**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Viabilidade populacional de *Sotalia guianensis* (van BÉNÉDEN, 1864)
(Cetacea, Delphinidae) no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia,
Estado de São Paulo**

Inaê Guion de Almeida

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

**Piracicaba
2014**

Inaê Guion de Almeida
Bacharel em Ciências Biológicas

Viabilidade populacional de *Sotalia guianensis* (van BÉNÉDEN, 1864) (Cetacea, Delphinidae) no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **ALEXANDRE REIS PERCEQUILLO**

Co-orientador:

Prof. Dr. **MARIO MANOEL ROLLO JR.**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Almeida, Inaê Guion de

Viabilidade populacional de *Sotalia guianensis* (van BÉNÉDEN, 1864)
(Cetacea, Delphinidae) no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, Estado de
São Paulo / Inaê Guion de Almeida. - - versão revisada de acordo com a resolução
CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.
76 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Centro de
Energia Nuclear na Agricultura, 2014.

1. Cetacea 2. *Sotalia guianensis* 3. Análise de viabilidade populacional 4. VORTEX
5. Abundância I. Título

CDD 639.979
A447v

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Dedico àqueles que inspiram o que há de melhor em mim.

“Tudo o que chega, chega sempre por alguma razão.”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para tornar possível esse trabalho.

Ao meu orientador prof. Dr. Alexandre Reis Percequillo pela oportunidade de viabilizar essa pesquisa, suporte e confiança em mim depositada.

Ao meu co-orientador prof. Dr. Mario Manoel Rollo Jr. pelos ensinamentos, discussões, apoio e confiança.

A Universidade de São Paulo (USP), em especial ao Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada (Interunidades ESALQ/CENA).

Ao Instituto Oceanográfico da USP e sua equipe pelo suporte logístico em Cananéia.

Aos amigos e profissionais Felipe Fornazari, Júlia Dombroski, Rodrigo Araújo e Ingrid Zwar pela valiosa participação nos trabalhos de campo.

Ao amigo Dr. Ricardo S. Bovendorp pelo apoio durante a obtenção das estimativas populacionais.

A University of Durham, em especial ao Molecular Ecology Group pelo suporte no estágio de pesquisa no exterior.

Ao prof. A. Rus Hoelzel por me aceitar e acolher em seu laboratório.

Aos amigos Karis Baker e Howard Gray por todos os ensinamentos moleculares.

Ao William Rossitter e a Cetacean Society International pelas conversas e apoio financeiro.

Aos amigos e companheiros do LaMa pelo especial convívio, conversas, aprendizados e cuidados com a Noah.

A Mara pelo inestimável suporte e dúvidas sanadas ao longo de todo o doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida.

Aos meus pais, minha Maria e meu Sérgio, por sempre estarem ao meu lado, mesmo quando estão distantes. Meu querido irmão, Cauê, a Mai e toda minha família.

Ao meu companheiro, amigo e amado Diego.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
Referências	22
2 ABUNDÂNCIA E DENSIDADE DE <i>Sotalia guianensis</i> (van Bénédén, 1864) (CETARTIODACTYLA, DELPHINIDAE) NO COMPLEXO ESTUARINO-LAGUNAR DE CANANÉIA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.....	29
Resumo	29
Abstract.....	29
2.1 Introdução.....	30
2.2 Material e Métodos	31
2.2.1 Área de estudo	31
2.2.2 Abundância e Densidade Populacional	33
2.3 Resultados.....	37
2.4 Discussão e Conclusões.....	39
Referências	44
3 ANÁLISE DE VIABILIDADE POPULACIONAL DE <i>Sotalia guianensis</i> (van Bénédén, 1864) (CETARTIODACTYLA, DELPHINIDAE) NO COMPLEXO ESTUARINO- LAGUNAR DE CANANÉIA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.....	51
Resumo	51
Abstract.....	51
3.1 Introdução.....	52
3.2 Material e Métodos	54
3.2.1 História de Vida.....	54
3.2.2 Área de estudo	55
3.2.3 Análise de Viabilidade Populacional.....	57
3.3 Resultados	61
3.4 Discussão e Conclusões.....	63
Referências	67
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

RESUMO

Viabilidade populacional de *Sotalia guianensis* (van BÉNÉDEN, 1864) (Cetacea, Delphinidae) no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo

Sotalia guianensis é um pequeno cetáceo costeiro encontrado ao longo do Oceano Atlântico Sul-Occidental. Está exposta a inúmeras ameaças, tais como captura acidental em redes de pesca, tráfego de embarcações e turismo. A análise de viabilidade populacional (AVP) é uma forma de prever as flutuações e a probabilidade de persistência ou extinção de uma espécie ou população ao longo do tempo, incorporando dados demográficos, ecológicos e ambientais de populações reais em simulações computacionais de modelos estocásticos e determinísticos. O presente estudo teve como objetivos estimar densidade, abundância e realizar uma AVP para *S. guianensis* no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo. Estimativas de abundância e densidade foram obtidas entre 2011 e 2012, utilizando o método de transecção linear com amostragem de distâncias, com 1.339,91 km percorridos e 83h05min em esforço. Avistou-se 241 grupos, compostos por 1 a 20 indivíduos. O programa Distance, com modelo half-normal e ajuste coseno e menor valor de AIC, estimou uma abundância de 193 indivíduos (95%IC: 158 – 237) e densidade de 2,5538 ind/km² (95%IC: 2,0812 – 3,1337). A média de tamanho de grupo é 4,1504 indivíduos (95%IC: 3,7666 – 4,5734). De forma geral, a espécie apresenta grandes variações ao longo de sua distribuição com relação ao tamanho populacional, densidade, tamanho de grupos, distribuição nos habitats e residência. Tais diferenças estão associadas possivelmente às características físicas e ambientais de cada habitat, que interferem direta ou indiretamente na distribuição e dinâmica populacional da espécie e suas presas. Para a AVP a população foi tratada como não suplementada, sem dispersão, sem remoção, sem depressão endogâmica e a extinção foi definida como a permanência de apenas um sexo. O valor inicial da população é 193 indivíduos e demais parâmetros demográficos e reprodutivos foram estimados com base na literatura disponível. Variações de parâmetros específicos (mortalidade, capacidade de suporte do ambiente (K), variação ambiental na reprodução e catástrofe) foram inseridas nos cenários para avaliar as tendências populacionais sob diferentes ameaças. Utilizou-se o programa VORTEX 9.99b. A AVP apontou para o declínio e extinção ($P(E) = 1,000$) da população em menos de 300 anos em todos os cenários, com taxas de crescimento de -0,082 (SD = 0,120), -0,049 (SD = 0,107) e -0,086 (SD = 0,062), para os cenários 1, 2 e 3 respectivamente. O tempo médio para extinção foi estimado em 39,6 anos para o cenário 1, 57,3 anos para o cenário 2 e 3,3 anos para o cenário 3. As projeções geradas pela AVP apontaram cenários pessimistas, o que pode estar relacionado ao pequeno tamanho da população. As análises mostram que variações no tamanho populacional, mortalidade, K e catástrofes podem influenciar fortemente a persistência de pequenas populações. O estuário de Cananéia é um ambiente favorável e bem preservado que oferece recursos suficientes para *S. guianensis*, entretanto, o aumento das atividades antrópicas na área pode levar a mudanças na dinâmica populacional e alterações no habitat, comprometendo sua persistência ao longo do tempo.

Palavras-chave: Cetacea; *Sotalia guianensis*; Análise de viabilidade populacional; VORTEX; Abundância

ABSTRACT

Population viability of *Sotalia guianensis* (van BÉNÉDEN, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in the Estuarine-Lagoon Complex of Cananéia, São Paulo State

Sotalia guianensis is a small coastal cetacean found along the south-western Atlantic Ocean. Through its range, is exposed to numerous threats, such as bycatch in fishing nets, vessel traffic and tourism. Population viability analysis (PVA) is a way to predict the trends and the probability of persistence or extinction of a species or population over time, incorporating demographic, ecological and environmental data of real populations in computer simulations of stochastic and deterministic models. The present study aimed to estimate density, abundance and population viability of *S. guianensis* in the estuarine-lagoon complex. Estimates of abundance and density were obtained between 2011 and 2012, using the distance sampling method and linear transects, with 1,339.91 km and 83h05min in effort. It were recorded 241 groups (n) with group size between 1 to 20 individuals. The Distance program, with half-normal model and adjust cosine with the lowest AIC, estimated an abundance of 193 individuals (95% CI: 158-237) and density of 2.5538 ind/km² (95% CI: 2.0812 – 3.1337). The average group size is 4.1504 individuals (95% IC: 3.7666-4.5734). In general, the species presents large variations throughout its distribution regarding population size, density, groups size, distribution in habitat and residence. Such differences are possibly associated with the physical characteristics of each habitat and environmental conditions that interfere directly or indirectly in the distribution and population dynamics of the species and its prey. For the PVA population was treated as not supplemented, without dispersion, without removal, without inbreeding depression, and extinction was defined as the presence of only one sex. The initial population size was 193 individuals and other demographic and reproductive parameters were estimated based on available literature for the species. Variations of specific parameters (mortality, carrying capacity of the environment, environmental variation on reproduction and catastrophe) were used to evaluate population trends under different threats and scenarios. It was used the VORTEX program v. 9.99 b. AVP pointed to the decline and extinction ($P(E) = 1,000$) of the population in less than 300 years in all scenarios, with growth rates of -0.082 (SD = 0.120), -0.049 (SD = 0.107) and -0.086 (SD = 0.062), for scenarios 1, 2 and 3 respectively. The average time to extinction was estimated at 39.6 years for scenario 1, 57.3 years for scenario 2 and 3.3 years for scenario 3. The projections generated by the AVP showed pessimistic scenarios, which may be related to the small size of the population. The analyses show that variations in population size, mortality, carrying capacity and disasters can strongly influence the persistence of small populations. Cananéia estuary is a well preserved environment that offers sufficient resources to *S. guianensis*, however, the increase in anthropogenic activities in the estuary may lead to changes in population dynamics and habitat quality, compromising their persistence over time.

Keywords: Cetacea; *Sotalia guianensis*; Population viability analysis; VORTEX; Abundance

1 INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Sotalia* pertence à família Delphinidae, ordem Cetartiodactyla (COMMITTEE ON TAXONOMY, 2014). Descrito em 1866 por Grey, é representado atualmente por duas espécies, *S. guianensis* (van Bénédén, 1864) encontrada em ambientes marinhos e *S. fluviatilis* (Gervais 1853) encontrada em ambientes fluviais na América Central e do Sul (HERSHKOVITZ, 1963).

Durante expedições ao rio Orinoco, na Venezuela e Colômbia, Alexander von Humboldt fez as primeiras observações de golfinhos do gênero *Sotalia*, entre 1799 e 1804 (HERSHKOVITZ, 1963). Em 1853, baseado em um indivíduo coletado no Peru, Gervais descreveu a primeira espécie de rio, *Delphinus fluviatilis*. Posteriormente, sua nomenclatura foi modificada para o gênero *Sotalia* por Gray (HERSHKOVITZ, 1963; CABALLERO et al., 2007). Em paralelo, Pierre-Joseph Van Bénédén descreveu espécies marinhas entre o Suriname e Guiana Francesa, e na Baía de Guanabara, Brasil, respectivamente *Delphinus guianensis* e *Sotalia brasiliensis* (HERSHKOVITZ, 1963; SANTOS et al., 2010).

Ao longo dos anos 1950, expedições estrangeiras foram realizadas na América do Sul com o intuito de capturar cetáceos de água doce, como *Sotalia* e *Inia*, para fins de pesquisa e uso recreativo. Os animais para entretenimento foram mantidos em aquários, zoológicos e parques de países como Estados Unidos, Bélgica e Alemanha. Embora a maior parte dos indivíduos capturados tenha sobrevivido por pouco tempo, inúmeras descobertas sobre parâmetros ecológicos e biológicos foram feitas com os animais cativos (SANTOS et al., 2010).

Com o aumento no número de registros de ocorrência de *Sotalia* na costa da América Central e do Sul nos anos 1970, passou-se a considerar apenas uma espécie para o gênero, *S. fluviatilis*, com animais marinhos ao longo da costa da América Central e do Sul e animais fluviais nas bacias do Amazonas e Orinoco. Na década seguinte, estudos envolvendo o conhecimento das espécies *in situ* passaram a ganhar maior atenção. Aspectos como história natural, distribuição, tamanho populacional, abundância, uso do habitat, deslocamento, área de vida, comportamento, estrutura social, genética, contaminantes, acústica e conservação foram abordados (ROSAS et al., 2010; SANTOS et al., 2010).

Nas duas últimas décadas, antigas controvérsias taxonômicas foram solucionadas e duas unidades evolucionárias distintas foram encontradas (SOLÉ-CAVA et al., 2010). Estudos morfológicos demonstraram a variabilidade existente entre os animais marinhos e

fluviais com relação à forma e tamanho do crânio (MONTEIRO-FILHO et al., 2002) e estudos genéticos utilizando DNA mitocondrial de animais de diferentes áreas de ocorrência comprovaram a existência de duas espécies distintas (CUNHA et al., 2005; CABALLERO et al., 2007). Dessa forma, a espécie fluvial foi nomeada *S. fluviatilis* (Gervais 1853), e a espécie marinha *S. guianensis* (van Bénédén, 1864).

Sotalia fluviatilis é encontrado nos principais tributários da bacia Amazônica no Brasil, sudeste da Colômbia, leste do Equador e nordeste do Peru, em todos os tipos de água na região e possivelmente na bacia do Orinoco (DA SILVA; BEST, 1996; FLORES; DA SILVA, 2008) (Figura 1). Sua distribuição é influenciada pelas variações sazonais no volume dos rios, pois em determinados períodos inúmeras cachoeiras e quedas d'água tornam-se intransponíveis.

Sotalia guianensis é encontrado ao longo do Oceano Atlântico Sul-Occidental, da Nicarágua, na América Central (14° 35'N, 79° 54'W) a Santa Catarina no sul do Brasil (27° 35'S, 48° 35'W) (BOROBIA et al., 1991; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; FLORES; DA SILVA, 2008; SECCHI, 2010) (Figura 1). No Brasil, habita diferentes ambientes associados a águas costeiras, estuários e baías protegidas (BOROBIA et al., 1991; MONTEIRO-FILHO; MONTEIRO, 2008), como a Baía de Todos os Santos, Bahia; Baía de Guanabara, Rio de Janeiro; Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia e Paranaguá, São Paulo e Paraná e Baía Norte, Santa Catarina. Apesar de seu hábito costeiro, eventualmente pode ser avistado em mar aberto ou regiões mais afastadas como o Arquipélago de Abrolhos, Bahia, distante cerca de 70 km da costa e as ilhas de Trinidad e Tobago, ao sul do Mar do Caribe (CABALLERO et al., 2007; REEVES et al., 2009).

Figura 1. Mapa de distribuição de *Sotalia guianensis* (cinza) ao longo do Oceano Atlântico Sul Ocidental e *Sotalia fluviatilis* (preto) nas Bacias Amazônica e Orinico. Fonte: Encyclopedia of Marine Mammals.

Sotalia guianensis é um golfinho de pequeno porte, com comprimento máximo observado de 2,20 m e peso de aproximadamente 80 kg em um adulto (FLORES; DA SILVA, 2008). O comprimento neonatal esperado é entre 0,8 e 1,15 m. Possui rostro fino e alongado, nadadeiras peitorais amplas, nadadeira dorsal triangular e arredondada ao final, e melão arredondado. O número de dentes varia de 30 a 36 em cada fileira superior e 28 a 34 em cada fileira inferior (JEFFERSON et al., 2008). A coloração é predominantemente cinza no dorso e rosada no ventre (da área do pescoço à área genital) nos adultos. Os filhotes possuem o corpo claro e rosado com algumas manchas acinzentadas, principalmente no dorso. Conforme o indivíduo se desenvolve, a pigmentação cinza se torna predominante, especialmente na região dorsal do animal. Além da variação no padrão de coloração em função da faixa etária, também é possível encontrar variação na coloração no mesmo indivíduo em diferentes períodos do ano (FLORES; DA SILVA, 2008).

De acordo com estudos desenvolvidos em diferentes populações de *S. guianensis*, a maturidade sexual é alcançada entre 5 e 7 anos de idade e o comprimento na maturidade varia entre 1,60 a 1,70 m para fêmeas e 1,70 a 1,80 m para machos. As fêmeas apresentam maturação do ovário direito após a maturação do esquerdo e sinais de senescência podem ser notados após 25 anos de idade. Com base em estudos envolvendo camadas do dente, estima-se que a espécie viva cerca de 30 anos. Aparentemente não se observa nas fêmeas um período de ovulação bem definido, sugerindo que os nascimentos ocorram ao longo de todo o ano, sendo eventualmente registrados picos em determinadas estações. O período de gestação pode variar entre 11,5 e 12 meses e a amamentação dura cerca de 8 meses. O sistema de reprodução acredita-se ser o de promiscuidade, onde ambos os sexos copulam com mais de um indivíduo (RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2003).

Sua alimentação consiste principalmente de peixes teleósteos distribuídos na coluna de água ao longo de todo o ano e cefalópodes (BOROBIA et al., 1991; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; ROSAS et al., 2010). São encontradas em sua dieta espécies de peixes pelágicos (*Trichiurus lepturus*, *Pellona harroweri*), demersais (*Cynoscion spp.*, *Porichthys porosissimus*, *Micropogonias furneri*), cefalópodes (*Loligo sanpaulensis* e *Loligo plei*, *Loliguncula brevis*) e camarões (*Penaeus brasiliensis*) (DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; BELTRÁN-PEDREROS; PANTOJA, 2006; DI BENEDITTO; SICILIANO, 2007).

