sugerem que os modelos de crescimento estejam relacionados e se comportando de forma semelhante, uma vez que podem ser considerados da mesma família (TJØRVE & TJØRVE, 2010). Embora todos os modelos tenham obtido ajustes semelhantes, o de von Bertalanffy foi considerado o mais parcimonioso em todos os ajustes, com exceção das fêmeas de *P. blainvillei*, cujo melhor ajuste foi obtido pelo modelo Logístico. Nesses casos, o comportamento de cada modelo em resposta ao conjunto de dados deve ser um aspecto fundamental a ser considerado.

Espera-se que um modelo que possua mais parâmetros, como por exemplo, o de Richards com quatro parâmetros, apresente melhores ajustes que os modelos que possuam apenas três parâmetros, como no caso dos outros modelos utilizados nesse estudo (TJØRVE & TJØRVE, 2010). O parâmetro M , presente na equação de Richards, é um parâmetro exclusivo que não possui um significado biológico direto. No entanto, ele exerce grande influência no momento em que o indivíduo alcança a fase assintótica e no ponto de inflexão da curva (TELEKEN et al., 2017). Isso poderia explicar as diferenças encontradas nas trajetórias de crescimento preditas pelo modelo de Richards, que quando comparado aos outros modelos se mostrou ligeiramente menos sobreposto. Já o fato do modelo de Richards não ter obtido os melhores ajustes pode ser devido aos baixos valores de M estimados para os indivíduos das espécies investigadas (M entre -1 e 1) (*Ibid.*).

O crescimento descrito para os indivíduos de *P. blainvillei* e *S. guianensis* avaliados neste estudo seguiu o padrão de crescimento esperado para a maioria dos mamíferos, apresentando uma fase inicial de crescimento

rápido, seguido por uma diminuição da velocidade de crescimento e um período de crescimento sustentado, indicando a fase assintótica onde o comprimento do corpo se mantém praticamente constante. Os machos de *P. blainvillei* tiveram um crescimento acelerado durante os primeiros anos de vida e atingiram a fase assintótica entre três e quatro anos, e as fêmeas tiveram um crescimento acelerado por um maior período de tempo e atingiram a fase assintótica entre cinco e seis anos. Resultados semelhantes foram observados para os indivíduos de *P. blainvillei* conforme reportado por Ramos et al. (2002) para a costa do Rio de Janeiro e de São Paulo, por Barreto & Rosas (2006) para o litoral do Rio Grande do Sul e por Kasuya & Brownell (1979) para a costa do Uruguai (Tabela 8).

Já os indivíduos de *S. guianensis* tiveram crescimentos muito similares entre eles e atingiram a fase assintótica entre dez e onze anos de idade. No entanto, estudos anteriores estimaram que os comprimentos assintóticos foram alcançados entre seis e sete anos (SCHMIEGELOW, 1990; RAMOS et al., 2000; SANTOS et al., 2003; RAMOS et al., 2010) (Tabela 9). É importante ressaltar que as diferenças observadas entre os estudos citados podem estar relacionadas a diferenças nas representações das classes etárias amostradas ou devido a possíveis erros e vieses nas estimativas de idade dos exemplares analisados em alguns estudos.

Os comprimentos assintóticos estimados para machos e fêmeas de *P. blainvillei* variam consideravelmente ao longo da distribuição. Os valores estimados nesse estudo foram similares aos encontrados por Bertozzi (2009) e por Ramos et al. (2002) para indivíduos do litoral de São Paulo e ligeiramente superior aos valores estimados por Barreto & Rosas (2006) para indivíduos do

litoral de São Paulo e Paraná (Tabela 8). Quando comparados com os comprimentos assintóticos estimados para as populações mais ao sul da distribuição, nota-se claramente uma diferença entre eles, sendo esses valores superiores aos estimados no presente estudo (e.g. KASUYA & BROWNELL, 1979; BARRETO & ROSAS, 2006; BOTTA et al., 2010) (Tabela 8). Denuncio et al. (2017) estimaram comprimentos assintóticos de 122,1 cm para machos e de 136,3 cm para fêmeas do litoral da Argentina, sendo considerados valores baixos para a região. No entanto, no trabalho citado, essa diferença pode simplesmente estar relacionada a uma baixa representatividade de indivíduos mais velhos na amostra. Ao comparar os comprimentos assintóticos estimados para populações ao norte da distribuição relatados por Ramos et al. (2000), Di Benedetto & Ramos (2001) e Ramos et al. (2002), percebe-se um novo aumento em relação aos comprimentos assintóticos estimados nesse estudo (Tabela 8).

