



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS  
AQUÁTICOS TROPICAIS**

**ECOLOGIA POPULACIONAL DO BOTO-CINZA, *SOTALIA  
GUIANENSIS* (VAN BENEDEN, 1864): PARÂMETROS  
POPULACIONAIS, COMPORTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO NA COSTA  
DE ILHÉUS, NORDESTE DO BRASIL**

**GABRIELLE AMORIM ROSA**

**ILHÉUS - BAHIA - BRASIL**

**Abril de 2016**

GABRIELLE AMORIM ROSA

**ECOLOGIA POPULACIONAL DO BOTO-CINZA, *SOTALIA  
GUIANENSIS* (VAN BENEDEN, 1864): PARÂMETROS POPULACIONAIS,  
COMPORTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO NA COSTA DE ILHÉUS, NORDESTE  
DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia de Sistemas Aquáticos Tropicais.

**Área de Concentração:** Ecologia Aplicada.

**ILHÉUS – BAHIA - BRASIL**

**Abril de 2016**

GABRIELLE AMORIM ROSA

ECOLOGIA POPULACIONAL DO BOTO-CINZA, *SOTALIA GUIANENSIS*  
(VAN BENEDEN, 1864): PARÂMETROS POPULACIONAIS,  
COMPORTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO NA COSTA DE ILHÉUS, NORDESTE  
DO BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia de Sistemas Aquáticos Tropicais.

**Área de Concentração:** Ecologia Aplicada.

APROVADO: 04 de Abril de 2016.

Prof. Dr. Marcos R. Rossi-Santos

UFRB

Prof. Dr. Fábio G. Daura-Jorge

UFSC

Prof. Dr. Yvonnick Le Pendu

UESC– Orientador

R788

Rosa, Gabrielle Amorim.

Ecologia populacional do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864): parâmetros populacionais, comportamento e distribuição na costa de Ilhéus, Nordeste do Brasil / Gabrielle Amorim Rosa. – Ilhéus, BA: UESC, 2016.

Xii, 90 f.: il.; anexos.

Orientador: Yvonnick Le Pendu.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Inclui referências.

1. Ecologia marinha. 2. Boto-cinza – Ilhéus (BA) – Populações. 3. Mamífero aquático – Distribuição geográfica. I. Título.

CDD 577.7

## AGRADECIMENTOS

Ainda que fruto de muito esforço e empenho individual, seria impossível a realização deste trabalho sem o apoio coletivo não apenas nestes últimos dois anos, como principalmente o apoio que outrora me permitiu vivenciar todas as experiências que, juntas, compõem hoje o meu ser. No entanto, só é possível uma postura humilde diante do conhecido perante o infinito das coisas, seres e universos. Essa que o orgulho humano muitas vezes nos impede de assumir.

Obviamente, existem forças incompreensíveis à nós, humanos pequenos e limitados. E quando o acaso nem sempre é acaso, e uma onda invisível te direciona, guia e protege, ainda que não se compreenda, não se veja, se sente. E sobre isso, só posso me sentir agradecida pelo milagre de cada nova chance dada a cada novo dia, de minha complexa existência, de minhas possibilidades de extensão através da mente, do corpo e da alma.

Por meus pais, mais que agradecimento, tenho amor e admiração. Pessoas humildes, que lutaram na vida com muita força e garra para permitir aos filhos acesso à uma educação de qualidade que foi negada à eles e a maior parte da população brasileira - desigualdades sociais implantadas e mantidas em nossa sociedade. Somente priorizando a educação é possível reais modificações na construção de conscientização do ser para estar.

Agradeço aos meus mais queridos, lindos e amados amigos. Provindos de diferentes lugares, com diferentes essências, cores e sotaques. Por todo apoio, suporte, conselhos, risadas, discussões, abraços, lágrimas e quando preciso, silêncio – que fala às vezes muito mais. “Aqueles que passam por nós não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”

À toda a equipe de campo e de intelectuais com quem tive o imenso prazer de estar, pilotos, marinheiros, estudantes estagiários, mestres e professores. Obrigada por todo acréscimo e suporte.

Agradeço ainda ao meu orientador, CAPES, FAPESB e UESC por acreditarem na capacidade de um produto intelectual de qualidade, e por suportarem esta.