S. guianensis é uma espécie gregária; geralmente, é avistada em grupos de 2 a 16 indivíduos em média; entretanto, há registros de até centenas de animais juntos, especialmente em áreas de forrageio (LODI; HETZEL, 1998; GEISE et al., 1999). *S. guianensis* não percorre longas distâncias e permanece na mesma área ao longo de todo o ano (ARAÚJO et al., 2007). A abundância e deslocamento populacional da espécie têm sido associados à disponibilidade e variedade de presas e recursos alimentares (GEISE et al., 1999; LODI, 2003; DAURA-JORGE et al., 2007; WEDEKIN, 2007).

Atualmente, *S. guianensis* é classificada pela IUCN e pelo Plano de Ação para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos do Brasil como “Dados Deficientes” (*Data Deficient*, DD) (ROCHA-CAMPOS et al., 2010; SECCHI, 2010; INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN, 2011) e como “Quase Ameaçada” (*Near Threatened*, NT) pelo Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas no Estado de São Paulo da Secretaria de Meio Ambiente (PERCEQUILLO; KIERULFF, 2009).

São inúmeras as ameaças que afetam os cetáceos, tais como perda e/ou modificação do habitat, caça, poluição química, biológica e sonora das águas (CURREY et al., 2009), redução

de presas (POLIDORO et al., 2009) e mudanças na dinâmica de espécies nativas (DULVY et al., 2003). Os golfinhos da espécie *S. guianensis* mostram-se vulneráveis a quase todas as atividades antrópicas, devido ao hábito costeiro e consequente proximidade com o homem. As ameaças diretas são a captura acidental em redes de pesca, o tráfego de embarcações e o turismo, além da exploração por valor cultural e mítico (FLORES; DA SILVA, 2008; REEVES et al., 2009; CRESPO et al., 2010; SECCHI, 2010). A mortalidade acidental de *Sotalia* foi apontada pelo Comitê Científico do International Whaling Commission (IWC) como uma importante ameaça (CRESPO et al., 2010). Estudos recentes demonstraram que a poluição sonora também pode representar uma ameaça, tendo em vista certas embarcações motorizadas que em movimento emitem ruídos na mesma faixa de frequência que os botos-cinza, o que geralmente leva a alterações comportamentais e acústicas dos animais (REZENDE, 2000; GONÇALVES, 2003).

A espécie apresenta uma distribuição descontínua, o que sugere que grupos locais seriam especialmente vulneráveis a flutuações ambientais e demográficas, com possível perda da variabilidade genética (THOMPSON et al., 2000; HILTON-TAYLOR et al., 2009; REEVES et al., 2009). Populações pequenas e isoladas podem se mostrar mais suscetíveis aos chamados *vórtices da extinção*, constituídos pela aleatoriedade demográfica, aleatoriedade ambiental, aleatoriedade genética e perda do potencial evolutivo (HOELZEL, 1992; PIRES et al., 2006). O aumento de endocruzamentos e seus efeitos deletérios sobre reprodução e sobrevivência reduzem a diversidade genética, comprometendo a habilidade das populações se adaptarem frente às flutuações ambientais (HOELZEL, 1992; FRANKHAM et al., 2008).

A despeito da ampla área de ocorrência e do grande número de estudos com *S. guianensis*, informações envolvendo dados demográficos e padrões populacionais são escassos, bem como estudos discutindo o real efeito das ameaças a que está exposta. Segundo SANTOS et al. (2010), informações robustas sobre os parâmetros demográficos das populações são necessárias para detectar tendências populacionais que podem ser utilizadas como indicativos de saúde de uma determinada população. A identificação e compreensão dos processos que levam à perda de espécies e influenciam na sua persistência ao longo do tempo são de grande necessidade (THOMPSON et al., 2000).

Muitos estudos têm utilizado modelos estocásticos de simulação para estimar a viabilidade de populações sob diferentes condições (BROOK et al., 2000; THOMPSON et al., 2000; HEINSOHN et al., 2004; PAULA et al., 2007; SLOOTEN, 2007; CURREY et al., 2009). De acordo com AKÇAKAYA e SJÖGREN-GULVE (2000) a viabilidade de uma

espécie ou população em uma determinada região é expressa como o risco de extinção ou declínio, o tempo esperado até a extinção, ou a chance de recuperação.

A análise de viabilidade populacional (AVP) fornece previsões quantitativas sobre o tamanho da população ao longo do tempo e a probabilidade de extinção, por meio de simulações estocásticas computacionais (BROOK et al., 2000; HEINSOHN et al., 2004). Por meio desse procedimento, é possível identificar os requisitos básicos para a viabilidade (AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000), os riscos associados aos diferentes cenários (THOMPSON et al., 2000) e a eficiência das alternativas de manejo (AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000; HEINSOHN et al., 2004). Representa um conjunto de modelos teóricos da ecologia de populações sob o paradigma das populações pequenas e ferramentas computacionais, para a compreensão dos padrões demográficos e riscos de extinção de uma população a fim de evitar seu declínio e desaparecimento, (BOYCE, 1992; FIEBERG; ELLNER, 2001).

Os modelos são baseados em parâmetros demográficos e ecológicos (*p.e.* taxas de natalidade/mortalidade, reprodução, censos, evidências de dispersão, resultados de procedimentos de marcação-recaptura), genéticos e ambientais (BOYCE, 1992; AKÇAKAYA, 2000; AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000; LACY, 2000). Diferentemente de outros métodos, a AVP é rigorosa e quantitativa e pode ser replicada por diferentes pesquisadores (AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000). Entretanto é importante ressaltar que diferentes *softwares* de computador podem fornecer diferentes estimativas a partir de um mesmo conjunto de dados (BEISSINGER; WESTPHAL, 1998).

Dessa forma, a AVP é considerada uma das ferramentas centrais na investigação do estado de conservação de espécies de animais silvestres e na elaboração de planos de ação, conservação e de manejo. Permite conhecer a magnitude de mudanças em parâmetros como sobrevivência, fecundidade e disponibilidade de recursos, que podem causar efeitos biológicos relevantes na população (BOYCE, 1992; AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000; WHITE, 2000; BROOK et al., 2002; DRECHSLER; BURGMAN, 2004; PAULA et al., 2007; SLOOTEN, 2007).

Muitas espécies de mamíferos aquáticos ameaçados ao redor do mundo tiveram determinados aspectos de sua história de vida avaliados pelo método, incluindo taxas de declínio, tempo para extinção, sensibilidade de fatores como natalidade e sobrevivência sob as ameaças locais, eficiência de planos de manejo e ações de conservação (DURANT; HARWOOD, 1992; BRAULT; CASWELL, 1993; YORK, 1994; PASCUAL; ADKINSON, 1994; MARMOTEL et al., 1996; KOKKO et al., 1997; THOMPSON et al., 2000; TAYLOR;

PLATER, 2001; FUJIWARA; CASWELL, 2001; BURKHART; SLOOTEN, 2003; HEINSOHN et al., 2004; SLOOTEN, 2007; CURREY et al., 2009; TAYLOR et al., 2009).

Nas últimas três décadas, a AVP tem sido alvo de inúmeras discussões a respeito de seu conceito e aplicações, os tipos de modelos e abordagens, o uso combinado com outros métodos e suas vantagens e desvantagens (BOYCE, 1992; BEISSINGER; WESTPHAL, 1998; AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000; AKÇAKAYA, 2000; BROOK et al., 2000; THOMPSON et al., 2000; WHITE, 2000; FIEBERG; ELLNER, 2001; ELLNER et al., 2002; DRECHESLER; BURGMAN, 2004). Apesar da ampla utilização do método nas políticas de conservação, é possível encontrar literatura discordante com relação à sua eficiência (BROOK et al., 2000, 2002; ELLNER et al., 2002). Em resposta, BROOK et al. (2002) reafirmaram que, apesar das limitações, a AVP é a melhor ferramenta disponível para ações de conservação, podendo ser aplicada em uma ampla gama de contextos utilizando toda informação disponível, incluindo ações de manejo, cenários de impacto e incertezas. Os autores afirmaram ainda que a quantidade de dados necessários para fornecer previsões confiáveis e úteis depende diretamente da pergunta e objetivo do estudo (BROOK et al., 2002). Quanto maior a rede de informações fornecidas, modelos mais detalhados podem ser construídos. Com maior inclusão de detalhes, o modelo fica mais realista e permite responder a perguntas mais específicas (AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000) e informações espécie-específicas são essenciais para a elaboração de planos de ação, de manejo e de conservação mais robustos (POLIDORO et al., 2009).

A população de *S. guianensis* da região do estuário de Cananéia, estado de São Paulo, tem sido estudada ao longo das últimas décadas, e informações envolvendo estimativas de abundância populacional, uso de habitat, comportamento, estrutura de grupo, mortalidade, reprodução e crescimento (*p.e.* ACUÑA, 2002; FILLA, 2004; GEISE et al., 1999; ROSAS, 2000; ROLLO Jr., 2002; HAVUKAINEN et al., 2011) foram obtidas.

Com base nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo monitorar ao longo de um ano a população de *Sotalia guianensis* no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, a fim de estimar a abundância e densidade; desenvolver uma análise de viabilidade populacional para a espécie na área de estudo e contribuir com estudos futuros que visem a elaboração de planos de ação, de conservação e manejo.

Hipóteses

Abundância de *Sotalia guianensis* no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia

H0 = a abundância da espécie permanece estável ao longo dos anos

H1 = a abundância da espécie declinou na última década

H2 = a abundância da espécie aumentou na última década

Densidade de *Sotalia guianensis* no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia

H0 = a espécie apresenta distribuição homogênea e densidades semelhantes ao longo do estuário

H1 = a espécie apresenta distribuição heterogênea e densidades distintas ao longo do estuário

Probabilidade de declínio e extinção

H0 = a população não irá se extinguir em 300 anos

H1 = a população irá se extinguir em até 300 anos

Referências

AKÇAKAYA, H.R. Population viability analyses with demographically and spatially structured models. **Ecological Bulletins**, Ithaca, v. 48, p. 23-38, 2000.

AKÇAKAYA, H.R.; SJÖGREN-GULVE, P. Population viability analysis in conservation planning: an overview. **Ecological Bulletins**, Ithaca, v. 48, p. 9-21, 2000.

ACUÑA, L.B. **Estimativa do tamanho da população do boto-tucuxi marinho, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) na região do estuário de Cananéia, São Paulo, por meio de catálogo de fotoidentificação para a espécie.** Dissertação (Mestrado em Biociências – Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 73 p., 2002.

ARAÚJO, J.P.; ARAÚJO, M.E.; SOUTO, A.; PARENTE, C.L.; GEISE, L. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 1122–1130, 2007.

BEISSINGER, S.R.; WESTPHAL, M.I. On the use of demographic models of population viability in endangered species management. **Journal of Wildlife Management**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 821-841, 1998.

BELTRÁN-PEDREROS, S.; PANTOJA, T.M.A. Feeding habits of *Sotalia fluviatilis* in the Amazonian Estuary. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 389-393, 2006.

BOROBIA, M.; SICILIANO, S.; LODI, L.; HOEK, W. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 69, p. 1025-1039, 1991.

BOYCE, M.S. Population viability analysis. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 23, p. 481-506, 1992.

BRAULT, S.; CASWELL, H. Pod-specific demography of killer whales (*Orcinus orca*). **Ecology**, Washington, v. 74, n. 5, p. 1444-1454, 1993.

BROOK, B.W.; BURGMAN, M.A.; AKÇAKAYA, H.R.; O'GRADY, J.J.; FRANKHAM, R. Critiques of PVA ask the wrong questions: throwing the heuristic baby out with the numerical bath water. **Conservation Biology**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 262-263, 2002.

BROOK, B.W.; O'GRADY, J.J.; CHAPMAN, A.P.; BURGMAN, M.A.; AKÇAKAYA, H.R.; FRANKHAM, R. Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology. **Nature**, London, v. 404, n. 23, p. 385-387, Mar. 2000.

BURKHART, S.M.; SLOOTEN, E. Population viability analysis for Hector's dolphin (*Cephalorhynchus hectori*): a stochastic model for local populations. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 37, p. 553-566, 2003.

CABALLERO, S.; TRUJILLO, F.; VIANNA, A.; BARRIOS-GARRIDO, H.; MONTIEL, M.G.; BELTRAN-PEDREROS, S.; MARMONTEL, M.; SANTOS, M.C.; ROSSI-SANTOS, M.; SANTOS, F.R.; BAKER, C.S. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: species level ranking for tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and costero dolphins (*Sotalia guianensis*). **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 23, p. 358-386, 2007.

COMMITTEE ON TAXONOMY. **List of marine mammal species and subspecies**. Society for Marine Mammalogy. 2014. Disponível em: <www.marinemammalscience.org>. Acesso em: 05 out. 2014.

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.III; SCHAEFFER, Y.; DORNELES, P.R.; LAILSON-BRITO, J.; WETZEL, D.L. Report of the Working Group on Major Threats and conservation. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 47-56, 2010.

CUNHA, H.A.; SILVA, V.M.F. da; SOLÉ-CAVA, A.M. Molecular ecology and systematics of *Sotalia* Dolphins. In: RUIZ-GARCÍA, M.; SHOSTELL, J. (Ed.). **Biology, evolution and conservation of river dolphins in South America and Asia: unknown dolphins in danger**. New York, New Science Publishers, p. 261-283, 2010.

CUNHA, H.A.; SILVA, V.M.F. da; LAILSON-BRITO, J.; SANTOS, M.C.O.; AZEVEDO, A.F.; FLORES, P.A.C.; MARTINS, A.R.; FRAGOSO, A.B.L.; SOLÉ-CAVA, A.M. Riverine and marine ecotypes of *Sotalia* dolphins are different species. **Marine Biology**, Berlin, v. 148, p. 449-457, 2005.

CURREY, R.J.C.; DAWSON, S.M.; SLOOTEN, E.; SCHNEIDER, K.; LUSSEAU, D.; BOISSEAU, O.J.; HAASE, P.; WILLIAMS, J.A. Survival rates for a declining population of bottlenose dolphins in Doubtful Sound, New Zealand: an information theoretic approach to assessing the role of human impacts. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Oxford, v. 19, n. [S/I], p. 658-670, 2009.

DA SILVA, V.M.F.; BEST, R.C. *Sotalia fluviatilis*. **Mammalian Species**, Northampton, n. 527, p. 1-7, 1996.

DAURA-JORGE, F.G.; ROSSI-SANTOS, M.R.; WEDEKIN, L.L.; LOPES, P.C.S. Behavioral patterns and movement intensity of *Sotalia guianensis* (P. J. van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in two different areas on the Brazilian coast. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 265-270, 2007.

DI BENEDITTO, A.P.M.; RAMOS, R.M.A. Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in southeastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 84, p. 1245-1250, 2004.

DI BENEDITTO, A.P.M.; SICILIANO, S. Stomach contents of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) from Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 87, p. 253–254, 2007.

DRECHSLER, M.; BURGMAN, M.A. Combining population viability analysis with decision analysis. **Biodiversity and Conservation**, Berlin, v. 13, p. 115–139, 2004.

DULVY, N.K.; SADOVY, Y.; REYNOLDS, J.D. Extinction and vulnerability in marine populations. **Fish and Fisheries**, Oxford, v. 4, p. 25-64, 2003.

DURANT, S.M.; HARWOOD, J. Assessment of monitoring and management strategies for local populations of the Mediterranean monk seal *Monachus monachus*. **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 61, p. 81-91, 1992.

ELLNER, S.P.; FIEBERG, J.; LUDWIG, D.; WILCOX, C. Precision of population viability analysis. **Conservation Biology**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 258-261, 2002.

FIEBERG, J.; ELLNER, S.P. Stochastic matrix models for conservation and management: a comparative review of methods. **Ecology Letters**, Oxford, v. 4, p. 244–266, 2001.

FILLA, G. **Estimativa da densidade populacional e estrutura de agrupamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na baía de Guaratuba e na porção norte do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, PR**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FLORES, P.A.C.; SILVA, V.M.F. da. Tucuxi and Guiana Dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*). In: PERRIN, W.F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). **Encyclopedia of marine mammals**. San Diego: Academic Press, 2008. p. 1188-1192.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J.D.; BRISCOE, D.A. **Fundamentos da genética da conservação**. Ribeirão Preto: Ed. SBG, 280 p., 2008.

FUJIWARA, M.; CASSWELL, H. Demography of the endangered North Atlantic right whale. **Nature**, London, v. 414, p. 537–541, 2001.

GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behavior, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananeia estuary region, Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 183-194, 1999.

GONÇALVES, M.L.R.L. **Interações entre embarcações e *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), no estuário de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil.** 47 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 2003.

HAVUKAINEN, L.; MONTEIRO FILHO, E.L.A.; FILLA, G.F. Population density of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia region, Southeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology and Conservation)**, Costa Rica, v. 59, n. 3, p. 1275-1284, 2011.

HEINSOHN, R.; LACY, R.C.; LINDENMAYER, D.B.; MARSH, H.; KWAN, D.; LAWLER, I.R. Unsustainable harvest of dugongs in Torres Strait and Cape York (Australia) waters: two case studies using population viability analysis. **Animal Conservation**, London, v. 7, p. 417-425, 2004.

HERSHKOVITZ, P. Notes on South American dolphins of the genera *Inia*, *Sotalia* and *Tursiops*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 44, n. 1, p. 98-103. 1963.

HILTON-TAYLOR, C.; POLLOCK, C.M.; CHANSON, J.S.D.; BUTCHART, S.H.M.; OLDFIELD, T.E.E.; KATARIYA, V. State of the world's species. In: VIÉ, J.-C.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S.N. (Ed.). **Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species.** Gland: IUCN, 2009. p. 15-42.

HOELZEL, A.R. Conservation genetics of whales and dolphins. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 1, p. 119-125, 1992.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **IUCN red list of threatened species:** version 2011.2. 2011. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acessado em 5 out. 2014.

JEFFERSON, A.T.; WEBBER, M.A.; PITMAN, R.L. **Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification.** London: Academic Press, 573 p., 2008.

KOKKO, H.; LINDSTRÖM, J.; RANTA, E. Risk analysis of hunting of seal populations in the Baltic. **Conservation Biology**, Oxford, v. 11, p. 917-927, 1997.