Os resultados apresentados acima corroboram com as observações efetuadas em estudos anteriores que notificaram diferenças morfológicas latitudinais em relação às populações de toninhas (PINEDO, 1991; RAMOS et al., 2002). A Tabela 8 mostra que indivíduos estudados no Rio de Janeiro apresentam morfologia ligeiramente maior com relação às medidas morfológicas avaliadas do que os indivíduos amostrados em São Paulo e Paraná, e seguindo ao sul da distribuição o porte das toninhas aumenta novamente até chegar aos valores máximos conhecidos para a espécie. Cabe salientar mais uma vez a ressalva apresentada por Denuncio et al. (2017) envolvendo um possível viés em seus resultados em função de heterogeneidade numérica na representação das distintas classes etárias.

Os comprimentos teóricos ao nascer estimados nesse trabalho em 85,9 cm para machos e 88,5 cm para fêmeas de *P. blainvillei* foram superiores aos valores previamente reportados em outras populações (e.g. KASUYA & BROWNELL, 1979; RAMOS et al., 2000; RAMOS et al., 2002; DENUNCIO et al., 2017) (Tabela 8). Já os valores estimados por Botta et al. (2010) para indivíduos do litoral do Rio Grande do Sul foram superiores aos encontrados no presente estudo (Tabela 8). Vale destacar que os comprimentos ao nascer estimados no estudo citado foram considerados irreais e por consequência um novo ajuste aos dados foi realizado ao excluir os indivíduos menores de um ano.

Os comprimentos assintóticos estimados para os indivíduos de *S. guianensis* neste estudo foram similares aos resultados obtidos em outros estudos realizados para o litoral de São Paulo e Paraná (e.g. SCHMIEGELOW, 1990; SANTOS et al., 2003; RAMOS et al., 2010) (Tabela 9). Rosas et al. (2003) propuseram um ajuste separado para machos e fêmeas da espécie, pois poderia haver um crescimento diferenciado entre os sexos não notado em outros estudos. Aqueles autores estimaram comprimentos assintóticos de 179,1 cm para machos e 177,3 cm para fêmeas, encontrando para os machos uma descontinuidade no crescimento por volta dos cinco anos de idade. Neste estudo os comprimentos assintóticos estimados para machos e fêmeas foram idênticos (183,9 cm) e nenhuma descontinuidade no crescimento foi observada para os sexos. Já os comprimentos assintóticos estimados por Ramos et al. (2000), Di Benedetto & Ramos (2004) e Ramos et al. (2010) para as populações do Rio de Janeiro e Espírito Santo foram superiores aos encontrados nesse estudo (Tabela 9). Os valores estimados nos três trabalhos citados foram

obtidos por meio do modelo de Gompertz. Desta forma, foi realizada uma comparação com o valor de comprimento assintótico estimado pelo mesmo modelo no presente estudo (182,7 cm), mas ainda assim esses resultados foram superiores. Recomenda-se que avaliações de cunho filogeográfico sejam realizadas a fim de compreender as diferenças apresentadas pelos estudos citados, caso elas sejam geradas pelo fato de diferentes autores utilizarem bancos de dados distintos que se ajustam de maneira diferente aos modelos utilizados, gerando uma possível falsa impressão sobre a existência de variações geográficas com base na morfologia.

O comprimento teórico ao nascer estimado em 95,7 cm para o total dos indivíduos de *S. guianensis* nesse estudo é similar aos comprimentos estimados por Schmiegelow (1990) e por Santos et al. (2003) para os indivíduos da costa de São Paulo e Paraná (Tabela 9). Ramos et al. (2000) estimaram o comprimento ao nascer de 106,0 cm para os indivíduos do litoral do Rio de Janeiro e Borobia (1989) estimou em 105,0 cm para indivíduos de vários locais da distribuição encontrados em museus brasileiros, europeus e norte-americanos. Os valores de comprimento ao nascer estimados em 107,2 cm para machos e 104,5 cm para fêmeas nesse estudo são similares aos valores citados acima. No entanto, cabe salientar que possivelmente o número reduzido de indivíduos em idades iniciais analisados pode gerar essas diferenças.