***“De tudo, ficaram três coisas: a certeza de que ele estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sono uma ponte, da procura um encontro”***

***Fernando Sabino – O encontro marcado.***

***“Será que nossa mente deve ser uma arena pública, onde se discutam principalmente o que corre de boca em boca pelas ruas e salões de chá? Não deve ser ela um quadrante do próprio céu – um templo hipertro consagrado à adoração dos deuses? Já me é tão difícil lidar adequadamente com aqueles poucos fatos que para mim são importantes, que vacilo em me sobrecarregar com os que nada me dizem. (...) Não teremos alguma cultura, uma fineza ainda que mínima, ou apenas a capacidade de viver grosseiramente, de conseguir um pouco de riqueza, fama ou liberdade mundanas e exibi-las com falsidade, como se fôssemos apenas casca e concha, vazios de tudo o que seja tenro e vivo? No que diz respeito a uma cultura e uma humanidade verdadeiras, somos provincianos porque não reverenciamos a verdade, porque estamos distorcidos e limitados por nossa dedicação exclusiva ao comércio e aos negócios e à indústria e à agricultura e a essas coisas que são apenas meios, e não fins. (...) Quando estamos mais interessados na cultura do que nas batalhas, e quando desejamos a clareza de espírito mais do que as guloseimas, aí então os grandes recursos do mundo são solicitados e usados; o resultado, a produção rentável, não são escravos ou operários fabris, e sim homens – aquelas peças raras tais como heróis, santos, poetas, filósofos e redentores.”***

***Henry Thoreau – A vida sem princípio, em Desobedecendo***

**ECOLOGIA POPULACIONAL DO BOTO-CINZA, *SOTALIA*  
*GUIANENSIS* (VAN BENEDEEN, 1864): PARÂMETROS POPULACIONAIS,  
COMPORTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO NA COSTA DE ILHÉUS, NORDESTE  
DO BRASIL**

**RESUMO**

O objetivo deste estudo foi investigar a ecologia populacional do boto-cinza em uma região de mar aberto na costa de Ilhéus (Brasil) através da estimativa de parâmetros populacionais como abundância, densidade, tamanho médio de grupo, fidelidade e residência da espécie à área e parâmetros comportamentais como atividade e distribuição da espécie na área de estudo. No primeiro capítulo, foi aplicado o método de transecto linear e amostragem de distâncias a dados coletados por 12 meses entre outubro de 2014 e setembro de 2015. No segundo capítulo, foi aplicado o método de marcação e recaptura através da fotoidentificação a dados coletados por 27 meses entre 2012 e 2015. A população possui uma distribuição espacial heterogênea ao longo da costa, com significativa diferença quanto a maior abundância e densidade populacional no habitat abrigado comparado ao habitat desabrigado. Apesar disso, os tamanhos de grupo não se diferenciaram entre os tipos de habitat (Teste  $X^2$ ,  $p=0,322$ ;  $gl=1$ ), sugerindo uma possível estrutura social, com associações de 3 indivíduos por grupo para o boto-cinza em toda a região. A abundância estimada através do transecto linear ao longo de um ano mostra a população composta por 214 indivíduos na região ( $CV=34,9\%$ ), com uma densidade de 7,22 indivíduos por  $km^2$  ( $CV=34,9\%$ ). Os botos-cinza frequentam a costa de Ilhéus apenas para as atividades de alimentação ( $N=19$ ; 50%) e deslocamento ( $N=18$ ; 47,4%) no presente estudo. Não foi registrada a atividade de socialização e houve apenas um registro de descanso no habitat abrigado (2,6%) Além da variação espacial, a espécie apresenta uma variação sazonal nas atividades desenvolvidas na região ( $X^2=0$ ;  $gl=1$ ), havendo no verão uma redução da ocorrência da espécie e de suas atividades na área de estudo, com provável relação com a disponibilidade e abundância de presas. Através da estimativa do tamanho populacional por meio da marcação e recaptura, observou-se que a espécie apresenta abrupto declínio em alguns dos anos amostrados: 36 indivíduos em 2012 e 21 indivíduos em 2014 ( $CV=45$  e 3, respectivamente),