LACY, R.C. Structure of the VORTEX simulation model for population viability analysis. **Ecological Bulletin**, Oxford, v. 48, p. 191-203, 2000.

LODI, L.F.; HETZEL, B. Grandes agregações do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Bioikos**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 26-30, 1998.

- LODI, L. Tamanho e composição de grupo dos Botos-Cinza, *Sotalia Guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 135-146, 2003.
- MARMONTEL, M.; HUMPHREY, S.R.; O'SHEA, T.J. Population viability analysis of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*), 1976-1991. **Conservation Biology**, Oxford, v. 11, p. 467-481, 1996.
- MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; MONTEIRO, L.R.; REIS, S.F. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: a tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 83, n. 1, p. 125-134, 2002.
- PAULA, R.C.; MEDICI, P.; MORATO, R.G. (Org.). **Plano de ação para conservação de lobo-guará**: análise de viabilidade populacional e de habitat. Brasília: IBAMA, 158 p., 2007.
- PASCUAL, M.A.; ADKINSON, M.D. The decline of the Steller sea lion in the northeast Pacific: demography, harvest or environment? **Ecological Applications**, New York, v. 4, p. 393-403, 1994.
- PERCEQUILLO, A.R.; KIERULFF, M.C.M. Mamíferos. In: BRESSAN, P.M.; KIERULFF, M.C.M.; SUGIEDA, A.M (Coord.). **Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo**: vertebrados. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/fauna/livro_vermelho2010.pdf>. Acessado em 16 jun. 2010.
- PIRES, A.S.; FERNANDEZ, F.A.S.; BARROS, C.S. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In: ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; SLUYS, M.V.; ALVES, M.A.S. **Biologia da conservação**: essências. São Paulo: RiMa, p. 231-260, 2006.
- POLIDORO, B.A.; LIVINGSTONE, S.R.; CARPENTER, K.E.; HUTCHINSON, B.; MAST, R.B.; PILCHER, N.J.; MITCHESON, Y.S.; VALENTI, S.V. Status of the world's marine species. In: VIÉ, J.-C.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S.N. (Ed.) **Wildlife in a changing world**: an analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species. Gland: IUCN, p. 55-66, 2009.
- RAMOS, R.M.A.; DI BENEDITTO, A.P.M.; LIMA, N.R.W. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Aquatic Mammals**, Illinois, v. 26, n. 1, p. 65-75, 2000.
- REEVES, R.R.; CRESPO, E.A.; DANS, J.T.A.; KARCZMARSKI, L.; LAIDRE, K.; O'CORRY-CROWE, G.; PEDRAZA, S.; ROJAS-BRACHO, L.; SECCHI, E.R.; SLOOTEN, E.; SMITH, B.D.; WANG, J.Y.; ZHOU, K. *Sotalia fluviatilis*. In: International Union for Conservation of Nature. **Red list of threatened species**: version 2009.1. 2009. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 16 jun. 2010.

REZENDE, F. **Bioacústica e alterações acústico comportamentais de *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea, Delphinidae) frente a atividade de embarcações na Baía de Trapandé, Cananéia, SP.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 82 p., 2002.

ROCHA-CAMPOS, C.C.; CÂMARA, I.G.; PRETTO, D.J. (Org.). **Plano de ação nacional para a conservação dos mamíferos aquáticos: pequenos cetáceos.** Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 132 p., 2010.

ROSAS, F.C.W. **Interação com a pesca, mortalidade, idade, reprodução e crescimento de *Sotalia guianensis* e *Pontoporia blainvilliei* (Cetacea: Delphinidae e Pontoporidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 145 p., 2000.

ROSAS, F.C.W.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, southern Brazil. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 83, n. 2, p. 507-515, 2002.

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

ROSAS, F.C.W.; MARIGO, J.; LAETA, M.; ROSSI-SANTOS, M.R. Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 57-68, 2010.

ROLLO Jr., M.M. **Modelagem da distribuição do boto *Sotalia guianensis* VAN BÉNÉDEN 1863 (CETACEA, DELPHINIDAE) na região de Cananéia, sul do Estado de São Paulo.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 256 p., 2002.

SANTOS, M.C.O.; OLAVARRÍA, C.; BOROBIA, M.; CABALLERO, S.; SECCHI, E.R.; SICILIANO, S.; PALACIOS, D.M. A tale of two dolphins: introduction to the special volume on the biology and conservation of neotropical dolphins of the genus *Sotalia*. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. [S/I], n. [S/I], p. 9-23, 2010.

SANTOS, M.C.O.; ROSSO, S. Social organization of marine tucuxi dolphins, *Sotalia guianensis*, in the Cananéia Estuary of Southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 89, n. 2, p. 347-355, 2008.

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

SECCHI, E. *Sotalia guianensis*. In: International Union for Conservation of Nature. **IUCN red list of threatened species: version 2011.1.** 2010. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 5 out. 2014.

SLOOTEN, E. Conservation management in the face of uncertainty: effectiveness of four options for managing Hector's dolphin by catch. **Endangered Species Research**, Lohe, v. 3, p. 169-179, 2007.

SOLÉ-CAVA, A.M.; CABALLERO, S.; BONVICINO, C.R.; SHOLL, T.G.C; MORENO, I.B.; FLORES, P.A.C. Report of the working group on taxonomy and genetics. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 25-29, 2010.

TARDIN, R.H.O.; ESPÉCIE, M.A.; LODI, L.; SIMÃO, S.M. Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 30, n. 1, p. 15–23, 2013.

TARDIN, R.H.O.; ESPECIE, M.A.; NERY1, M.F.; D'AZEREDO1, F.T.; SIMÃO, S.M. Coordinated feeding tactics of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 28, n. 3, p. 291–296, 2011.

TAYLOR, M.; PLATER, B. **Population viability analysis for the southern resident population of the killer whale (*Orcinus orca*)**. Tucson: The Center for Biological Diversity, 30 p., 2001.

TAYLOR, M.K.; LAAKE, J.; MCLOUGHLIN, P.D.; CLUFF, H.D.; MESSIER, F. Demography and population viability of polar bears in the Gulf of Boothia, Nunavut. **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 778-796, 2009.

THOMPSON, P.M.; WILSON, B.; GRELLIER, K.; HAMMOND, P.S. Combining power analysis and population viability analysis to compare traditional and precautionary approaches to conservation of coastal cetaceans. **Conservation Biology**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 1253-1263, 2000.

WEDEKIN, L.L. **Preferência de hábitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) em diferentes escalas espaciais na costa sul do Brasil**. 2007. 90 p. Dissertação de (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

WHITE, G.C. Population viability analysis: data requirements and essential analyses. **The Journal of Wildlife Management**, Oxford, v. 65, n. 3, p. 288-331, 2000.

WIELGUS, J.; BALLANTYNEIV, F.; SALA, E.; GERBER, L.R. Viability Analysis of reef fish populations based on limited demographic information. **Conservation Biology**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 447-454, 2007.

YORK, A.E. The population dynamics of northern sea lions, 1975-1985. **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 10, p. 38-51, 1994.

2 ABUNDÂNCIA E DENSIDADE DE *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (CETARTIODACTYLA, DELPHINIDAE) NO COMPLEXO ESTUARINO-LAGUNAR DE CANANÉIA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Resumo

Estimativas de abundância e densidade de *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, foram obtidas entre 2011 e 2012, ao longo de um ano. Foi utilizado o método de transecção linear com amostragem de distâncias, com 1.339,91 km percorridos e 83h05min em esforço. Avistou-se 241 grupos (n) compostos por 1 a 20 indivíduos, sendo a maior parte dos avistamentos na Baía de Trapandé (48,72%), seguida do Mar de Cananéia (32,72%) e Mar de Cubatão (18,56%). O programa Distance, com modelo half-normal e ajuste coseno com menor valor de AIC encontrado, estimou uma abundância de 193 indivíduos (95%IC: 158 – 237) e densidade de 2,5538 ind/km² (95%IC: 2,0812 – 3,1337). Foi verificada distribuição heterogênea do estuário, sendo o Mar de Cananéia e a Baía de Trapandé mais densamente povoados, com 2,7699 ind/km² (95%IC: 1,9368 – 3,9614) e 2,765 ind/km² (95%IC: 2,0706 – 3,6696), respectivamente, e o Mar de Cubatão menos denso, 1,5984 ind/km² (95%IC: 1,0438 – 2,4477). A média de tamanho de grupo esperado é 4,1504 indivíduos (95%IC: 3,7666 – 4,5734). Os valores encontrados são condizentes com a literatura disponível para a espécie no estuário, e demonstram que a abundância da espécie tem se mantido constante, enquanto a densidade apresentou grande variação entre os estudos. A distribuição heterogênea em habitats é comumente observada na espécie. De forma geral, a espécie apresenta grandes variações ao longo de sua distribuição com relação ao tamanho populacional, densidade, tamanho de grupos, distribuição nos habitats e residência. Tais diferenças estão associadas possivelmente às características físicas e ambientais de cada habitat (ex. temperatura, salinidade, transparência, correntes, sedimentação, topografia) que interferem direta ou indiretamente na distribuição e dinâmica populacional da espécie e suas presas. O estuário de Cananéia suporta uma importante população de *S. guianensis*, fornecendo recursos para alimentação e reprodução, apesar da grande proximidade com o homem e constantes ameaças, ressaltando a importância da área para a conservação da espécie.

Palavras-chave: Abundância; Densidade; Transectos lineares; *Distance*; *Sotalia guianensis*

Abstract

Population abundance and density estimates of *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), in the Estuarine-lagoon complex of Cananéia, São Paulo State, Brazil, were obtained between 2011 and 2012, during one year. The method used was the distance sampling, with 1,339.91 km surveyed and 83h05min in effort. It was observed 241 groups (n) consisting of 1 to 20 individuals, being most of the sightings in the Trapandé Bay (48.72%) followed by the Cananéia Sea (32.72%) and Cubatão Sea (18.56%). The Distance program, with half-normal model and cosine adjust with the lowest AIC value found, estimated an abundance of 193 individuals (95% CI: 158-237) and density 2.5538 ind/km². Heterogeneous distribution of the estuary was verified, and the Cananéia sea and the Trapandé bay are more densely populated, with 2.7699 ind/km² (95% IC: 1.9368-3.9614) and 2.765 ind/km² (95% CI: 2.0706 – 3.6696), respectively, and the Cubatão Sea less dense, 1.5984 ind/km² (95% CI: 1.0438 – 2.4477). The average group size expected is 4.1504 individuals (95% IC: 3.7666-4.5734). The values found are consistent with the literature available for the species in the estuary, and demonstrate that

the abundance has remained constant. On the other hand, the density presented great variation between the studies. In general, the species presents large variations throughout its distribution with respect to population size, density, groups size, distribution in habitat and residence. Such differences are possibly associated with physical and environmental characteristics of each habitat (e.g. temperature, salinity, transparency, chains, sedimentation, topography) that interfere directly or indirectly in the distribution and population dynamics of the species and its prey. The Cananéia estuary supports a significant population of *S. guianensis*, providing resources for feeding and breeding, despite the close proximity with the man and constant threats, emphasizing the importance of the area for the conservation of the species.

Keywords: Abundance; Density; Linear transects; *Distance*; *Sotalia guianensis*

2.1 Introdução

Informações sobre abundância, densidade e dinâmica populacional são fundamentais para o estabelecimento de estratégias de manejo e conservação de espécies (WHITEHEAD et al., 2000; SANDERCOCK, 2006). A distribuição e a identificação de áreas centrais, nas quais comportamentos biológica e socialmente relevantes (ex. alimentação, reprodução, descanso) estão associados, são informações importantes na investigação de questões ecológicas e de conservação (GARAFFO et al., 2007).

Os mamíferos marinhos podem ser considerados indicadores de qualidade ambiental; portanto, garantindo sua conservação, as demais espécies e componentes do ecossistema marinho serão também protegidos (GARAFFO et al., 2011). Dessa forma, esforços para a obtenção de estimativas robustas de parâmetros demográficos e ecológicos são necessários para avaliar e monitorar populações de cetáceos residentes (AZEVEDO et al., 2004; CANTOR et al., 2012). Apesar da importância de tais estimativas dentro da ecologia e biologia da conservação, obter tais informações é difícil, especialmente para cetáceos, que passam longos períodos submersos, podem ocupar áreas extensas e se distanciar da costa (ROLLO Jr., 2002; DAWSON et al., 2008). Os delfínidos apresentam complexa organização social e padrões de uso espacial sob influência constante de fatores físicos e ambientais do habitat (AZEVEDO et al., 2007).

Sotalia guianensis é um cetáceo costeiro de pequeno porte, encontrado principalmente em baías e estuários no Oceano Atlântico da América do Sul e Central (BOROBIA et al., 1991; DA SILVA et al., 2010). Sua ocorrência está associada à presença de manguezais, bem como a presença de águas rasas, praias com declives, costas rochosas, áreas inclinadas e relevo oceânico irregular (DA SILVA et al., 2010; CANTOR et al., 2012). Devido a seu

hábito costeiro, está constantemente exposto à intensa atividade humana, como pesca, tráfego de embarcações, contaminantes, poluição sonora, exploração de óleo e desenvolvimento urbano, entre outros (DA SILVA et al., 2010; CANTOR et al., 2012).

De maneira geral, *S. guianensis* é bem visto pela população local de Cananéia, área do estudo, tanto pelo comportamento de pesca do boto que conduz peixes ao “cerco vivo” (estrutura de pesca artesanal muito utilizada na região), auxiliando os pescadores, quanto por ser um atrativo para o turismo da região, importante fonte de renda para a comunidade (FILLA et al., 2008). Entretanto, a despeito de sua aceitação, golfinhos do gênero *Sotalia* têm sofrido impactos severos decorrentes de atividades antrópicas nos últimos 20 anos (SANTOS et al., 2010).

Ao longo das últimas duas décadas, estudos abordando parâmetros ecológicos e reprodutivos de *S. guianensis* se intensificaram, bem como estudos de abundância e densidade populacionais ao longo de sua distribuição. Dentre as populações acessadas no Brasil podemos citar a Baía do Emboraí (PA); Baías de Guanabara e Sepetiba (RJ); Estuário de Cananéia (SP); Estuários de Paranaguá e Guaratuba (PR) e Baía de Babitonga (SC), entre outras. Há também estimativas populacionais para a Colômbia (Golfo de Morrosquillo) e Nicarágua (Reserva Cayos Miskito) (SANTOS et al., 2010a).

No entanto, a abundância e densidade das populações, bem como as taxas de sobrevivência e tendências populacionais ainda representam uma grande lacuna no conhecimento da espécie (CANTOR et al., 2012). Estimativas confiáveis de abundância são de suma importância para o manejo e conservação de cetáceos costeiros e exigem métodos adequados (DICK; HINES, 2010).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo estimar a abundância e densidade de *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), bem como conhecer sua distribuição no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área de estudo

O Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia (Lat. 25°1'28''S e Lon. 47°55'56''W) está incluído na Área de Proteção Ambiental Federal de Cananéia-Iguape-Peruíbe e na Zona de Conservação de Vida Silvestre, criada pelo decreto federal nº 90.347 de 23/10/1984 e complementada pelo decreto nº 91.892 de 06/11/1985. Devido ao bom estado de conservação

da área e sua grande riqueza biológica, é um dos mais importantes ecossistemas costeiros do país (SANTOS; MARTINS, 2008). Em 1999, foi incluída na lista de Patrimônio Mundial da UNESCO, dentro das Reservas do Sudeste SP/PR de Mata Atlântica (UNESCO, 2012). A região do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, área de desenvolvimento do estudo, tem grande relevância ecológica por estar localizada na área de delimitação natural entre duas unidades de conservação estaduais, o Parque Estadual da Ilha do Cardoso e o Parque Estadual do Lagamar de Cananéia (Figura 1).

A região estuarina é altamente produtiva e toda sua extensão é margeada por manguezais, com predominância de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, características do bioma Mata Atlântica, poucas praias e fundo composto por lama (DOMIT, 2006; OLIVEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2008). Os índices pluviométricos mostram maiores valores entre dezembro e abril e período de estiagem entre maio e novembro (KUMPERA, 2007). A média de temperatura anual é de 21,48°C e a temperatura do mar, de 23,88°C (OLIVEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2008).

Ao longo do sistema é possível notar diferentes características físicas entre a Baía de Trapandé, Mar de Cananéia e Mar de Cubatão, que circundam a Ilha de Cananéia, separando-a do continente e das Ilhas Comprida e do Cardoso. O Mar de Cananéia ou “Mar de Dentro” (mais próximo a mar aberto) e o Mar de Cubatão ou “Mar de Fora” são canais estreitos, com largura entre 1 e 3 km e profundidades que podem chegar a 20 m em alguns trechos, com média ao redor de 6 m (TESSLER; SOUZA, 1998). A Baía de Trapandé apresenta maior largura e profundidade em relação aos canais, que são interligados por ela ao sul. O sistema sofre influência das correntes geradas pelas ondas de marés que entram pela Barra de Cananéia e Barra do Ararapira na Baía de Trapandé e pela variação temporal da descarga de água doce, tanto nos canais quanto na Baía (TESSLER; SOUZA, 1998; KUMPERA, 2007). A salinidade varia em função das ações das marés e aportes de água doce, sendo os maiores índices registrados no inverno e os menores, durante o verão (DOMIT, 2006; KUMPERA, 2007).

Figura 1. Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. (1) Baía de Trapandé; (2) Mar de Cubatão; (3) Mar de Cananéia. Fonte: Google Earth.

2.2.2 Abundância e Densidade Populacional

Estimativas de abundância e densidade de *S. guianensis* no estuário de Cananéia foram obtidas utilizando o método de amostragem de distâncias (“Distance Sampling”) de transectos lineares (BUCKLAND et al., 2001; THOMAS et al., 2002). Esta metodologia está entre as mais utilizadas em estimativas de densidade de populações e consiste basicamente em determinar uma série de transectos (linhas) e percorrê-los em busca de avistamentos de animais ou grupos de animais. A partir do conjunto de distâncias medidas nas avistagens, é determinada uma função de detecção que possibilita estimar o total de indivíduos presentes na área (THOMAS et al., 2002; CULLEN JR.; RUDRAN, 2003).