Sugere-se que em futuros estudos protocolos padronizados tanto para estimativas de idade por meio da contagem das GLGs, quanto para a escolha do modelo de crescimento a ser utilizado, sejam criticamente delineados e expostos aos leitores para assegurar a comparabilidade dos dados e para

eliminar, ou pelo menos, quantificar possíveis vieses entre os estudos. Por fim, recomenda-se fortemente que novos estudos de crescimento sejam conduzidos em outras áreas das distribuições das duas espécies onde os mesmos ainda são ausentes, investindo sempre que possível em confecção de curvas de crescimento separadas por sexo para toninhas e com sexos agrupados para boto-cinza nas áreas onde se sabe que não há dimorfismo sexual, buscando-se utilizar mais de um modelo a fim de estabelecer comparações válidas com outros estudos.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que para os indivíduos de *P. blainvillei* estudados no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná, o comprimento assintótico para machos é atingido entre três e quatro anos e com 116,7 cm, enquanto as fêmeas atingem o comprimento assintótico de 135,7 cm entre cinco e seis anos de idade. A taxa de crescimento de machos de *P. blainvillei* é superior à estimada para as fêmeas, sendo de 1,13 e 0,64, respectivamente, e o comprimento médio ao nascer para machos é de 85,9 cm e de fêmeas é de 88,5 cm. Para os indivíduos de *S. guianensis* investigados na mesma área, os comprimentos assintóticos estimados para machos e fêmeas separados ou para todos os exemplares agrupados foram praticamente idênticos, sendo atingidos entre dez e onze anos e com 183,4 cm, ao considerar os sexos conjuntamente. A taxa de crescimento estimada para os indivíduos de *S. guianensis* é de 0,41 para a área de estudo, e o comprimento médio ao nascer é de 95,7 cm.

7. REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. 1998. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: (Ed.). Selected Papers of Hirotugu Akaike: Springer, 199-213.

BARCELLOS, R.L.; CAMARGO, P.B.; GALVÃO, A. & WEBER, R.R. 2009. Sedimentary Organic Matter in Cores of the Cananeia-Iguape Lagoonal-Estuarine System, Sao Paulo State, Brazil. Journal of Coastal Research. 56: 1335-1339.

BARRETO, A.S. & ROSAS, F.C.W. 2006. Comparative growth analysis of two populations of *Pontoporia blainvillei* on the Brazilian coast. Marine Mammal Science. 22(3): 644–653.

BERTOZZI, C.P. & ZERBINI, A.N. 2002. Incidental mortality of toninha (*Pontoporia blainvillei*) in the artisanal fishery of Praia Grande, São Paulo State, Brazil. Latin American Journal of Aquatic Mammals (special issue). 1(1): 153-160.

BERTOZZI, C.P. 2009. Interação com a pesca: implicações na conservação da toninha, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) no litoral do estado de São Paulo, SP. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 184p.

BORDINO, P.; SICILIANO, S.; BASTIDA, R. & CREMER, M. 2002. Report of the working group on distribution and behavior. Latin American Journal of Aquatic Mammals (special issue). 1(1): 21-23.

BOROBIA, M. 1989. Distribution and morphometrics of South American dolphins of the genus *Sotalia*. Master of Sciences Dissertation. MacDonald College of McGill University, Quebec, Canada. 81p.

BOTTA, S. 2005. Reprodução e crescimento dos machos de toninha (*Pontoporia blainvillei*) do Rio Grande de Sul, Brasil. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande. 108p.

BOTTA, S.; SECCHI, E.R.; MUELBERT, M.M.C.; DANILEWICZ, D.; NEGRI, M.F.; CAPOZZO, H.L. & HOHN, A.A. 2010. 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 (special issue). 90(8): 1493-1500.

BOYDE, A. 1980. Histological studies of dental tissues of odontocetes. Report of the Meeting of the International Whaling Commission. 3: 65-88.

BRETT, 1979. Environmental Factors and Growth. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J. & BRETT, J.R. (Eds). Fish Physiology, Vol. III. Academic Press, New York, pp. 599–675.

BROWNELL, RL. 1989. Franciscana - *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844). pp. 45-47. In: RIDGWAY, S.H. & HARRISON, R. (Eds.). Handbook of Marine Mammals. Vol.4: River dolphins and the larger toothed whales. Academic Press, San Diego, pp. 442.

BRYDEN, M.M. 1972. Growth and development of marine mammals. In: HARRISON, R.J. (Ed.). Vol. 1: Functional anatomy of marine mammals. Academic Press, New York. pp. 79.

BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2nd Edition. New York, USA, Springer. pp. 488.

CABALLERO, S.; TRUJILLO, F.; VIANNA, J.A.; BARRIOS-GARRIDO, H.; MONTIEL, M.G.; BELTRÁN-PEDREROS, S.; MARMONTEL, M.; SANTOS, M.C.O.; ROSSI-SANTOS, M.R.; SANTOS, F.R. & BAKER, C.S., 2010. Mitochondrial DNA diversity, differentiation and phylogeography of the South American riverine and coastal dolphins *Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*. Latin American Journal of Aquatic Mammals. 8(1-2): 69-79.

CASTRO, B.M. & MIRANDA, L.B. 1998. Physical Oceanography of the western Atlantic Continental Shelf located between 4° N and 34° S. In the Sea. 11: 209-251.

CHIVERS, S.J. 2009. Cetacean Life History. In: PERRIN, W.F.; WURSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Eds.). Encyclopedia of marine mammals. San Diego, Academic Press. 2nd Edition. pp. 215-220.

COCKCROFT, V.G. & ROSS, G.J.B. 1990. Age, growth, and reproduction of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, from the east coast of South Africa. Fishery Bulletin. 88: 289-302.

CONVENTION ON WETLANDS OF INTERNATIONAL IMPORTANCE ESPECIALLY AS WATERFOWL HABITAT, Ramsar, Iran. 1971. UN Treaty Series No. 14583. As amended by the Paris Protocol, 3 December 1982, and Regina Amendments, 28 May 1987.

CREMER, M.J. & SIMÕES-LOPES, P.C. 2005. The occurrence of *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny) (Cetacea, Pontoporiidae) in an

estuarine area in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22 (3): 717-723.

CRESPO, E.A.; HARRIS, G. & GONZÁLES, R. 1998. Group size and distributional range of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. *Marine Mammal Science*. 14(4): 845-849.

CRESPO, E. A. 2009. Franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*). In: PERRIN, W.F.; WURSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Eds.). *Encyclopedia of marine mammals*. San Diego, Academic Press, 2nd Edition. pp. 466-469.

CRESPO, E.A.; ALARCON, D.; ALONSO, M.; BAZZALO, M.; BOROBIA, M.; CREMER, M.; FILLA, G.; LODI, L.; MAGALHÃES, F.A.; MARIGO, J.; QUEIRÓZ, H.L.; REYNOLDS, J.E.; SCHAEFFER, Y.; DORNELES, P.R.; BRITO, J.L. & WETZEL, D.L. 2010. Report of the working group on major threats and conservation. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*. 8(1-2): 47–56.

CUNHA, H.A.; SILVA, V.M.F.; BRITO, J.L.; SANTOS, M.C.O.; AZEVEDO, A.F.; FLORES, P.A.; MARTINS, A.; FRAGOSO, A.B.L. & SOLE-CAVA, A.M. 2005. Riverine and marine, ecotypes of *Sotalia* Dolphins are different species. *Marine Biology*. 148 (2): 449-457.

DANILEWICZ, D.; ROSAS, F.; BASTIDA, R.; MARIGO, J.; MUELBERT, M.; RODRÍGUEZ, D.; BRITO, J.L.; RUOPPOLO, V.; RAMOS, R.; BASSOI, M.; OTT, P.H.; CAON, G.; ROCHA, A.M.; CATÃO-DIAS, J.L. & SECCHI, E.R. 2002. Report of the working group on biology and ecology. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* (special issue). 1(1): 25-42.