Para a utilização do método é fundamental respeitar algumas premissas: (1) todos os objetos localizados sobre a linha de percurso serão amostrados; (2) os objetos são detectados na localidade inicial; (3) distâncias e ângulos são precisamente medidos; (4) o mesmo animal, ou grupo, não pode ser contabilizado mais que uma vez no mesmo esforço amostral. Outra

recomendação é alcançar um n (número de registros) apropriado, como um mínimo de 60-80 observações (BUCKLAND et al., 2001; THOMAS et al., 2002; CULLEN JR.; RUDRAN, 2003).

A cada objeto detectado são registrados a distância e o ângulo de detecção, a partir dos quais é calculada a distância perpendicular do objeto até a linha. Com o aumento da distância perpendicular é esperada uma diminuição na detectabilidade. Dessa forma, as distâncias observadas são trabalhadas em uma função de detecção para estimar a proporção de objetos perdidos na amostragem. A função $g(x)$ representa a probabilidade de um objeto ser detectado a uma distância x , onde é assumido $g(0)=1$, ou seja, todos os objetos que se encontram na linha de percurso são detectados, respeitando a premissa do método.

Assim, a densidade é estimada com base no número de indivíduos avistados, no comprimento dos transectos percorridos e da área amostrada, nas distâncias registradas e nas probabilidades de detecção de indivíduos, utilizando *software* disponível (programa Distance).

A área de estudo foi previamente reconhecida em um piloto para o estabelecimento dos setores amostrais e delineamento dos transectos a serem percorridos. Foi utilizado como modelo o desenho experimental desenvolvido por ROLLO Jr. (2002), em que transecções foram elaboradas sobre o contorno da área de estudo previamente digitalizado no programa AutoCAD R14, com o ajuste dos ângulos entre as linhas mantendo aproximadamente constante a razão $\text{comprimento}(l)/\text{área}(a)$, com o intuito de otimizar o uso de transecções lineares em detrimento das transecções em faixa, mais adequados à configuração irregular da área. O uso de transecções em zigue-zague aumentam a probabilidade de uma cobertura mais uniforme na área, aumentam o distanciamento entre linhas de transecção consecutivas e dessa forma reduzem a probabilidade de múltiplos avistamentos (ROLLO Jr., 2002; DAWSON et al., 2008). Foram determinados 218 transectos em zigue-zague distribuídos em três áreas amostrais e optou-se por uma análise estratificada, devido ao conhecimento prévio de distribuição heterogênea da espécie no habitat e pelas diferentes características físicas do estuário (ROLLO Jr., 2002). Mais detalhes sobre as áreas amostrais e transecções podem ser vistos na Tabela 1 e Figura 2.

Tabela 1. Áreas amostrais do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo, para a obtenção de estimativas de densidade e abundância de *Sotalia guianensis*.

Área	Tamanho	Características
Baía de Trapandé	37,92 km ²	Porção do sistema ligada ao oceano. Apresenta os maiores valores de largura, profundidade e salinidade do estuário.
Mar de Cubatão	13,53 km ²	Canal estreito, com largura entre 1 e 3 km e profundidade média ao redor de 6 m.
Mar de Cananéia	24,25 km ²	Canal estreito, com largura entre 1 e 3 km e profundidade média ao redor de 6 m. Proximidade com oceano aberto.
Estuário de Cananéia (área total amostrada)	75,70 km ²

Figura 2. Modelo das transecções conduzidas no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil.

Os dados foram coletados entre 2011 e 2012, em quatro campanhas trimestrais com duração de quatro dias cada. O percurso completo das transecções contornando a ilha de Cananeia é concluído em dois dias e o ponto de início e direção do trajeto é escolhido aleatoriamente (sorteio) no primeiro dia de amostragem. Em cada campanha o percurso todo foi amostrado duas vezes, portanto, foram feitas oito réplicas para cada um dos 218 transectos estabelecidos.

As transecções foram percorridas entre 08h00 e 16h00, em um barco de alumínio de 4 a 5 m de comprimento, elevação de 1,10 m em relação ao nível da água, velocidade média de 16,08 km/h e tripulação variando entre três e quatro pessoas (piloteiro, observador de prôa e observador(es) de bordo), em boas condições do mar (Beaufort 0-3), respeitando um campo visual de 90° esquerda e 90° direita da linha da prôa. Utilizaram-se os seguintes equipamentos em campo: receptor GPS, binóculo de retículas, binóculo comum, telêmetro de laser, câmeras fotográficas digitais e caderno de campo.

Para cada indivíduo ou grupo observado, foram registrados data e hora, área amostral, posição geográfica, tamanho do grupo, distância de observação e ângulos radial e de observação. A distância perpendicular foi inferida a partir do ângulo e distâncias radiais, estimados visualmente com o auxílio do binóculo com retículas e telêmetro. Foram descartados os maiores valores de distância perpendicular observados (acima de 600m), considerados *outliers*, pois registros a grandes distâncias podem ocorrer de maneira descontínua, dificultando forma dificultar o ajuste das funções aos dados (BUCKLAND et al., 2001; ROLLO Jr., 2002). Em razão do pequeno porte da espécie e da dificuldade em definir classes etárias a distância, essa informação não foi considerada nesse estudo.

O comprimento dos transectos foi medido utilizando ferramentas do Google Earth, BaseCamp e GPS TrackMaker e a área dos setores amostrais foi calculada com auxílio do programa GE-PATH 1.4.6.

Após as análises do *software* Distance foi verificado qual modelo e ajuste apresentava o menor valor para o critério de informações de Akaike (AIC), que é um método quantitativo de seleção de estimadores que identifica qual modelo ajusta-se melhor aos dados com o menor número de parâmetros utilizados e menor violação de pressupostos (AKAIKE, 1981).

2.3 Resultados

Abundância e Densidade Populacional

Durante o período de julho de 2011 a junho de 2012 foram observados 241 grupos (n) de boto-cinza, compostos por 1 a 20 indivíduos, totalizando 975 indivíduos (Δ) avistados ao longo de todo o ano, por todo o estuário, em 1.339,91 km de transecções e 83h05min de esforço (Figura 3).

A distribuição da espécie se mostrou heterogênea na área de estudo, sendo 48,72% (n=120, Δ =475) dos avistamentos na Baía de Trapandé, seguida do Mar de Cananéia 32,72% (n=78, Δ =319), e Mar de Cubatão 18,56% (n=43, Δ =181).

O Distance estimou a abundância da população em 193 indivíduos (10,46%CV) (95%IC: 158 – 237) e densidade de 2,5538 ind/km² (10,46%CV) (95%IC: 2,0812 – 3,1337). A média de tamanho de grupo esperado é 4,1504 indivíduos (4,93%CV) (95%IC: 3,7666 – 4,5734).

A análise estratificada confirmou a distribuição heterogênea da espécie nos setores amostrais, sendo o Mar de Cananéia e a Baía de Trapandé mais densamente povoados, com 2,7699 ind/km² (18,35%CV) (95%IC: 1,9368 – 3,9614) e 2,765 ind/km² (14,64%CV) (95%IC: 2,0706 – 3,6696), respectivamente, e o Mar de Cubatão menos denso, com 1,5984 ind/km² (21,93%CV) (95%IC: 1,0438 – 2,4477). As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados encontrados pelas análises do Distance.

Figura 3. Avistamentos de *S. guianensis* ao longo do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil.

Tabela 2. Parâmetros do modelo *half normal* ajuste *cosene* com menor valor de AIC, para as estimativas de densidade e abundância de *Sotalia guianensis* no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo.

Parâmetro	Estimação	%CV	95% IC
D (ind/km ²)	2,5538	10,46	2,0812 – 3,1337
DS (grupo/km ²)	0,61531	9,95	0,5064 – 0,74766
Média de tamanho de grupo	4,1504	4,93	3,7666 – 4,5734
N	193	10,46	158 - 237

D = Densidade; DS = Densidade de grupos; N = Abundância.

Tabela 3. Parâmetros do modelo *half normal* ajuste *cosene* com menor valor de AIC, para as estimativas de densidade e abundância de *Sotalia guianensis* nos setores amostrais do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo.

Parâmetro	Estimação			%CV			95% IC		
	Baía de Trapandé	Mar de Cubatão	Mar de Cananéia	Baía de Trapandé	Mar de Cubatão	Mar de Cananéia	Baía de Trapandé	Mar de Cubatão	Mar de Cananéia
D (ind/km ²)	2,765	1,5984	2,7699	14,64	21,93	18,35	2,0706 – 3,6696	1,0438 – 2,4477	1,9368 – 3,9614
DS (grupo/km ²)	0,66415	0,3852	0,66738	13,79	21,37	17,67	0,50713 – 0,86978	0,25415 – 0,58358	0,47266 – 0,94233
N	105	22	67	14,64	21,93	18,35	79 – 139	14 - 33	47 - 96
Taxa de encontro (n/L) (ind/km ²)	0,2005	0,11674	0,17063	12,08	17,93	13,50	0,15823 – 0,25406	0,082342 – 0,16552	0,13106 – 0,22215

D = Densidade; DS = Densidade de grupos; N = Abundância; n = Número de registros, L = Comprimento do transecto.

2.4 Discussão e Conclusões

Abundância e Densidade

O uso da metodologia de transecções lineares se mostrou satisfatório para a estimação da abundância e densidade da população de *S. guianensis* no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia. A região do estuário e sua população de golfinhos foram abordados anteriormente em estimativas populacionais utilizando o mesmo método, como pode ser observado em GEISE (1999); BISI (2001); ROLLO Jr. (2002) e HAVUKAINEN et al. (2011). A amostragem de distâncias tem sido amplamente utilizada e recomendada para estimativas de densidade e abundância de populações biológicas (mamíferos marinhos e terrestres, aves, répteis, anfíbios, peixes, insetos, árvores, arbustos e ervas) (SECCHI et al., 2001; THOMAS et al., 2002; DU FRESNE et al., 2006; SEGURA et al., 2006; BARLOW et al., 2006; ZERBINI et al., 2006; ZERBINI et al., 2007; DAWSON et al., 2008; DICK; HINES, 2010; WILLIAMS et al., 2011).

As transecções em zigue-zague são delineamentos eficientes e permitem melhor continuidade no esforço, especialmente em áreas estreitas. Em ambientes de curvas, como o contorno de uma ilha exige-se maior cuidado no delineamento amostral dos transectos para

que o esforço seja equilibrado em todos os pontos da área (DAWSON et al., 2008; DICK; HINES, 2010). Todos os esforços foram feitos para respeitar as premissas e desenvolver uma análise robusta e confiável. A velocidade reduzida da embarcação durante as transecções, associada a boa visibilidade e bom estado do mar (Beaufort 0 – 3) e ao curto período de apnéia da espécie, contribuem para tornar os pressupostos possíveis (CREMER, 2007). Os baixos valores dos coeficientes de variação demonstram a confiabilidade das estimativas aqui apresentadas.

O valor de abundância estimado nesse estudo, 193 indivíduos (95%IC: 158 – 237), é muito semelhante aos valores obtidos por ROLLO Jr. (2002) e HAVUKAINEN et al. (2011) no estuário, de 118 e 195 indivíduos respectivamente. O modelo experimental aplicado por ROLLO Jr. (2002) foi utilizado como base para o delineamento e desenvolvimento desse estudo, com esforço em quilometragem de transecções e área total amostrada no estuário bem semelhantes em ambos os estudos. Por outro lado, HAVUKAINEN et al. (2011) desenvolveram a pesquisa apenas na região da Baía de Trapandé, em uma porção de área menor do que a amostrada nesse estudo. Ao comparar a abundância obtida apenas para a região da baía, o valor apresentado por HAVUKAINEN et al. (2011), considerando o intervalo de confiança, é pouco maior que o valor aqui apresentado, de 105 indivíduos (95%IC: 79 – 139). Até o momento a maior estimativa de abundância para o estuário foi obtido por GEISE (1999), com 704,8 indivíduos ($\pm 367,7$). Esse valor é muito elevado quando comparado às demais estimativas realizadas na região. É possível que os valores inflados estejam relacionados, entre outros fatores, com a escolha do modelo empregado para estimar as funções de detecção e com o baixo esforço em quilometragem de transecções, cerca de 82 km, que é o mínimo recomendado para resultados confiáveis (BUCKLAND et al., 2001).

Diferentemente da abundância, a densidade estimada nesse estudo não foi semelhante ao observado anteriormente por outros pesquisadores na área. À exceção de BISI (2001) (0,41 ind/km²), o valor de densidade encontrado foi o menor observado para a população, 2,5538 ind/km² (95%IC: 2,0812 – 3,1337). ROLLO Jr. (2002) e HAVUKAINEN et al. (2011) encontraram as maiores densidades registradas para o estuário, com 24,36 ind/km² e 12,41 ind/km², respectivamente. ROLLO Jr. (2002) explica que o baixo n em alguns setores amostrais, pode ter levado a valores muito elevados de densidade local, o que poderia influenciar o valor global. HAVUKAINEN et al. (2011), conforme mencionado, estimou valores apenas para a Baía de Trapandé, que apresenta porções do sistema com maior uso por parte dos golfinhos, o que poderia explicar o alto valor encontrado.

As diferenças observadas nas estimativas apresentadas para o estuário de Cananéia, possivelmente refletem flutuações populacionais decorrentes de variações interanuais naturais do balanço entre adições (nascimentos e imigração) e deleções (morte e emigração) na população. Ainda, fatores como padrão de distribuição, uso da área e grau de residência, bem como variações físicas do ambiente e disponibilidade de presas podem influenciar na presença/ausência de espécies (HARDT et al., 2010; CANTOR et al., 2012).

De forma geral, as populações de *S. guianensis* acessadas apresentam abundância entre algumas dezenas a poucas centenas de indivíduos, consideradas pequenas, como por exemplo as populações da Baía de Guanabara (RJ) com 50 a 70 indivíduos (GEISE, 1991; SANTOS et al., 2010a), Baía de Paranaguá (PR) com cerca de 90 indivíduos (FILLA, 2004; SANTOS et al., 2010a), Estuário de Caravelas (Abrolhos, BA) com 57 a 124 indivíduos (CANTOR et al., 2012) e Baía de Babitonga (SC) com 186 a 248 indivíduos (CREMER, 2007), no Brasil, além da Reserva Cayos Miskito, na Nicarágua, com 49 indivíduos (EDWARD & SCHNELL, 2001). À exceção, podemos citar a população da Baía de Sepetiba (RJ), em que FLACH et al. (2008) encontraram abundância de 1.269 indivíduos, a maior população estudada da América do Sul.

A densidade de golfinhos encontrada no estuário de Cananéia, 2,5538 ind/km² (95%IC: 2,0812 – 3,1337), é bem semelhante a densidade da Baía de Babitonga, (SC) com 1,2 a 3,7 ind/km² (CREMER, 2007). Esses valores podem ser considerados altos quando comparados a outras regiões, como a Baía de Guaratuba (PR) (0,15 ind/km²) (FILLA, 2004) e a Reserva de Cayos Miskito, na Nicarágua, com 0,486 a 0,647 ind/km² (EDWARD & SCHNELL, 2001).

Assim como no estuário de Cananéia, outras áreas de ocorrência de *S. guianensis* também apresentam grande variação entre os valores de densidade encontrados, como por exemplo a população da Baía de Sepetiba (RJ) com densidade de 2,79 ind/km² e setores amostrais com até 30,2 ind/km² (FLACH et al., 2008) e a baía de Paranaguá (PR) com valores de 0,48 a 19,52 ind/km² (FILLA, 2004). Essa grande diferença entre estimativas reflete a existência de áreas de maior concentração de indivíduos.

A análise estratificada revelou o uso heterogêneo das áreas do estuário de Cananéia pelos golfinhos. O padrão de distribuição da espécie em determinada área demonstra claramente áreas com maior intensidade de uso e comportamentos fortemente associados a locais específicos (WEDEKIN et al., 2007; CREMER et al., 2011). As áreas mais densamente povoadas, o Mar de Cananéia, 2,7699 ind/km² (95%IC: 1,9368 – 3,9614) e a Baía de Trapandé, 2,765 ind/km² (95%IC: 2,0706 – 3,6696) são as porções do sistema mais próximas ao oceano, onde há menor variação na salinidade e aporte reduzido de água doce. Esse mesmo

padrão foi encontrado para *S. guianensis* por GEISE (1999), ROLLO Jr. (2002), FLACH et al. (2008) e OLIVEIRA & MONTEIRO-FILHO (2008). Áreas próximas ao mar podem apresentar maior diversidade e disponibilidade de recursos (FLACH et al., 2008). Com relação à profundidade, a preferência por águas rasas ou profundas varia dentre as populações e seus habitats. O fato da espécie ser encontrada em profundidades distintas evidencia sua flexibilidade sob diferentes condições do ambiente (ARAÚJO et al., 2007; AZEVEDO et al., 2007; DA SILVA et al., 2010). Áreas com gradientes mais profundos, como a Baía de Trapandé, podem oferecer diferentes estratos para alimentação (GARAFFO et al., 2007). Por outro lado, áreas mais rasas, como no Mar de Cananéia, oferecem proteção a pares mãe-filhote tanto contra ferimentos quanto predadores (GARAFFO et al., 2007).

A permanência da espécie ao longo do ano indica que o ambiente oferece recursos suficientes para a população (HARDT et al., 2010). Populações com diferentes graus de residência aparentam ser comuns para a espécie ao longo de sua distribuição, como observado em Caravelas, baía de Guanabara, baía de Sepetiba, baía de Babitonga, baía Norte e Costa Rica (CAMPOS et al., 2004; GAMBOA-POVEDA; MAY-COLLADO, 2006; ROSSI-SANTOS et al., 2007; HARDT et al., 2010; SANTOS et al., 2010; CREMER et al., 2011; BISI et al., 2013). Atividades como alimentação, reprodução e cuidado parental costumam ser indicativos de área de vida e residência (GAMBOA-POVEDA; MAY-COLLADO, 2006). Os padrões de residência podem refletir diferenças nas respostas individuais a atividades essenciais como alimentação e reprodução em um ambiente heterogêneo (ROSSI-SANTOS et al., 2007).