DANILEWICZ, D. 2003. Reproduction of female Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. Latin American Journal of Aquatic Mammals. 2(2): 67-78.

DANILEWICZ, D.; CLAVER, J.A.; CARRERA, A.L.P.; SECCHI, E.R. & FONTOURA, N.F. 2004. Reproductive biology of male franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) (Mammalia: Cetacea) from Rio Grande do Sul, southern Brazil. Fishery Bulletin. 102(4): 581-592.

DA SILVA, V.M.F. & BEST, R.C. 1996. *Sotalia fluviatilis*. American Society of Mammalogists. Mammalian Species. 527: 1-7.

DA SILVA, V.M.F.; FETTUCCIA, D.; RODRIGUES, E.D.S.; EDWARDS, H.; MORENO, I.B.; MOURA, J.F.; WEDEKIN, L.L.; BAZZALO, M.; EMIN-LIMA, N.R.; CARMO, N.A.S.; SICILIANO, S. & UTRERAS., V.B. 2010. Report of the working group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. Latin American Journal of Aquatic Mammals. 8(1-2): 31-38.

DENUNCIO, P.; NEGRI, M.F.; BASTIDA, R. & RODRÍGUEZ, D. 2017. Age and growth of Franciscana dolphins from northern Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 1-7. doi:10.1017/S0025315417000765.

DI BENEDITTO, A.P.M. & RAMOS, R.M.A. 2001. Biology and conservation of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the north of Rio de Janeiro State, Brazil. Journal of Cetacean Research and Management. 3(2):185–192.

DI BENEDITTO, A.P.M. & RAMOS, R.M.A. 2004. Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 84: 1245-1250.

DIZON, A.E.; LOCKYER, C.; PERRIN, W.F.; DEMASTER, D.P. & SEISSON, J. 1992. Rethinking the stock concept: a phylogeographic approach. *Conservation Biology*. 6: 24-36.

ELZHOV, T.V.; MULLEN, K.M.; SPIESS, A.N. & BOLKER, B. 2016. R Interface to the Levenberg-Marquardt Nonlinear Least-Squares Algorithm Found in MINPACK, Plus Support for Bounds. R package version 1.2.1.

EMÍLSSON I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*. 11(2): 101-112.

FERNANDEZ, S. & HOHN, A.A. 1998. Age, growth, and calving season of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, off coastal Texas. *Fish Bulletin*. 96(2): 357-365.

FLORES, P.A.C. & DA SILVA, V.M.F. 2009. Tucuxi and Guiana Dolphin. *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In: PERRIN, W.F.; WURSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2nd Edition. San Diego: Academic Press. pp. 1188-1192.

HOHN, A.A.; SCOTT, M.D.; WELLS, R.S. & SWEENEY, J.C. 1989. Growth layers in teeth from known-age, free-ranging bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*. 5(4): 315-342.

HOHN, A. 1990. Reading between the lines: analysis of age estimation in dolphins. pp. 575-585. In: LEATHERWOOD, S. & REEVES, R.R. (Eds.). *The Bottlenose dolphin*. Academic Press, New York. pp. 635.

HOHN A.A.; READ A.J.; FERNANDEZ S.; VIDAL O. & FINDLEY L.T. 1996. Life history of the vaquita, *Phocoena sinus* (Phocoenidae, Cetacea). *Journal of Zoology*. 239: 235–251.

HOHN, 2009. Cetacean Life History. In: PERRIN, W.F., WURSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. San Diego, Academic Press, 2nd Edition. pp. 215-220.

IUCN [Internet]. The IUCN Red List of threatens species. 2012. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/dtails/17978/0>. Acesso em: 22 de setembro de 2017.

JEFFERSON, T.A.; WEBBER, M.A. & PITMAN, R.L. 2008. Marine mammals of the world: A comprehensive guide to their identification. 1st Edition. San Diego, Elsevier. pp. 303- 305.

KASUYA, T. & BROWNELL, R.L. 1979. Age determination, reproduction, and growth of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. Scientific Reports of the Whales Research institute. 31: 45-67.

LARESE, J.P. & CHIVERS, S.J. 2009. Growth and reproduction of female eastern and white belly spinner dolphins incidentally killed in the eastern tropical Pacific tuna purse-seine fishery. Canadian Journal of Zoology. 87: 537-552.

LIMA, J.Y.; CARVALHO, A.P.M.; AZEVEDO, L.A. & BARBOSA, L.S.S. 2017. Variation of age and total length in *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), on the coast of Espírito Santo state, Brazil. Brazilian Journal of Biology. 77(3): 437-443.

MAHIQUES, M.M; FIGUEIRA, R.C.L.; ALVES, D.P.V.; ITALIANI, D.M.; MARTINS, C.C. & DIAS, J.M.A. 2014. Coastline changes and sedimentation related with the opening of an artificial channel: the Valo Grande Delta, SE, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 86(4): 1597-1607.

MATSUURA, Y. A. 1996. Probable cause of recruitment failure of the Brazilian sardine *Sardinella aurita* population during the 1974/75 spawning season. South African Journal of Marine Science. 17: 29-3.

MAZEROLLE, M.J. 2017. AICcmodavg: Model selection and multimodel inference based on (Q) AIC(c). R Package version 2.0.3.

MCREE, W.E.; SCHWACKE, J.H.; STOLEN, M.K.; MULLIN, K.D. & SCHWACKE, L.H. 2010. Investigation of growth phases for bottlenose dolphins using a Bayesian model approach. Marine Mammal Science. 26: 67–85.

MENDEZ, M.; ROSENBATAN, H. C. & BORDINO, P. 2008. Conservation genetics of the franciscana dolphin in Norther Argentina: population structure, by-catch impacts and management implications. Conservation Genetics. 9: 419-435.

MENDEZ, M.; ROSENBATAN, H.C.; SUBRAMANIAN, A.; YACKULIC, C. & BORDINO, P. 2010. Isolation by environmental distance in mobile marine species: molecular ecology of franciscana dolphins at their southern range. Molecular Ecology. 11: 2212-2228.

MENDONÇA J.T.; PIRES A.D.; CASALANS G.C.; XAVIER S.C.; HOFF E.A. & SENA, R.J. 2004. Produção pesqueira marinha do litoral sul do Estado de São Paulo no período de 1995 a 2002. Projeto Pesca Sul Paulista. Série Relatórios Técnicos do Instituto de Pesca de São Paulo. 18: 1-75.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União, Seção 1, 245:121–126.

MYRICK JR, A. C. 1991. Some New and Potential Uses of Dental Layers in Studying Delphinid Populations. In: K. PRYOR & K.S. NORRIS (Eds.).

Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles. University of California Press, pp. 251-279.

NEGRI M.F.; PANEBIANCO M.V.; DENUNCIO P.; RODRIGUEZ D. & CAPPOZZO H.L. 2014. Biological parameters of Franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei*, by-caught in artisanal fisheries off Southern Buenos Aires, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 96: 82-829.

NORRIS, K. S. 1961. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. Journal of Mammalogy. 42: 471-476.

OGLE, D.H. 2017. FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.12.

OSHIMA, J.E.F.; SANTOS, M.C.O.; BAZZALO, M.; FLORES, P.A.C. & PUPIM, F.N. 2010. Home ranges of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia estuary, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 90(8): 1641–1647.

OTT, P.H.; SECCHI, E.R.; MORENO, I.B.; DANILEWICZ, D.; CRESPO, E.A.; BORDINO, P.; RAMOS, R.; DI BENEDITTO, A.P.; BERTOZZI, C.; BASTIDA, R.; ZANELATTO, R.; PEREZ, J.E. & KINAS, P.G. 2002. Report of the Working Group on Fishery Interactions. Latin American Journal of Aquatic Mammals (special issue). 1(1): 55-64.

PERRIN, W.F. & MYRICK JR, A.C. 1980. Age determination of toothed whales and sirenians. Report of the Meeting of the International Whaling Commission (special issue). Cambridge, U.K. 3: 229.

PERRIN, W.F.; DONOVAN, G.P. & BARLOW, J. 1994. Report of the workshop on mortality of cetaceans in passive fishing nets and traps. Report of the Meeting of the International Whaling Commission (special issue). pp. 629.