Com relação ao tamanho de grupo, a média encontrada de 4,1504 indivíduos (95%IC: 3,7666 – 4,5734) é mais elevada que os valores obtidos anteriormente para o estuário de Cananéia (GEISE et al., 1999; ROLLO Jr., 2002; FILLA; MONTEIRO-FILHO, 2009; HAVUKAINEN et al., 2011). Em geral, golfinhos estuarinos se agrupam em menores números quando comparados aos demais delfínídeos (ARAÚJO et al., 2007; DIAS et al., 2009; DA SILVA et al., 2010). Em áreas como as baías do Rio de Janeiro (AZEVEDO et al., 2005; LODI 2003; FLACH et al., 2008), baía de Paranaguá (PR) e Baía Norte (SC) (DAURA-JORGE et al., 2005; SANTOS et al., 2010a) grupos maiores são comumente avistados. As baías de Sepetiba e Paraty, litoral sul do Rio de Janeiro, apresentam maior média de tamanho de grupo registrada para a espécie em sua distribuição, sendo a média predominante 32,48 indivíduos ($\pm 19,09$) (LODI, 2003). O maior grupo avistado foi em Ilha Grande (RJ) por LODI e HETZEL (1998) e totalizou 450 indivíduos, embora se desconheça a definição de grupo e a precisão utilizadas no estudo.

A formação de grupos maiores ocorre para propósitos sociais, incluindo reprodução, proteção contra ferimentos e predadores ou forrageio quando há maior abundância de presas, variando conforme a atividade desempenhada (EDWARDS; SCHNELL, 2001; LODI, 2003; ARAÚJO et al., 2007). A distribuição de recursos tróficos pode influenciar a composição e tamanho dos grupos, bem como a organização social e a vagilidade. Em áreas de baías protegidas e sem predadores, como é a área de estudo, acredita-se que a presença da espécie esteja relacionada às características físicas do habitat que influenciam a disponibilidade desses recursos, que podem variar sazonalmente (LODI, 2003).

A disponibilidade de alimentos tem sido apontada como a principal influência nos padrões espaciais, comportamentais e estratégias de forrageio para delfínidos (DAURA-JORGE et al., 2011). Ambientes marinhos são habitats tridimensionais complexos com regimes físicos e químicos particulares (BRÄGER et al., 2003). A distribuição de cetáceos reflete a preferência por habitats específicos e está associada a uma ampla gama de fatores bióticos e abióticos que podem interferir diretamente nas espécies de acordo com seus limites fisiológicos ou influenciando a distribuição de presas (BRÄGER et al., 2003; GARAFFO et al., 2007). Inúmeros parâmetros ambientais podem interferir simultaneamente na distribuição e abundância de presas de cetáceos e outros predadores marinhos a curto e longo prazo. Por exemplo, topografia e correntes associadas intensificam a mistura vertical de camadas de água, trazendo nutrientes distintos. Um outro exemplo é a presença de marés em canais, que podem concentrar peixes e em certos lugares demonstrou influenciar a distribuição local de cetáceos e o comportamento de forrageio (ANDERWALD et al., 2012).

As diferentes estimativas de abundância e densidade encontradas para as populações de *S. guianensis* podem refletir as diferenças na qualidade e produtividade do habitat, diretamente relacionados com a disponibilidade de recursos (CREMER, 2007). Da mesma forma, diferenças de densidades em um habitat refletem a distribuição em manchas dos recursos naturais, tendência da maior parte das populações (BEGON et al., 1996). A distribuição em manchas dos recursos alimentares é influenciada por uma combinação de variáveis mencionadas anteriormente (profundidade, sedimentação, topografia, temperatura da água, corrente, etc) (ANDERWALD et al., 2012). Além disso, densidades distintas em um habitat podem também refletir os efeitos dos impactos antrópicos tais como pesca intensiva, degradação do habitat, poluição química e sonora, contaminantes, captura acidental em redes de pesca, etc (CREMER et al., 2011). A abundância, distribuição, uso de habitat e residência sofrem variações no espaço e tempo, variações estas possíveis de serem previstas com base na

disponibilidade de componentes ambientais necessários para a sobrevivência (GARAFFO et al., 2007; HARDT et al., 2010).

Espécies costeiras sofrem intensamente os impactos das atividades antrópicas devido à sua proximidade com a costa (RAMOS et al., 2001; DAWSON et al., 2008). A identificação de habitats críticos, mais utilizados pelas populações, são essenciais para a determinação de áreas prioritárias para a conservação das espécies e criação de zonas de manejo. O monitoramento contínuo das populações é necessário não somente para a identificação desses habitats, mas também dos comportamentos relacionados a áreas específicas e as atividades humanas a quais são mais vulneráveis (BAILEY; THOMPSON, 2009).

O estuário de Cananéia suporta uma importante população de *S. guianensis*, fornecendo recursos para alimentação e reprodução ao longo do ano, apesar da grande proximidade com o homem e constantes ameaças. O pequeno tamanho da população de boto-cinza ressalta a importância da área para a conservação da espécie.

Referências

AKAIKE, H. Likelihood of a model and Information criteria. **Journal of Econometrics**, v.16, p. 3-14, 1981.

ANDERWALD, P.; EVANS, P.G.H.; DYER, R.; DALE, A.; WRIGHT, P.J.; HOELZEL, A.R. Spatial scale and environmental determinants in minke whale habitat use and foraging. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 450, p. 259–274, 2012.

ARAÚJO, J.P.; ARAÚJO, M.E.; SOUTO, A.; PARENTE, C.L.; GEISE, L. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 1122–1130, 2007.

AZEVEDO, A.F.; LAILSON-BRITO, J. Jr.; CUNHA, H.A.; VAN SLUYS, M. A note on site fidelity of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, Cambridge, v. 6, n. 3, p. 265–268, 2004.

AZEVEDO, A.F.; OLIVEIRA, A.M.; VIANA, S.C.; VAN SLUYS, M. Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 87, p. 201–205, 2007.

AZEVEDO, A.F.; VIANA, S.C.; OLIVEIRA, A.M.; VAN SLUYS, M. Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 85, p. 209-212, 2005.

BAILEY, H.; THOMPSON, P.M. Using marine mammal habitat modelling to identify priority conservation zones within a marine protected area. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 378, p. 279–287, 2009.

BARLOW, J.; FERGUSON, M.C.; PERRIN, W.F.; BALANCE, L.; GERRODETTE, T.; JOYCE, G.; MACLEOD, C.D.; MULLIN, K.; PALKA, D.L.; WARING, G. Abundance and densities of beaked and bottlenose whales (family Ziphiidae). **Journal of Cetacean Research and Management**, Cambridge, v. 7, n. 3, p. 263–270, 2006.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: individuals, populations and communities. Oxford: Blackwell Science, 1068 p., 1996.

BISI, T.L. **Estimativa da densidade populacional do boto-cinza *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na região estuarina lagunar de Cananéia, SP**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 35 p., 2001.

BISI, T.L.; DORNELES, P.L.; LAILSON-BRITO, J.; LEPOINT, G.; AZEVEDO, A.F.; FLACH, L.; MALM, O.; DAS, K. Trophic relationships and habitat preferences of delphinids from the Southeastern Brazilian coast determined by carbon and nitrogen stable isotope composition. **Plos One**, San Francisco, v. 8, n. 12, p. 1-8, 2013.

BOROBIA, M.; SICILIANO, S.; LODI, L.; HOEK, W. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 69, p. 1025-1039, 1991.

BRÄGER, S.; HARRAWAY, J.A.; MANLY, B.F.J. Habitat selection in a coastal dolphin species (*Cephalorhynchus hectori*). **Marine Biology**, Berlin, v. 143, p. 233–244, 2003.

BUCKLAND, S.T.; ANDERSON, D.R.; BURNHAM, K.P.; LAAKE, J.L.; BORCHERS, D.L., THOMAS, L. **Introduction to distance sampling**: estimating abundance of biological populations. Oxford: Oxford University Press, 432 p., 2001.

CAMPOS, P.G.; FERNANDES, M.F.; MARQUES, V.C.L.; SIMÃO, S.M. Estimativa populacional de *Sotalia fluviatilis* (GERVAIS, 1853) da Baía de Sepetiba (RJ). **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 175-180, 2004.

CANTOR, M.C.; WEDEKIN, L.L.; DAURA-JORGE, F.G.; ROSSI-SANTOS, M.R.; SIMÕES-LOPES, P.C. Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): an eight-year mark-recapture study. **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 63–83, 2012.

CREMER, M.J. **Ecologia e conservação de populações simpátricas de pequenos cetáceos em ambiente estuarino no sul do Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 212 p. 2007.

CREMER, M.J.; HARDT, F.A.S.; TONELLO, A.J. Jr.; SIMÕES-LOPES, P.C. Distribution and status of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in Babitonga Bay, Southern Brazil. **Zoological Studies**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 327-337, 2011.

CULLEN JR., L.; RUDRAN, R. Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte. In: CULLEN JR., R.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Ed.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora da UFPR; Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 169-179.

DA SILVA, V.M.F.; FETTUCCIA, D.; RODRIGUES, E.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. Report of the working group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 31-38, 2010.

DAURA-JORGE, F.G.; WEDEKIN, L.L.; SIMÕES-LOPES, P.S. Feeding habits of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. **Scientia Marina**, Barcelona, v. 75, n. 1, p. 163-169, 2011.

DAURA-JORGE, F.G.; WEDEKIN, L.L.; PIACENTINI, V.Q.; SIMÕES-LOPES, P.S. Seasonal and daily patterns of group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P.J. van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae), in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 1014-1021, 2005.

DAWSON, S.; WADE, P.; SLOOTEN, E.; BARLOW, J. Design and field methods for sighting surveys of cetaceans in coastal and riverine habitats. **Mammal Review**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 19-49, 2008.

DIAS, L.A.; HERZING, D.; FLACH, L. Aggregations of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, south-eastern Brazil: distribution patterns and ecological characteristics. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 89, n. 5, p. 967-973, 2009.

DICK, D.M.; HINES, E.M. Using distance sampling techniques to estimate bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) abundance at Turneffe Atoll, Belize. **Marine Mammal Science**. Oxford, v. 27, n. 3, p. 606-621, 2010.

DOMIT, C. **Comportamento de pesca do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 96 p. 2006.

DU FRESNE, S.; FLETCHER, D.; DAWSON, S. The effect of line-transect placement in a coastal distance sampling survey. **Journal of Cetacean Research and Management**, Cambridge, v. 8, n. 1, p. 79-85, 2006.

EDWARDS, H.H.; SCHNELL, G.D. Status and ecology of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 445-472, 2001.

FILLA, G.F. **Estimativa da densidade populacional e estrutura de agrupamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Guaratuba e na porção norte do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, PR**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 97 p., 2004.

- FILLA, G.F.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Monitoring tourism schooners observing estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Estuarine Complex of Cananéia, south-east Brazil. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Oxford, v. 19, p. 772–778, 2009.
- FILLA, G.F.; ATEM, A.C.G.; BISI, T.L.; OLIVEIRA, L.V.; DOMIT, C.; GONÇALVES, M.; HAVUKAINEN, L.; OLIVEIRA, F.; RODRIGUES, R.G.; ROSAS, F.C.W.; SANTOS-LOPES, A.R. MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Proposal for creation of a “zoning with regulation of use in the Cananéia estuarine-lagoon complex” aiming the conservation of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (van Béneden) (Cetacea, Delphinidae). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, Montevideo, v. 3, n. 1, p. 75-83, 2008.
- FLACH, L.; FLACH, P.A.; CHIARELLO, A.G. Density, abundance and distribution of the guiana dolphin, (*Sotalia guianensis* van Béneden, 1864) in Sepetiba Bay, Southeast Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, Cambridge, v. 10, n. 1, p. 31–36, 2008.
- GAMBOA-POVEDA, M.; MAY-COLLADO, L.J. **Insights on the occurrence, residency, and behavior of two coastal dolphins from Gandoca-Manzanillo, Costa Rica: *Sotalia guianensis* and *Tursiops truncatus*** (Family Delphinidae). Cambridge, International Whaling Commission, (SC/58/SM4), p. 1-9, 2006.
- GARAFFO, G.V.; DANS, S.L.; PEDRAZA, S.N.; CRESPO, E.A.; DEGRATI, M. Habitat use by dusky dolphin in Patagonia: how predictable is their location? **Marine Biology**, Berlin, v. 152, p. 165–177, 2007.
- GARAFFO, G.V.; DANS, S.L.; PEDRAZA, S.N.; CRESPO, E.A.; DEGRATI, M.; SCHIAVINI, A.; GONZÁLEZ, R.; CRESPO, E.A. Modeling habitat use for dusky dolphin and Commerson’s dolphin in Patagonia. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 421, p. 217–227, 2011.
- GEISE, L. *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Mammalia**, v. 55, n. 3, p. 371-379, 1991.
- GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behavior, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananea estuary region, Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 183-194, 1999.
- HAVUKAINEN, L.; MONTEIRO FILHO, E.L.A.; FILLA, G.F. Population density of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia region, Southeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology and Conservation)**, Costa Rica, v. 59, n. 3, p. 1275-1284, 2011.
- HARDT, F.A.S.; CREMER, M.J.; TONELLO, A.J. Jr.; SIMÕES-LOPES, P.C.A. Residence patterns of the guiana dolphin *Sotalia guianensis* in Babitonga bay, south coast of Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 117-121, 2010.
- KUMPERA, B. **Contribuição ao processo sedimentar atual no Canal do Ararapira, sistema-estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 118 p., 2007.

LODI, L. Tamanho e composição de grupo dos Botos-Cinza, *Sotalia Guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 135-146, 2003.

LODI, L.F.; HETZEL, B. Grandes agregações do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Bioikos**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 26-30, 1998.

OLIVEIRA, L.V.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Individual identification and habitat use of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Cananéia, south-eastern Brazil, using video images. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 88, n. 6, p. 1199–1205, 2008.

RAMOS, R.M.A.; DI BENEDITTO, A.P.M.; SOUZA, S.M. Bone lesions in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) as a consequence of entanglement. Case report. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 192-195, 2001.

ROLLO Jr., M.M. **Modelagem da distribuição do boto *Sotalia guianensis* VAN BÉNÉDEN 1863 (CETACEA, DELPHINIDAE) na região de Cananéia, sul do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 256 p., 2002.

ROSSI-SANTOS, M.R.; WEDEKIN, L.L.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 87, p. 207–212, 2007.

SANDERCOCK, B.K. Estimation of demographic parameters from live-encounter data: a summary review. **Journal of Wildlife Management**, Oxford, v. 70, n. 6, p.1504–1520, 2006.

SANTOS, M.C.O.; CREMER, M.J.; SECCHI, E.R.; FLACH, L.; FILLA, G.; HUBNER, A.; DUSSÁN-DUQUE, S. Report on the working group on population abundance and density estimation. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 39-45, 2010a.

SANTOS, N.; MARTINS, A. **Informações sobre áreas de proteção ambiental e estradas parque**. 2008. Disponível em: <p.download.uol.com.br/guiamaui/dt/APAs_e_Estradas-parque.doc>.

SANTOS, M.C.O.; OLAVARRÍA, C.; BOROBIA, M.; CABALLERO, S.; SECCHI, E.R.; SICILIANO, S.; PALACIOS, D.M. A tale of two dolphins: introduction to the special volume on the biology and conservation of neotropical dolphins of the genus *Sotalia*. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. [S/I], n. [S/I], p. 9-23, 2010.

SECCHI, E.R.; OTT, P.H.; CRESPO, E.A.; KINAS, P.G.; PEDRAZA, S.N.; BORDINO, P. A first estimate of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) abundance off southern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, Cambridge, v. 3, n. 1, p. 95–100, 2001.

SEGURA, A.G.; CRESPO, E.A.; PEDRAZA, S.N.; HAMMOND, P.S.; RAGA, J.A. Abundance of small cetaceans in waters of the central Spanish Mediterranean. **Marine Biology**, Berlin, v. 150, p. 149–160, 2006.

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**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 69-83, 1998.

THOMAS, L.; BUCKLAND, S.T.; BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R.; LAAKE, J.L.; BORCHERS, D.L.; STRINDBERG, S. Distance sampling. In: EL-SHAARAWI, A.H.; PIEGORSCH, W.W. **Encyclopedia of environmetrics**. Chichester: John Wiley, 2002. v. 1, p. 544–552.

UNESCO. **Lista do patrimônio mundial – Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil/#c154844>>.

WEDEKIN, L.L.; DAURA-JORGE, F.G.; PIACENTINI, V.Q.; SIMÕES-LOPES, P.C. Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea; Delphinidae) at its southern limit of distribution. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n. 1, p. 1-8, 2007.

WHITEHEAD, H.; REEVES, R.R.; TYACK, P.L. Science and the conservation, protection, and management of wild cetaceans. In: MANN, J.; CONNOR, R.C.; TYACK, P.L.; WHITEHEAD, H. (Ed.). **Field studies of dolphins and whales**. Chicago: University of Chicago Press, 2000. p. 308-332.

WILLIAMS, R.; HEDLEY, S.L.; BRANCH, T.A.; BRAVINGTON, M.V.; ZERBINI, A.N.; FINDLAY, K.P. Chilean blue whales as a case study to illustrate methods to estimate abundance and evaluate conservation status of rare species. **Conservation Biology**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 526-535, 2011.

ZERBINI, A.N.; WAITE, J.M.; LAAKE, J.L.; WADE, P.R. Abundance, trends and distribution of baleen whales off Western Alaska and the central Aleutian Islands. **Deep-Sea Research**, Philadelphia, v. 1, n. 53, p. 1772–1790, 2006.