PINEDO, M.C.; PRADERI, R. & BROWNELL, R.L. 1989. Review of the biology and status of the franciscana *Pontoporia blainvillei*. In: PERRIN, W.F., BROWNELL, R.L., KAIYA, Z. & JIANKANG, L. (Eds.). Biology and Conservation of the River Dolphins. Ocass. Pap. IUCN SSC 3. Gland. pp. 46-51.

PINEDO, M.C. 1991. Development and variation of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. Ph.D. Dissertation in Biology. University of California, pp. 406.

PINEDO, M.C. 1994. Impact of incidental fishery mortality on the age structure of *Pontoporia blainvillei* in Southern Brazil and Uruguay. Report of the Meeting of the International Whaling Commission (special issue). 15: 261-264.

PINEDO, M.C. & HOHN, A.A. 2000. Growth layer patterns in teeth from the franciscana, *Pontoporia blainvillei*: Developing a model for precision in age estimation. Marine Mammal Science. 16(1): 1-27.

R CORE TEAM. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

RAMOS, R. 1997. Determinação de idade e biologia reprodutiva de *Pontoporia blainvillei* e da forma marinha de *Sotalia fluviatilis* no litoral norte do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil. 95p.

RAMOS, R.M.A.; DI BENEDITTO, A.P.M. & LIMA, N.R.W. 2000. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Mammals*. 26(1): 65-75.

RAMOS, R.M.A.; DI BENEDITTO, A.P.M.; SICILIANO, S.; SANTOS, M.C.O.; ZERBINI, A.N.; BERTOZZI, C.; VICENTE, A.F.C.; ZAMPIROLI, E.; ALVARENGA, F.S. & LIMA, N.R.W. 2002. Morphology of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) off the southeastern Brazil: sexual dimorphism, growth and geographical variation. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* (special issue). 1(1): 129-144.

RAMOS, R.M.A. & DI BENEDITTO, A.P.M. 2005. Guia para Estudos de Cetáceos: Volume 3 - Métodos para Determinação de Idade em Cetáceos Odontocetos. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. pp. 37.

RAMOS, R.M.A.; DI BENEDITTO, A.P.M.; SICILIANO, S.; SANTOS, M.C.O.; ZERBINI, A.; VICENTE, A.F.C.; ZAMPIROLI, E.; ALVARENGA, F.S.; FRAGOSO, A.B.; LAILSON-BRITO Jr, J.; AZEVEDO, A.F.; BARBOSA, L. & LIMA, N.R.W. 2010. Morphology of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) off southeastern Brazil: growth and geographic variation. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*. 8(1-2): 137-149.

READ, A.J. & GASKIN, D.E. 1990. Changes in growth and reproduction of harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, from the Bay of Fundy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 47: 2158-2163.

READ, A.J. & HOHN, A.A. 1995. Life in the fast lane. The life history of harbor porpoises from the Gulf of Maine. *Marine Mammal Science*. 11(4): 423-440.

RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. 191. pp. 382.

RICKER, W.E. 1979. Growth rates and models. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J. & BRETT, J.R. (Eds). Fish Physiology, Vol. III. Academic Press, New York, pp. 678–738.

ROSAS, F.C.W.; BARRETO, A.S. & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. 2003. Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Parana coast, southern Brazil. Fishery Bulletin. 101: 377-383.

ROSAS, F.C.W.; MARIGO, J.; LAETA, M. & ROSSI-SANTOS, M.R. 2010. Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. Latin American Journal of Aquatic Mammals. 8(1-2): 57-68.

SANTOS, M.C.O.; ROSSO, S. & RAMOS, R.M.A. 2003. Age estimation of marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 83: 233-236.

SANTOS, M.C.O.; OSHIMA, J.E.F. & DA SILVA, E. 2009. Sightings of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*): the discovery of a population in the Paranaguá Estuarine Complex. Brazilian Journal of Oceanography. 57(1): 57-63.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H.S.L. & CINTRON-MOLERO, G. 1990. The Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. Estuaries. 13(2): 193-203.

SCHEFFER, V.B. 1950. Growth layers in the Pinnipedia as an indication of age. Science. 112: 309-311.