ZERBINI, A.N.; WAITE, J.M.; DURBAN, J.W.; LEDUC, R.; DAHLHEIM, M.E.; WADE, P.R. Estimating abundance of killer whales in the near shore waters of the Gulf of Alaska and Aleutian Islands using line-transect sampling. **Marine Biology**, Berlin, v. 150, p. 1033–1045, 2007.

3 ANÁLISE DE VIABILIDADE POPULACIONAL DE *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (CETARTIODACTYLA, DELPHINIDAE) NO COMPLEXO ESTUARINO-LAGUNAR DE CANANÉIA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Resumo

Sotalia guianensis, o boto-cinza, é um golfinho costeiro de pequeno porte e hábito gregário. Ocorre ao longo do Oceano Atlântico Sul-Occidental, desde Honduras, na América Central a Santa Catarina, sul do Brasil. Ao longo de sua distribuição está exposta a inúmeras ameaças, tais como captura acidental em redes de pesca, tráfego de embarcações e o turismo. Neste trabalho investigamos a viabilidade populacional de *S. guianensis* no complexo estuarino-lagunar de Cananéia sob diferentes cenários de ameaças às quais estão expostos. A análise de viabilidade populacional (AVP) é uma forma de prever as flutuações e a probabilidade de persistência ou extinção de uma espécie ou população e populações ao longo do tempo, incorporando dados demográficos, ecológicos e ambientais de populações reais em simulações computacionais de modelos estocásticos e determinísticos. Foi utilizado o programa VORTEX v.9.99b para a realização da AVP. As simulações foram rodadas para 300 anos e repetidas 1000 vezes. A população foi tratada como não suplementada, sem dispersão, sem remoção, sem depressão endogâmica e a extinção foi definida como a permanência de apenas um sexo. O valor considerado inicial da população foi de 193 indivíduos e os demais parâmetros demográficos e reprodutivos foram estimados com base na literatura disponível para a espécie. Foram modelados cenários em que variações de parâmetros específicos (mortalidade, capacidade de suporte do ambiente, variação ambiental na reprodução e catástrofe) foram inseridas para avaliar as tendências populacionais sob diferentes ameaças (Cenário 1 - aumento na atividade pesqueira; Cenário 2 - aumento na atividade turística; Cenário 3 - aumento na atividade portuária). A AVP de *S. guianensis* apontou para o declínio e extinção da população em menos de 300 anos em todos os cenários. As taxas de crescimento projetadas para os cenários 1, 2 e 3 foram de -0,082 (SD = 0,120), -0,049 (SD = 0,107) e -0,086 (SD = 0,062), respectivamente, com probabilidade de extinção de 1,000 para todos os cenários. O tempo médio para extinção foi estimado em 39,6 anos para o cenário 1, 57,3 anos para o cenário 2 e 3,3 anos para o cenário 3. As projeções geradas pela AVP apontaram cenários pessimistas, o que pode estar relacionado ao pequeno tamanho da população. As análises mostram que variações no tamanho populacional, mortalidade, capacidade de suporte e catástrofes podem influenciar fortemente a persistência de pequenas populações. O complexo estuarino-lagunar de Cananéia é um ambiente favorável e bem preservado que oferece recursos suficientes para garantir a ocorrência de comportamentos social e biologicamente relevantes para *S. guianensis*. Entretanto o aumento das atividades antrópicas no estuário podem levar a mudanças na dinâmica populacional e alterações no habitat, comprometendo sua persistência ao longo do tempo. Dessa forma, o estuário representa um habitat crítico para a conservação da espécie, sendo essencial a conservação e manutenção da alta qualidade ambiental, a fim de garantir uma população mais abundante e geneticamente diversa.

Palavras-chave: AVP; VORTEX; Viabilidade populacional; *Sotalia guianensis*; Extinção

Abstract

Sotalia guianensis, known as Guyana dolphin, is a small coastal dolphin. Occurs along the South-Western Atlantic Ocean, from Honduras, Central America, to Santa Catarina, southern Brazil. Throughout its distribution is exposed to numerous threats, such as bycatch

in fishing nets, vessel traffic and tourism. In this work we investigate the population viability of *S. guianensis* in the Cananéia estuarine-lagoon complex under different scenarios of threats which the species is exposed. Population viability analysis (PVA) is a way to predict the trends and the probability of persistence or extinction of a species or population over time, using demographic, ecological and environmental data of real populations in computer simulations of stochastic and deterministic models. It was used the VORTEX program v. 9.99 b for the PVA. The simulations were estimated for 300 years and repeated 1000 times. The population was treated as not supplemented, without dispersion, without removal, without inbreeding depression and extinction was defined as the presence of only one sex. The initial population size considered 193 individuals, while other demographic and reproductive parameters were estimated based on available literature for the species. Scenarios were modeled including variations of specific parameters (mortality, carrying capacity, environmental variation on reproduction and catastrophes) to evaluate population trends under different threats (Scenario 1-increase in fishing activity; Scenario 2-increase in touristic activity; Scenario 3-increase in boat traffic). The PVA pointed to the decline and extinction of the population in less than 300 years in all scenarios. The projected growth rates for the scenarios 1, 2 and 3 were of -0.082 (SD = 0.120), -0.049 (SD = 0.107) and -0.086 (SD = 0.062), respectively, with probability of extinction of 1.000 for all scenarios. The average time to extinction was estimated at 39.6 years for scenario 1, 57.3 years for scenario 2 and 3.3 years for scenario 3. The projections generated by the PVA showed pessimistic scenarios, that may be related to the small size of the population. The analyses show that variations in population size, mortality, support capacity and catastrophe can strongly influence the persistence of small populations. The Cananéia estuary is a well preserved environment that offers sufficient resources to ensure the occurrence of social and biologically relevant behaviors to *S. guianensis*. However the increase in anthropogenic activities in the estuary may lead to changes in population dynamics and habitat quality, compromising their persistence over time. The estuary represents a critical habitat for the conservation of the species, therefore it is essential the conservation and maintenance of the high environmental quality, in order to ensure a more abundant and genetically diverse population.

Keywords: PVA; VORTEX; Population viability; *Sotalia guianensis*; Extinction

3.1 Introdução

Sotalia guianensis (van Bénédén, 1864), o boto-cinza, é um golfinho costeiro de pequeno porte. Espécie de hábito gregário, é comumente avistada em grupos de 2 a 16 indivíduos em média, embora possam ocorrer agrupamentos de até centenas de indivíduos, especialmente em áreas de forrageio (LODI; HETZEL, 1998; GEISE et al., 1999). Não percorre longas distâncias e apresenta diferentes graus de residência com relação ao habitat, permanecendo na mesma área ao longo de todo o ano (ARAÚJO et al., 2007).

Tem como habitats diferentes ambientes associados a águas costeiras, estuários e baías protegidas no Oceano Atlântico Sul-Occidental (BOROBIA et al., 1991; MONTEIRO-FILHO; MONTEIRO, 2008). Seus registros de ocorrência se estendem desde Honduras, na América Central a Santa Catarina, sul do Brasil (BOROBIA et al., 1991; SECCHI, 2010), incluindo o

Arquipélago de Abrolhos, na Bahia e ilhas de Trinidad e Tobago, ao sul do Mar do Caribe (CABALLERO et al., 2007; REEVES et al., 2009). Ao longo de sua ocorrência, a espécie apresenta uma distribuição descontínua, o que sugere que grupos locais seriam mais suscetíveis a flutuações ambientais e demográficas, com possível perda da variabilidade genética (THOMPSON et al., 2000; HILTON-TAYLOR et al., 2009; REEVES et al., 2009).

Localizado entre duas unidades de conservação estaduais (Parque Estadual da Ilha do Cardoso e Parque Estadual do Lagamar de Cananéia), o Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, área de desenvolvimento do estudo, representa um importante ecossistema costeiro com áreas bem preservadas e rica biodiversidade (SANTOS; MARTINS, 2008). A população de *S. guianensis* residente tem sido abordada nas últimas décadas em diferentes estudos envolvendo estimativas de abundância populacional, uso de habitat, comportamento, estrutura de grupo, mortalidade, reprodução e crescimento (p. ex., ACUÑA, 2002; FILLA, 2004; GEISE et al., 1999; ROSAS, 2000; ROLLO Jr., 2002; HAVUKAINEN et al., 2011).

Apesar dos esforços, *S. guianensis* tem status atual de “Dados Deficientes” (*Data Deficient*, DD) pela IUCN (SECCHI, 2010; INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN, 2011), no Plano de Ação para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos do Brasil (ROCHA-CAMPOS et al., 2010) e como “Quase Ameaçada” (*Near Threatened*, NT) no Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas no Estado de São Paulo da Secretaria de Meio Ambiente (PERCEQUILLO; KIERULFF, 2009).

Populações silvestres sofrem influência constante de eventos estocásticos (p. ex. demográficos, genéticos e ambientais, incluindo catástrofes) e fatores determinísticos (p. ex. perda de habitat, exploração, poluição) que podem levar a flutuações populacionais (BROOK et al., 2002a). O conhecimento das mudanças temporais nas populações é uma recomendação prioritária para a conservação das espécies, tanto em perspectiva local, quanto global (CANTOR et al., 2012).

São inúmeras as ameaças que afetam os cetáceos, tais como perda e/ou modificação do habitat, caça, poluição química, biológica e sonora das águas (CURREY et al., 2009), redução de presas (POLIDORO et al., 2009) e mudanças na dinâmica de espécies nativas (DULVY et al., 2003). Espécies costeiras estão comumente sujeitas a capturas acidentais ou intencionais, abates, colisões com embarcações, poluição química e sonora, perda de habitat, turismo, dentre outras (CURREY et al., 2009). As mudanças na qualidade das águas costeiras e habitats durante o último século são significativas e acredita-se que inúmeras espécies silvestres tenham sido afetadas pelas atividades antrópicas (THOMPSON et al., 2000). *Sotalia guianensis* ao longo de sua distribuição está exposta a inúmeras ameaças, tais como captura

acidental em redes de pesca, tráfego de embarcações e o turismo, além da poluição sonora e exploração por valor cultural e mítico (REZENDE, 2000; GONÇALVES, 2003; FLORES; DA SILVA, 2008; REEVES et al., 2009; CRESPO et al., 2010; SECCHI, 2010).

Neste trabalho investigamos a viabilidade populacional de *Sotalia guianensis* no complexo estuarino-lagunar de Cananéia sob diferentes cenários de ameaças as quais estão expostos. A análise de viabilidade populacional (AVP) é uma forma de prever as flutuações e a probabilidade de persistência ou extinção de uma espécie ou população e populações ao longo do tempo, incorporando dados demográficos, ecológicos, genéticos e ambientais de populações reais em simulações computacionais de modelos estocásticos e determinísticos (LINDENMAYER et al., 1993a; MARMONTEL et al., 1997; AKÇAKAYA, 2000; BROOK et al., 2000; PAULA et al., 2007). O método gera previsões quantitativas sobre o tamanho da população, bem como sobre sua persistência e probabilidade de extinção, além de avaliar ameaças e alternativas de manejo (HEINSOHN et al., 2004). É um método rigoroso que permite a utilização de todas as informações disponíveis e incertezas, sendo possível representar cenários mais otimistas e cenários pessimistas (LINDENMAYER et al., 1993a; MARMONTEL et al., 1997; AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000).

A AVP é considerada por inúmeros pesquisadores como a melhor ferramenta disponível, pois aceita a incorporação de dados históricos, tendências populacionais, genéticos e ambientais (BROOK et al., 2002). Uma ampla gama de espécies e populações ameaçadas, incluindo marsupiais, carnívoros, ungulados, primatas, sirênios, cetáceos, aves, répteis, anfíbios foram estudadas com a aplicação do método nas últimas décadas (MURPHY et al., 1990; LINDENMAYER et al., 1993a, 1993b; AKÇAKAYA et al., 1995; BUSTAMANTE, 1996; MARMONTEL et al., 1997; AKÇAKAYA; RAPHAEL, 1998; ARMBRUSTER et al., 1999; FERRERAS et al., 2001; HEINSOHN et al., 2004; SHTICKZELLE et al., 2005; HAINES et al., 2006; GERBER et al., 2007; PAULA et al., 2007; WIELGUS et al., 2007; CURREY et al., 2009; TAYLOR et al., 2009; FAMELLI et al., 2012).

3.2 Material e Métodos

3.2.1 História de vida

Sotalia guianensis se reproduz ao longo de todo o ano, sem períodos marcados para nascimentos, em um sistema de acasalamento com múltiplos parceiros e competição por esperma. A maturidade sexual é alcançada entre 5 e 7 anos de idade. A duração gestacional

pode variar entre 11,5 e 12 meses e nasce apenas um filhote que é amamentado por cerca de 8 meses. Sinais de senescência podem ser notados após 25 anos de idade. Baseado em estudos envolvendo camadas dentárias, estima-se que a espécie viva cerca de 30 anos (RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010).

Informações sobre sobrevivência e mortalidade são escassas para a espécie. Em estudo de longa duração sobre a dinâmica populacional, CANTOR et al. (2012) estimaram a sobrevivência da espécie em 0,88 ($\pm$ 0,07 SE). Os parâmetros de história de vida de *S. guianensis* utilizados na análise de viabilidade populacional foram estimados com base na literatura disponível para a espécie e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de história de vida de *Sotalia guianensis* utilizados na AVP no Complexo Estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo.

Parâmetros	Valores	Bibliografia
Sistema de acasalamento	Poligínico	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Idade da primeira cria (fêmea)	6 anos	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Idade da primeira cria (macho)	7 anos	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Idade máxima reprodutiva	25 anos	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Número máximo de progênie por cria	1	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Número máximo de progênie por ano	1	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Percentual de machos no nascimento	50%	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Percentual de fêmeas adultas reprodutivas	50%	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Distribuição de progênie por ano (0 e 1)	50:50	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Mortalidade	12% (0 a 2 anos de idade) 10% (acima de 2 anos de idade)	CANTOR et al., 2012

3.2.2 Área de estudo

O Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, coordenadas geográficas 25°1'28'' sul e 47°55'56'' oeste, Estado de São Paulo, está incluído na Área de Proteção Ambiental Federal

de Cananéia-Iguape-Peruíbe, na zona de conservação de Vida Silvestre e na lista de Patrimônio Mundial da UNESCO, dentro das Reservas do Sudeste SP/PR de Mata Atlântica (UNESCO, 2012).

A região do estuário é altamente produtiva e toda sua extensão é margeada por manguezais, características do bioma Mata Atlântica, com poucas praias e fundo composto por lama (DOMIT, 2006; OLIVEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2008). Os índices pluviométricos mostram maiores valores entre dezembro e abril e período de estiagem entre maio e novembro (KUMPERA, 2007). A média de temperatura anual é de 21.48°C e a temperatura do mar 23.88°C (OLIVEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2008).

A área compreende a Baía de Trapandé, o Mar de Cananéia e o Mar de Cubatão, que circundam a Ilha de Cananéia, separando-a do continente e das Ilhas Comprida e do Cardoso. O Mar de Cananéia ou “Mar de Dentro” e o Mar de Cubatão ou “Mar de Fora” são canais estreitos, com largura entre 1 e 3 km e profundidades que podem chegar a 20 m em alguns trechos, com média ao redor de 6 m (TESSLER; SOUZA, 1998). A Baía de Trapandé apresenta maior largura e profundidade em relação aos canais, que são interligados por ela ao sul. O sistema sofre influência das correntes geradas pelas ondas de marés que entram pela Barra de Cananéia e Barra do Ararapira na Baía de Trapandé e pela variação temporal da descarga de água doce, tanto nos canais quanto na Baía (TESSLER; SOUZA, 1998; KUMPERA, 2007). A salinidade varia em função das ações das marés e aportes de água doce, sendo os maiores índices registrados no inverno e os menores, durante o verão (DOMIT, 2006; KUMPERA, 2007) (Figura 1).

Figura 1. Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. (1) Baía de Trapandé; (2) Mar de Cubatão; (3) Mar de Cananéia. Fonte: Google Earth.

3.2.3 Análise de Viabilidade Populacional

De acordo com a literatura, as principais ameaças à *S. guianensis* são a captura acidental em redes de pesca, tráfego de embarcações e o turismo (FILLA; MONTEIRO-FILHO, 2009; REEVES et al., 2009; CRESPO et al., 2010; LAILSON-BRITO et al., 2010; SECCHI, 2010). Com base nesse contexto foram modelados cenários em que variações de parâmetros específicos (mortalidade, capacidade de suporte do ambiente, variação ambiental na reprodução e catástrofe) foram inseridas para avaliar as tendências populacionais sob diferentes ameaças (MARMONTEL et al., 1997). O cenário 1 representa um aumento na

atividade pesqueira, o cenário 2 representa aumento na atividade turística e o cenário 3 apresenta aumento na atividade portuária.

Devido a ausência de informações sobre a dispersão de indivíduos, entradas e saídas na população e fluxo gênico com outras populações, optou-se nesse estudo por considerar para a população do estuário de Cananéia como não suplementada, sem dispersão e sem depressão endogâmica. A extinção foi definida como a permanência de apenas um sexo (LACY, 2000).

O tamanho inicial da população foi estimado em 193 indivíduos, utilizando o método de transecções lineares com amostragem de distâncias e análise dos dados no programa Distance (BUCKLAND et al., 2001) (Ver Capítulo 2 desse exemplar). A análise de viabilidade populacional foi produzida pelo programa VORTEX v. 9.99b. O VORTEX realiza as projeções com base no método de Monte Carlo de amostragem aleatória, simulando efeitos determinísticos e estocásticos nas populações (LACY, 2000; PAULA et al., 2007). Os parâmetros de entrada para cada cenário são mostrados na Tabela 2. Análises de sensibilidade foram realizadas após a AVP inserindo variações sutis de parâmetros estimados, tamanho populacional, mortalidade, catástrofes e capacidade de suporte do ambiente. As mudanças nas variáveis geram mudanças nas flutuações dos modelos, e a sensibilidade pode ser expressa em termos de mudança no risco de declínio ou extinção (McCARTHY et al., 1995).

Tabela 2. Parâmetros e valores de entrada de *Sotalia guianensis* para análise de viabilidade populacional no complexo estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo.

Parâmetros	Valores			Bibliografia
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	
Sistema de acasalamento	Poligínico	Poligínico	Poligínico	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Idade da primeira cria (fêmea)	6 anos	6 anos	6 anos	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Idade da primeira cria (macho)	7 anos	7 anos	7 anos	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Idade máxima reprodutiva	25 anos	25 anos	25 anos	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Número máximo de progênie por cria	1	1	1	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Número máximo de progênie por ano	1	1	1	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Percentual de machos no nascimento	50%	50%	50%	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Percentual de fêmeas adultas reprodutivas	50%	50%	50%	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Variação ambiental na reprodução	10%	30%	20%	LACY, 2000
Distribuição de progênie por ano (0 e 1)	50:50	50:50	50:50	RAMOS et al., 2000; ROSAS, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; ROSAS et al., 2003, 2010; DI BENEDITTO; RAMOS, 2004; SANTOS et al., 2010
Mortalidade	15% (0 a 2 anos de idade) 13% (acima de 2 anos de idade)	12% (0 a 2 anos de idade) 10% (acima de 2 anos de idade)	15% (0 a 2 anos de idade) 13% (acima de 2 anos de idade)	CANTOR et al., 2012
Catástrofes	1 (poluição química)	1 (poluição química)	1 (poluição química e derramamento de óleo)	VAN BRESSEM et al., 2009; LAILSON-BRITO et al., 2010

Frequência de ocorrência (catástrofe)	1%	1%	30%	LACY, 2000
Severidade na reprodução	0,95%	0,95%	0,75%	LACY, 2000
Severidade na sobrevivência	0,85%	0,85%	0,75%	LACY, 2000
População inicial	193 indivíduos	193 indivíduos	193 indivíduos	Ver Capítulo 2
Capacidade suporte (K)	250 indivíduos	250 indivíduos	250 indivíduos	Ver Capítulo 2; ROLLO Jr., 2002; HAVUKAINEN et al., 2011
Variação ambiental em K	20%	20%	20%	LACY, 2000
Mudança em K	Sim	Não	Não	
Por quanto tempo (mudança em K)	15 anos	Não	Não	
Percentual anual de aumento ou redução em K	1% redução	Não	Não	
Cenário 1: Aumento atividade pesqueira;	Cenário 2: Aumento atividade turística;	Cenário 3: Aumento atividade portuária.		

3.3 Resultados

A análise de viabilidade populacional de *S. guianensis* apontou para o declínio e extinção da população em menos de 300 anos em todos os cenários. Os resultados da AVP são apresentados na Tabela 3. As projeções do tamanho populacional em função do tempo para os cenários são mostradas nas figuras 2 a 4.

As taxas de crescimento projetadas para os cenários 1, 2 e 3 foram de -0,082 (SD = 0,120), -0,049 (SD = 0,107) e -0,086 (SD = 0,062), respectivamente, com probabilidade de extinção de 1,000 para todos os cenários. O tempo médio para extinção foi estimado em 39,6 anos para o cenário 1, 57,3 anos para o cenário 2 e 3,3 anos para o cenário 3.

Tabela 3 - Análise de viabilidade populacional de *Sotalia guianensis* sob diferentes cenários no complexo estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo. Abreviaturas dos parâmetros: $r_{(est)}$ = taxa de crescimento estocástico; $SD(r_{est})$ = desvio padrão de r ; $P(E)$ = probabilidade de extinção; $N_{(final)}$ = tamanho final da população; $SD(N_{final})$ = desvio padrão da população final; DivGene = diversidade genética; Alelos(N) = número de alelos na população; $SD(A)$ = desvio padrão no número de alelos; $TE_{(médio)}$ = tempo médio para extinção em anos.

Cenário	$r_{(est)}$	$SD(r_{est})$	$P(E)$	$N_{(final)}$	$SD(N_{final})$	DivGene	Alelos(N)	$SD(A)$	$TE_{(médio)}$
1. Aumento Atividade Pesqueira	-0,082	0,120	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,6
2. Aumento Atividade Turística	-0,049	0,107	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,3
3. Aumento Atividade Portuária	-0,086	0,062	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,3

Figura 2. Tamanho populacional de *Sotalia guianensis* ao longo do tempo sob aumento da atividade pesqueira (Cenário 1).

Figura 3. Tamanho populacional de *Sotalia guianensis* ao longo do tempo sob aumento da atividade turística (Cenário 2).

Figura 4. Tamanho populacional de *Sotalia guianensis* ao longo do tempo sob aumento da atividade portuária (Cenário 3).

As análises de sensibilidade permitiram identificar que o tamanho inicial da população, a mortalidade, a capacidade de suporte e catástrofe foram os parâmetros de história de vida e ambientais que mais influenciam as tendências populacionais.

3.4 Discussão e Conclusões

Os impactos humanos no ambiente marinho são consideráveis e tal fato tem se tornado cada vez mais aparente (CAÑADAS et al., 2005). A influência das atividades antrópicas sobre os componentes e atributos da biodiversidade é muito variável (REDFORD; RICHTER, 1999). As potenciais ameaças aos cetáceos são diversas e interagem entre si, ou seja, ameaças individuais podem surgir de inúmeras fontes. Tal diversidade impõe dificuldades na identificação dos fatores que influenciam a dinâmica das populações (THOMPSON et al., 2000).

No estuário de Cananéia a pequena população de *S. guianensis* está exposta a inúmeras atividades antrópicas e consequentes impactos, tais como capturas acidentais em redes de pesca, aumento do turismo, colisões com embarcações, poluição sonora e química e degradação do habitat (FILLA et al., 2008; SANTOS et al., 2010a).

De modo geral, a pesca em Cananéia é composta por barcos pequenos utilizando redes com arrasto duplo e redes de emalhar de espinhel. Outra prática comum é o “cerco-fixo”, uma técnica artesanal comum para capturar peixes, principalmente a tainha, com mais de 90

armadilhas instaladas ao longo da região (MENDONÇA; KATSURAGAWA, 2001). A última técnica não representa ameaça à *S. guianensis*; ao contrário, fortalece a aceitação da população humana local pela sua interação positiva com os cercos, quando conduz os peixes para dentro das armadilhas (FILLA et al., 2008).

A mortalidade em redes de pesca tem sido documentada para a espécie ao longo de sua distribuição (CRESPO et al., 2010; SANTOS et al., 2010a). A captura acidental é apontada como uma das principais ameaças e causas de declínio populacional de mamíferos aquáticos, como por exemplo a vaquita, *Phocoena sinus*, considerada a espécie de cetáceo mais ameaçada do mundo (D'AGROSA et al., 2000), e a espécie de cetáceo fluvial baiji, *Lipotes vexillifer*, considerado extinto na última década (TURVEY et al., 2007).

Outro fator importante consequente do aumento na atividade pesqueira é a depleção dos recursos alimentares, que compromete a dinâmica da população, levando a redução no número de indivíduos. Em maior escala, pode acarretar na perda de populações e de riqueza de espécies de mamíferos marinhos, sendo as espécies costeiras afetadas mais negativamente (DeMASTER et al., 2001).

Para representar um cenário em que a atividade pesqueira é elevada, os valores de entrada para mortalidade e capacidade de suporte do ambiente (K) foram modificados. A capacidade de suporte é um importante fator ecológico e sofre influência de inúmeras variáveis, tais como disponibilidade de alimento, espaço, luz, competição, predação, doença, entre outros (BEGON et al., 1996). A redução em K evidencia a perda de qualidade ambiental, o que leva a um declínio populacional (FERRERAS et al., 2001; HAINES et al., 2006). Dessa forma, foi considerado aumento na mortalidade, em função da captura acidental e redução em K, decorrente da depleção de recursos alimentares. Conforme observamos nos resultados, os parâmetros alterados podem afetar intensamente uma população pequena em um curto período de tempo.

A despeito do amplo reconhecimento da atividade de pesca como ameaça à megafauna marinha, informações sobre capturas acidentais ainda são escassas ao redor do globo e o conhecimento dos efeitos demográficos nas populações afetadas geralmente é insuficiente (LEWISON et al., 2004). Portanto, é importante definir um processo para estimar e documentar o esforço de pesca, principalmente com relação a escala espacial em que ocorre afim de conhecer melhor seus impactos sobre as populações de mamíferos aquáticos (BURKHART & SLOOTEN, 2003).

Com relação ao turismo, *S. guianensis* representa um importante atrativo para a região. Embora a atividade de avistamento dos golfinhos traga benefícios econômicos, distúrbios

podem ser provocados na população (FILLA et al., 2008). A presença e a forma de aproximação das embarcações turísticas podem gerar respostas negativas ou não por parte dos botos (ROLLO Jr. et al., 2008; FILLA; MONTEIRO-FILHO, 2009). A poluição sonora, gerada pelos ruídos de certas embarcações motorizadas, podem levar a alterações comportamentais e acústicas dos animais, pois emitem ruídos na mesma faixa de frequência que os botos-cinza (REZENDE, 2000; GONÇALVES, 2003).

Na Costa Rica, a observação dos botos é uma atividade constante e não aparenta ameaçar os animais, embora tenha sido evidenciado que o motor de algumas embarcações altera a produção de assobios (GAMBOA-POVEDA; MAY-COLLADO, 2006). Por outro lado, foram observados abandonos de área por parte de *S. guianensis* ao norte e ao sul de sua distribuição. Em ambos os casos, o principal motivo apontado para o abandono foi a aumento nas atividades humanas, especialmente o tráfego de embarcações (EDWARDS; SCHNELL, 2001; FILLA et al., 2008). A população de botos no estuário de Cananéia apresenta resposta nula ou positiva na maior parte das aproximações de embarcações turísticas (FILLA; MONTEIRO-FILHO, 2009). No Brasil, há uma série de recomendações para atividades de avistamento de cetáceos ao longo da costa que devem ser seguidas para minimizar impactos negativos sobre as populações e garantir a continuidade da atividade (SANTOS et al., 2010).

Na análise de viabilidade os distúrbios causados pelos ruídos e forma de aproximação das embarcações turísticas foram representados com o aumento no valor de entrada para a variação ambiental sobre a reprodução, pois comportamentos naturais como forrageio e acasalamento, são interrompidos, influenciando indireta e diretamente na taxa reprodutiva. As projeções da AVP indicaram declínio e extinção da população em curto período de tempo, entretanto o efeito da variável não se mostrou tão pessimista quanto o aumento da mortalidade e redução da capacidade de suporte do ambiente.

O aumento no tráfego de embarcações pode acarretar em diferentes impactos, como colisões letais e não-letais com animais, poluição sonora e poluição química, além do possível abandono de área pelo distúrbio no ambiente (ROLLO Jr. et al., 2008; FILLA; MONTEIRO-FILHO, 2009; REEVES et al., 2009.). Conforme mencionado, a perturbação do ambiente por ruídos de embarcações pode levar à interrupção e redução de comportamentos naturais que influenciam a reprodução e saúde da população. Poluentes químicos causam contaminação, desordens imunológicas e reprodutivas, doenças de pele, entre outros (BEARZI, 2012). Cetáceos possuem alto potencial para o acúmulo de elementos, pois ocupam um alto nível na cadeia trófica e possuem longo ciclo de vida (SEIXAS et al., 2009).

É importante ressaltar que o litoral sul do estado de São Paulo é considerado uma importante área em potencial para implementação de marinas e instalações náuticas, o que representaria uma importante mudança na dinâmica ecológica e biológica na região de estuário de Cananéia (FILLA et al., 2008). Os impactos do aumento do tráfego de embarcações e das atividades portuárias foram representados na AVP pelo aumento na mortalidade, causada pelas colisões; aumento da variação ambiental na reprodução, devido as alterações dos comportamentos naturais; e aumento na ocorrência de catástrofes de maior impacto na sobrevivência e reprodução, devido ao potencial para poluição química e derramamento de óleo. As projeções para esse cenário foram as mais pessimistas encontradas na AVP, provavelmente pela combinação de fatores que influenciam as tendências populacionais.

De forma geral as projeções geradas pela AVP apontaram cenários extremamente pessimistas com tempo médio estimado para extinção entre 3,3 a 57,3 anos apenas, menos de duas gerações da espécie. É possível que as projeções pessimistas estejam relacionadas ao pequeno tamanho populacional estabelecido neste estudo (que é compatível com outros resultados observados na área e mesmo em outras áreas nas quais a espécie foi estudada; ver Capítulo. 2). Segundo AKÇAKAYA (2000), ao alcançar níveis muito baixos de abundância de indivíduos, se torna mais difícil prever as tendências populacionais devido a complicações de fatores demográficos e genéticos. Populações pequenas sofrem endogamia mais aceleradamente que populações grandes e estáveis, o que leva a fixação de alelos e a perda da variabilidade genética, consequentemente reduzindo o valor adaptativo da espécie, além de interferir na reprodução e sobrevivência (HOELZEL, 1992; FRANKHAM et al., 2008). Além disso, a adição de novas ameaças pode dificultar a reversão do declínio (LACY, 2000). Independente do pessimismo e do curto período de tempo estimado para a extinção, as análises mostram que variações sutis no tamanho populacional, mortalidade, capacidade de suporte e catástrofes podem influenciar fortemente a persistência de pequenas populações.

O programa VORTEX foi eficiente na modelagem das tendências populacionais com base nos cenários e variáveis estimadas. Os pacotes computacionais são constantemente revisados e atualizados, e recentes melhorias nas análises de viabilidade populacional permitem maior precisão nas simulações e modelos mais acurados com base em cenários mais realistas (BROOK et al., 2000; FAMELLI et al., 2012). Os softwares apresentam grande flexibilidade e capacidade na modelagem de processos populacionais, permitindo que sejam consideradas características e ameaças que de outra maneira seriam negligenciadas (LACY, 2000). Além disso, AVPs funcionam melhor quando as informações buscadas envolvem uma

única espécie, o nível de detalhe da análise é consistente com os dados disponíveis sobre a espécie e os resultados são avaliados de forma relativa (AKÇAKAYA; SJÖGREN-GULVE, 2000).

O uso de parâmetros ecológicos e demográficos detalhados das populações combinado com simulações computacionais, podem auxiliar no conhecimento das tendências populacionais e direcionar ações de manejo e conservação. O trabalho aqui apresentado buscou conhecer os possíveis efeitos das atividades antrópicas existentes no estuário de Cananéia na abundância de indivíduos e permanência da população de *S. guianensis* ao longo do tempo.

O complexo estuarino-lagunar de Cananéia é um ambiente favorável e bem preservado que oferece recursos suficientes para garantir a ocorrência de comportamentos social e biologicamente relevantes para *S. guianensis*. De fato, as estimativas de abundância obtidas nos últimos 12 anos sugerem flutuações pequenas no número de indivíduos (este estudo; ROLLO Jr., 2002; HAVUKAINEN et al., 2011). Entretanto, o aumento das atividades antrópicas no estuário poderia levar a mudanças na dinâmica populacional e alterações no habitat, comprometendo sua persistência ao longo do tempo. Dessa forma, o estuário representa um habitat crítico para a conservação da espécie, sendo essencial a conservação e manutenção da alta qualidade ambiental, a fim de garantir uma população mais abundante e geneticamente diversa.

Referências

ACUÑA, L.B. **Estimativa do tamanho da população do boto-tucuxi marinho, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) na região do estuário de Cananéia, São Paulo, por meio de catálogo de fotoidentificação para a espécie.** Dissertação (Mestrado em Biociências – Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 73 p., 2002.

ARAÚJO, J.P.; ARAÚJO, M.E.; SOUTO, A.; PARENTE, C.L.; GEISE, L. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 1122–1130, 2007.

AKÇAKAYA, H.R. Population viability analyses with demographically and spatially structured models. **Ecological Bulletins**, Ithaca, v. 48, p. 23-38, 2000.

AKÇAKAYA, H.R.; RAPHAEL, M.G. Assessing human impact despite uncertainty: viability of the northern spotted owl meta population in the northwestern USA. **Biodiversity and Conservation**, Berlin, v. 7, p. 875-894, 1998.

AKÇAKAYA, H.R.; SJÖGREN-GULVE, P. Population viability analysis in conservation planning: an overview. **Ecological Bulletins**, Ithaca, v. 48, p. 9-21, 2000.

AKÇAKAYA, H.R.; MCCARTHY, M.A.; PEARCE, J.L. Linking landscape with population viability analysis: management options for the helmeted honeyeater. **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 73, p. 169-176, 1995.

ARMBRUSTER, P.; FERNANDO, P.; LANDE, R. Time frame for population viability analysis of species with long generations: na example with Asian elephants. **Animal Conservation**, London, v. 2, p. 69-73, 1999.

BEARZI, M. Cetaceans and MPAs should go hand in hand: a case study in Santa Monica Bay, California. **Ocean & Coastal Management**, Philadelphia, v. 60, p. 56-59, 2012.

BEGON M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: individuals, populations and communities. Oxford: Blackwell Science, 1068 p., 1996.

BOROBIA, M.; SICILIANO, S.; LODI, L.; HOEK, W. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 69, p. 1025-1039, 1991.

BROOK, B.W.; TONKYN, D.W.; O'GRADY, J.J.; FRANKHAM, R. Contribution of inbreeding to extinction risk in threatened species. **Conservation Ecology**, Nova Scotia, v. 6, n. 1, 16, 2002a.

BROOK, B.W.; BURGMAN, M.A.; AKÇAKAYA, H.R.; O'GRADY, J.J.; FRANKHAM, R. Critiques of PVA ask the wrong questions: throwing the heuristic baby out with the numerical bath water. **Conservation Biology**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 262-263, 2002b.

BROOK, B.W.; O'GRADY, J.J.; CHAPMAN, A.P.; BURGMAN, M.A.; AKÇAKAYA, H.R.; FRANKHAM, R. Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology. **Nature**, London, v. 404, n. 23, p. 385-387, 2000.

BUCKLAND, S.T.; ANDERSON, D.R.; BURNHAM, K.P.; LAAKE, J.L.; BORCHERS, D.L., THOMAS, L. **Introduction to distance sampling**: estimating abundance of biological populations. Oxford: Oxford University Press, 432 p., 2001.