SCHEFFER, V.B. & MYRICK JR, A.C. 1980. A Review of Studies to 1970 of Growth Layers in the Teeth of Marine Mammals. Report of the Meeting of the International Whaling Commission (special issue). 3: 51-63.

SCHMIEGELOW, J.M.M. 1990. Estudo sobre cetáceos odontocetes encontrados em praias da região entre Iguape (SP) e Baía de Paranaguá (PR) (24°42'S – 25°28'S) com especial referência a *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Delphinidae). Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, pp. 149.

SECCHI, E.R.; WANG, J.Y.; MURRAY, B.W.; ROCHA-CAMPOS, C.C. & WHITE, B.N. 1998. Population differentiation in the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) from two geographic locations in Brazil as determined from mitochondrial DNA control region sequences. Canadian Journal of Zoology. 76(1): 622-627.

SECCHI, E.R.; DANILEWICZ, D. & OTT, P. 2003. Applying the phylogeographic concept to identify franciscana dolphin stocks: implications to meet management objectives. Journal of Cetacean Research and Management. 5(1): 61-68.

SECCHI, E. 2012. *Sotalia guianensis*. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013. 1. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: 24 de Fevereiro de 2016.

SICILIANO, S. 1994. Review of small cetaceans and fishery interactions in coastal waters of Brazil. In: PERRIN, W.F.; DONAVAN, G.P. & BARLOW, J. (Eds.). Gillnets and cetaceans. Report of the Meeting of the International Whaling Commission. 15: 241-250.

SICILIANO, S.; DI BENEDITTO, A.P. & RAMOS, R. 2002. A toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844) (Mammalia, Cetacea, Pontoporiidae), nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, costa sudeste do Brasil: caracterização dos habitats e fatores de isolamento das populações. Boletim do Museu Nacional. 476: 1-15.

SICILIANO, S.; RAMOS, R.M.A.; DI BENEDITTO, A.P.M.; SANTOS, M.C.O.; ALVARENGA, A.B.S.; BARBOSA, L. & LIMA, N.R.W. 2007. Age and growth of some delphinids in southeastern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 87: 293-303.

SIDOU, S.A. 2008. Capturas acidentais de pequenos cetáceos pela frota pesqueira do porto de Cananéia, SP. Monografia (Graduação em Ecologia). Instituto de Biociência, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rio Claro, pp. 126.

SILVA, D.F. 2011. Biologia reprodutiva de toninha, *Pontoporia Blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844) (Mammalia, Cetacea), no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, pp. 130.

SOKAL R.R. & ROFF F.J. 1981. Biometry. San Francisco, CA. W.H. Freeman and Company, pp. 859.

TELEKEN, J.T.; GALVÃO, A.C. & ROBAZZA, W.S. 2017. Comparing non-linear mathematical models to describe growth of different animals. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá. 39(1): 73-81.

TESSLER M.G. & SOUZA, L.A.P. 1998. Dinâmica sedimentar e feições sedimentares identificadas na superfície de fundo do sistema Cananéia-Iguape, SP. Revista Brasileira de Oceanografia. 46(1): 69-83.

TJØRVE, E. & TJØRVE, K.M.C. 2010. A unified approach to the Richards-model family for use in growth analyses: Why we need only two model forms. *Journal of Theoretical Biology*. 267: 417-425.

TRIMBLE, M. & PRADERI, R. 2006. What is the color of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*)?: a review and a proposed assessment method. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*. 5(1): 55-63.

WALTER, T. 1997. Curvas de crescimento aplicadas a organismos aquáticos. Um estudo de caso para toninha, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) do extremo sul do Brasil. Monografia de Bacharelado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Brasil. 102p.

WELLS, R.S.; BORDINO, P. & DOUGLAS, D.C. 2013. Patterns of social association in the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. *Marine Mammal Science*. 29(4): 20-28.

WOOTTON, R.J. 1990. Ecology of teleostei fishes. London: Chapman and Hall. pp. 404.

ZAR, J.H. 2010. Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice Hall, 5th Edition. pp. 994.

ZERBINI, A.N.; SECCHI, E.; CRESPO, E.; DANILEWICZ, D. & REEVES, R. 2017. *Pontoporia blainvillei*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T17978A50371075.en.>>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2017.