BURKHART, S.M.; SLOOTEN, E. Population viability analysis for Hector's dolphin (*Cephalorhynchus hectori*): a stochastic population model for local populations. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, London, v. 37, n. 3, p. 553-566, 2003.

BUSTAMANTE, J. Population viability analysis of captive and released bearded vulture populations. **Conservation Biology**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 822-831, 1996.

CABALLERO, S.; TRUJILLO, F.; VIANNA, A.; BARRIOS-GARRIDO, H.; MONTIEL, M.G.; BELTRAN-PEDREROS, S.; MARMONTEL, M.; SANTOS, M.C.; ROSSI-SANTOS, M.; SANTOS F.R.; BAKER C.S. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: species level ranking for tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and costero dolphins (*Sotalia guianensis*). **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 23, p. 358-386, 2007.

- CAÑADAS, A.; SAGARMINAGA, R.; DE STEPHANIS, R.; URQUIOLA, E.; HAMMOND, P.S. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Oxford, v. 15, p. 495–521, 2005.
- CANTOR, M.C.; WEDEKIN, L.L.; DAURA-JORGE, F.G.; ROSSI-SANTOS, M.R.; SIMÕES-LOPES, P.C. Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): an eight-year mark-recapture study. **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 63–83, 2012.
- 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.III; SCHAEFFER, Y.; DORNELES, P.R.; LAILSON-BRITO, J.; WETZEL, D.L. Report of the working group on major threats and conservation. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 47-56, 2010.
- CURREY, R.J.C.; DAWSON, S.M.; SLOOTEN, E.; SCHNEIDER, K.; LUSSEAU, D.; BOISSEAU, O.J.; HAASE, P.; WILLIAMS, J.A. Survival rates for a declining population of bottlenose dolphins in Doubtful Sound, New Zealand: an information theoretic approach to assessing the role of human impacts. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Oxford, v. 19, n. [S/I], p. 658-670, 2009.
- D'AGROSA, C., LENNERT-CODY, C.E.; VIDAL, O. Vaquita bycatch in Mexico's artisanal gillnet fisheries: driving a small population to extinction. **Conservation Biology**, Oxford, v. 14, p. 1110–1119, 2000. Doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.98191.x
- DeMASTER, D.P.; FOWLER, C.W.; PERRY, S.L.; RICHLIN, M.F. Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 82, n. 3, p. 641-651, 2001.
- DI BENEDITTO, A.P.M.; RAMOS, R.M.A. Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 84, p. 1245-1250, 2004.
- DOMIT, C. **Comportamento de pesca do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 96 p., 2006.
- DULVY, N.K.; SADOVY, Y.; REYNOLDS, J.D. Extinction and vulnerability in marine populations. **Fish and Fisheries**, Oxford, v. 4, p. 25-64, 2003.
- EDWARDS, H.H.; SCHNELL, G.D. Status and ecology of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 445-472, 2001.
- FAMELLI, S.; PINHEIRO, S.C.P.; SOUZA, F.L.; CHIARAVALLOTI, R.M.; BERTOLLUCI, J. Population Viability Analysis of a Long-lived Freshwater Turtle, *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae). **Chelonian Conservation and Biology**, Washington, v. 11, n. 2, p. 162-169, 2012.

FERRERAS, P.; GAONA, P.; PALOMARES, F.; DELIBES, M. Restore habitat or reduce mortality? Implications from a population viability analysis of the Iberian lynx. **Animal Conservation**, London, v. 4, p. 265-274, 2001.

FILLA, G. **Estimativa da densidade populacional e estrutura de agrupamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na baía de Guaratuba e na porção norte do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, PR.** Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FILLA, G.F.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Monitoring tourism schooners observing estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Estuarine Complex of Cananéia, south-east Brazil. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Oxford, v. 19, p. 772-778, 2009.

FILLA, G.F.; ATEM, A.C.G.; BISI, T.L.; OLIVEIRA, L.V.; DOMIT, C.; GONÇALVES, M.; HAVUKAINEN, L.; OLIVEIRA, F.; RODRIGUES, R.G.; ROSAS, F.C.W.; SANTOS-LOPES, A.R. MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Proposal for creation of a “zoning with regulation of use in the Cananéia estuarine-lagoon complex” aiming the conservation of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, Montevideo, v. 3, n. 1, p. 75-83, 2008.

FLORES, P.A.C.; SILVA, V.M.F. da. Tucuxi and Guiana Dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*). In: PERRIN, W.F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). **Encyclopedia of marine mammals**. San Diego: Academic Press, 2008. p. 1188-1192.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D.A. **Fundamentos da genética da conservação**. Ribeirão Preto: Ed. SBG, 280 p., 2008.

GAMBOA-POVEDA, M.; MAY-COLLADO, L.J. **Insights on the occurrence, residency, and behavior of two coastal dolphins from Gandoca-Manzanillo, Costa Rica: *Sotalia guianensis* and *Tursiops truncatus* (Family Delphinidae).** Cambridge, International Whaling Commission, (SC/58/SM4), p. 1-9, 2006.

GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behavior, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananeia estuary region, Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 183-194, 1999.

GERBER, L.R.; KELLER, A.C.; DE MASTER, D.P. Ten thousand and increasing: is the western Arctic population of bowhead whale endangered? **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 1, n. 37, p. 577-583, 2007.

GONÇALVES, M.L.R.L. **Interações entre embarcações e *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), no estuário de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil.** 47 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 2003.

HAINES, A.M.; TEWES, M.E.; LAACK, L.L.; HORNE, J.S.; YOUNG, J.H. A habitat-based population viability analysis for ocelots (*Leopardus pardalis*) in the United States. **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 1, n. 32, p. 424-436, 2006.

HAVUKAINEN, L.; MONTEIRO FILHO, E.L.A.; FILLA, G.F. Population density of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia region, Southeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology and Conservation)**, Costa Rica, v. 59, n. 3, p. 1275-1284, 2011.

HEINSOHN, R.; LACY, R.C.; LINDENMAYER, D.B.; MARSH, H.; KWAN, D.; LAWLER, I.R. Unsustainable harvest of dugongs in Torres Strait and Cape York (Australia) waters: two case studies using population viability analysis. **Animal Conservation**, London, v. 7, p. 417-425, 2004.

HILTON-TAYLOR, C.; POLLOCK, C.M.; CHANSON, J.S.D.; BUTCHART, S.H.M.; OLDFIELD, T.E.E.; KATARIYA, V. 2009. State of the world's species. Em: VIÉ, J.-C.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S.N. (Ed.). **Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species**. Gland: IUCN, 2009. p. 15-42.

HOELZEL, A.R. Conservation genetics of whales and dolphins. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 1, p. 119-125.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **IUCN red list of threatened species**: version 2011.2. 2011. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>.

KUMPERA, B. **Contribuição ao processo sedimentar atual no Canal do Ararapira, sistema-estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 118 p., 2007.

LACY, R.C. Structure of the VORTEX simulation model for population viability analysis. **Ecological Bulletin**, Oxford, v. 48, p. 191-203, 2000.

LAILSON-BRITO, J.; DORNELES, P.R.; AZEVEDO-SILVA, C.E.; AZEVEDO, A.F.; VIDAL, L.G.; ZANELATTO, R.C.; LOZINSKI, C.P.C.; AZEREDO, A.; FRAGOSO, A.B.L.; CUNHA, H.A.; TORRES, J.P.M.; MALM, O. High organochlorine accumulation in blubber of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, from Brazilian coast and its use to establish geographical differences among populations. **Environmental Pollution**, Philadelphia, v. 158, p. 1800–1808, 2010.

LEWISON, R.L.; CROWDER, L.B.; READ, A.J.; FREEMAN, S.A. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. **Trends in Ecology & Evolution**, Philadelphia, v. 19, n. 11, p. 598-604, 2004.

LINDENMAYER, D.B.; CLARK, T.W.; LACY, R.C.; THOMAS, V.C. Population Viability Analysis as a tool in wildlife conservation policy: with reference to Australia. **Environmental Management**, Berlin, v. 17, n. 6, p. 745-758, 1993a.

LINDENMAYER, D.B.; LACY, R.C.; THOMAS, V.C.; CLARK, T.W. Predictions of the impacts of changes in population size and environmental variability on Leadbeater's Possum, *Gymnobelideus leadbeateri* McCoy (Marsupialia: Petauridae) using population viability analysis: an application of the computer program VORTEX. **Wildlife Research**, Berlin, v. 20, p. 67-86, 1993b.

LODI, L.F.; HETZEL, B. Grandes agregações do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Bioikos**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 26-30, 1998.

MARMONTEL, M.; HUMPHREY, S.R.; O'SHEA, T.J. Population viability analysis of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*), 1976-1991. **Conservation Biology**, Oxford, v. 11, p. 467-481, 1997.

McCARTHY, M.A.; BURGMAN, M.A.; FERSON, S. Sensitivity analysis for models of population viability. **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 73, p. 93-100, 1995.

MENDONÇA, J.T.; KATSURAGAWA, M. Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil (1995-1996). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 535-547, 2001.

MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; MONTEIRO, K.D.K.A. (Org.). **Biologia, ecologia e conservação do boto-cinza**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 177 p., 2008.

MURPHY, D.D.; KATHY, E.F.; WEISS, S.B. An environment-meta population approach to population viability analysis for a threatened invertebrate. **Conservation Biology**, Oxford, v. 4, n. 1, p. 41-51, 1990.

OLIVEIRA, L.V.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Individual identification and habitat use of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Cananéia, south-eastern Brazil, using video images. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 88, n. 6, p. 1199-1205, 2008.

PAULA, R.C.; MEDICI, P.; MORATO, R.G. (Org.). **Plano de ação para conservação de lobo-guará: análise de viabilidade populacional e de habitat**. Brasília: IBAMA, 2007. 158 p.

PERCEQUILLO, A.R.; KIERULFF, M.C.M. Mamíferos. Em: BRESSAN, P.M.; KIERULFF, M.C.M.; SUGIEDA, A.M (Coord.). **Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, 2009.

POLIDORO, B.A.; LIVINGSTONE, S.R.; CARPENTER, K.E.; HUTCHINSON, B.; MAST, R.B.; PILCHER, N.J.; MITCHESON, Y.S.; VALENTI, S.V. Status of the world's marine species. In: VIÉ, J.-C.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S.N. (Ed.) **Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species**. Gland: IUCN, p. 55-66, 2009.

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

REDFORD, K.H.; RICHTER, B.D. Conservation of biodiversity in a world of use. **Conservation Biology**, Oxford, v. 13, n. 6, p. 1246-1256, 1999.

REEVES, R.R., CRESPO, E.A., DANS, JEFFERSON, T.A., KARCZMARSKI, L., LAIDRE, K., O'CORRY-CROWE, G., PEDRAZA, S., ROJAS-BRACHO, L., SECCHI, E.R.,

SLOOTEN, E., SMITH, B.D., WANG, JY.; ZHOU, K. *Sotalia fluviatilis*. In: International Union for Conservation of Nature. **Red list of threatened species**: version 2009.1. 2009. Disponível em: <www.iucnredlist.org>.

REZENDE, F. **Bioacústica e alterações acústico comportamentais de *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea, Delphinidae) frente a atividade de embarcações na Baía de Trapandé, Cananéia, SP.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 82 p., 2002.

ROCHA-CAMPOS, C.C.; CÂMARA, I.G.; PRETTO, D.J. (Org.). **Plano de ação nacional para a conservação dos mamíferos aquáticos**: pequenos cetáceos. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 132 p., 2010.

ROLLO Jr., M.M. **Modelagem da distribuição do boto *Sotalia guianensis* VAN BÉNÉDEN 1863 (CETACEA, DELPHINIDAE) na região de Cananéia, sul do Estado de São Paulo.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 256 p., 2002.

ROLLO Jr., M.M.; IWAI, F.S.; ROSA, J.M. Evaluating the effects of anthropogenic noise on estuarine dolphins *Sotalia guianensis* from Cananeia, Southeastern Brazil. **Bioacoustics: The International Journal of Animal Sound and its Recording**, Abingdon, v. 17, p. 181-183, 2008.

ROSAS, F.C.W. **Interação com a pesca, mortalidade, idade, reprodução e crescimento de *Sotalia guianensis* e *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Delphinidae e Pontoporidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 145 p., 2000.

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

ROSAS, F.C.W.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, southern Brazil. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 83, n. 2, p. 507-515, 2002.

ROSAS, F.C.W.; MARIGO, J.; LAETA, M.; ROSSI-SANTOS, M.R. Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 57-68, 2010.

SANTOS, M.C.O.; CAMPOLIM, M.B.; PARADA, I.S.; DUNKER, P.; SILVA, E. 2010a. The triumph of the commons: working towards the conservation of guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Cananéia estuary, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. 8, n. 1/2, p. 187-190, 2010a.

SANTOS, M.C.O.; OLAVARRÍA, C.; BOROBIA, M.; CABALLERO, S.; SECCHI, E.R.; SICILIANO, S.; PALACIOS, D.M. A tale of two dolphins: introduction to the special volume on the biology and conservation of neotropical dolphins of the genus *Sotalia*. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, Newport, v. [S/I], n. [S/I], p. 9-23, 2010.

SCHTICKZELLE, N.; CHOUTT, J.; GOFFART, P.; FICHEFET, V.; BAGUETTE, M. 2005. Metapopulation dynamics and conservation of the marsh fritillary butterfly: Population viability analysis and management options for a critically endangered species in Western Europe. **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 126, p. 569-581, 2005.

SECCHI, E. *Sotalia guianensis*. In: International Union for Conservation of Nature. **IUCN red list of threatened species**: version 2011.1. 2010. Disponível em: <www.iucnredlist.org>.

SEIXAS, T.G.; KEHRIG, H.A.; DI BENEDITTO, A.P.M.; SOUZA, C.M.M.; MALM, O.; MOREIRA, I. Essential (Se, Cu) and non-essential (Ag, Hg, Cd) elements: What are their relationships in liver of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae)? **Marine Pollution Bulletin**, Philadelphia, v. 58, p. 601-634, 2009.

TAYLOR, M.K.; LAAKE, J.; MCLOUGHLIN, P.D.; CLUFF, H.D.; MESSIER, F. Demography and population viability of polar bears in the Gulf of Boothia, Nunavut. **Marine Mammal Science**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 778-796, 2009.

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**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 69-83, 1998.

THOMPSON, P.M.; WILSON, B.; GRELLIER, K.; HAMMOND, P.S. Combining power analysis and population viability analysis to compare traditional and precautionary approaches to conservation of coastal cetaceans. **Conservation Biology**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 1253-1263, 2000.

TURVEY, S.T.; PITMAN, R.L.; TAYLOR, B.L.; BARLOW, J.; AKAMATSU, T.; BARRETT, L.A.; ZHAO, X.; REEVES, R.R.; STEWART, B.S.; WANG, K.; WEI, Z.; ZHANG, X.; PUSSEY, L.T.; RICHLIN, M.; BRANDON, J.R.; WANG, D. 2007. First human-caused extinction of a cetacean species? **Biology Letters**, London, v. 3, p. 537-540, 2007.

UNESCO. **Lista do patrimônio mundial – Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil/#c154844>>.

WIELGUS, J.; BALLANTYNEIV, F.; SALA, E.; GERBER, L.R. Viability analysis of reef fish populations based on limited demographic information. **Conservation Biology**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 447-454, 2007.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo reuniu informações históricas, ecológicas e populacionais de *Sotalia guianensis* ao longo de sua distribuição. Dados demográficos, como abundância e densidade, além da distribuição da espécie no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, foram acessados e estimados utilizando metodologia amplamente recomendada e ferramentas estatísticas apropriadas para a análise dos dados. Por fim, uma análise de viabilidade populacional, tendo em conta os valores atuais e anteriores de abundância, além de dados de reprodução, mortalidade, capacidade de suporte e ameaças locais, foi desenvolvida e discutida para a espécie na área de estudo. O uso combinado de informações ecológicas, demográficas e simulações computacionais, pode auxiliar no conhecimento e compreensão de tendências populacionais.

A hipótese inicial proposta para abundância da espécie na área de estudo foi aceita, a abundância da população de botos no estuário tem se mantido estável na última década. Por outro lado, a hipótese inicial da densidade foi rejeitada, a distribuição heterogênea no habitat foi confirmada, apontando valores distintos de densidade ao longo do estuário. Com relação ao declínio e probabilidade de extinção, as análises dos cenários hipotéticos apontaram extinção em período inferior a 100 anos, rejeitando-se portanto H_0 .

A espécie está em constante proximidade com atividades desenvolvidas pelo homem, dessa forma se mostra suscetível a ampla variedade de ameaças. Assim como são inúmeras as ameaças, são muitas as variáveis que sofrem influência das mudanças ambientais (ex. sobrevivência, reprodução), e por consequência influenciam as flutuações populacionais e a persistência ao longo do tempo. Todos esses fatores e variáveis atuam independentemente e de forma combinada, levando a diferentes respostas da população. As principais ameaças apontadas na região do estuário de Cananéia são a captura acidental em redes de pesca, o tráfego de embarcações e o turismo. É necessário que tais atividades possam ser desenvolvidas pela comunidade, porém de forma sustentável, garantindo o bem comum. O monitoramento contínuo da população de *S. guianensis* e das atividades de pesca e tráfego de embarcações, auxilia no conhecimento das tendências populacionais e controle das ameaças locais. É importante, ainda, a regulamentação de atividades turísticas de observação de botos afim de assegurar o mínimo de impactos possível sobre a população.

Nas últimas décadas o conhecimento sobre a espécie se intensificou e é possível encontrar ampla literatura. Entretanto, há lacunas envolvendo especialmente informações demográficas, tendências populacionais, dispersão, variabilidade genética e real efeito dos

impactos em potencial. Dessa forma é importante intensificar esforços para preencher tais lacunas e melhor compreender as tendências populacionais e os padrões moleculares, e melhor direcionar a elaboração de planos de manejo, ação e conservação.