enquanto 75 indivíduos em 2013 e 43 indivíduos em 2015(CV= 20 e 12, respectivamente), o que, dado o curto período de amostragem, pode ser uma resposta à ciclos inerentes da população de acordo com fatores reguladores dependentes da densidade. No entanto, com atividades antropogênicas na região, como poluição e tráfego de embarcações, é necessário verificar se há a interferência destas no tamanho populacional da espécie na região. Neste estudo foi possível observar que os indivíduos apresentam variadas taxas de fidelidade à área, com taxa de encontro mensal média de 0,86 (DP=0,0009) e taxa de encontro anual média de 0,41 (DP=0,03). Além disso, foram observados tanto indivíduos transientes (N=24; 38%) quanto residentes (N=39;62%). Estes variaram em diferentes graus, sendo encontrados principalmente indivíduos com baixo e médio grau de residência (respectivamente, N=19; 49%; N=18; 46%). Apenas dois indivíduos apresentaram alto grau de residência, ocorrendo por mais de 3 anos na região. Os resultados sugerem que a área de vida de indivíduos engloba áreas adjacentes à amostrada. Faz-se necessário estudos quanto a influência de impactos antropogênicos da região sob a população local de *Sotalia guianensis*, além da criação de um plano de manejo para a espécie na região.

Palavras-chave: ecologia populacional, área costeira abrigada, distribuição.

**POPULATIONAL ECOLOGY OF GUIANA DOLPHIN SOTALIA  
GUIANENSIS (VAN BENEDEN, 1864): POPULATION PARAMETERS,  
BEHAVIOR AND DISTRIBUTION IN ILHÉUS COAST, NORTHEAST BRAZIL**

**ABSTRACT**

This study aim to understand the population ecology of Guiana dolphins in open waters of Ilhéus coast, Brazil. To get that we accessed demographic parameters by different methods. The first chapter presents results of line transect and sampling distance method applied to data between 2014 and 2015. Although the second chapter presents results of population size estimative accessed by mark-recapture method to data collected between 2012 till 2015. The Guiana dolphin's population shows a heterogeneity distribution among the coast, with greater abundance and density on protected open sea in comparison to the unprotected. Besides that, the average cluster size has no difference between habitat types (Chi-square Test,  $p=0,322$ ;  $gl=1$ ), which suggests a social structure for clusters of 3 individuals at the study area. The abundance estimative, accessed by linear transect during a year, is 214 individuals for the region ( $VC= 34,9\%$ ) and density of 7,22 individuals per  $Km^2$  ( $VC=34,9\%$ ). The Guiana dolphins use the Ilhéus coast only for feeding ( $N=19$ ; 50%) and travelling ( $N=18$ ; 47,4%) . There is no socializing records and only one resting behavior recorded to the protected open sea (2,6%). Besides the spatial variation, the Guiana dolphin shows a seasonal variation on activities ( $X^2=0$ ,  $DF=1$ ), with low occurrence and activities during the summer. This is probably related to availability of preys. Besides that, we applied mark-recapture method to photo-identification data collected between 2012 and 2015. The results shows a progressive decrease of population size among the years, with 36 individuals in 2012 and 20 in 2014 ( $VC= 44,6$  and 3, respectively) and 75 individuals in 2013 and 43 in 2014 ( $VC= 20,3$  and 12,2, respectively). Taking into consideration the roll period of life from the specie, the population size variation may be a natural response of inherent population cycles of specie, guided by density dependent factors. Although, anthropogenic activities such as water pollution and boat traffic occurs at the area and may be affecting population size of Guiana dolphins. Their interferences on Guiana's dolphin population must be researched. We also observed a different rates of site fidelity for individuals, with mean month sighting rate of 0,86 ( $DP=0,0009$ ) and

mean annual sighting rate of 0,41 (DP=0,03) per individual. The specie showed transient individuals (N=24; 38%) and resident ones (N=39; 62%). These presenting different degrees of residence, with mainly low and medium degree of residence observed (respective N=19; 49% and N=18; 46%). Only two individuals were present for more than 3 years and classified as individuals with high degree of residence. These characteristics mean the specie's home range include adjacent areas over the sampling area. It is necessary local studies about anthropogenic impacts in *Sotalia guianensis*' population and the creation of a management plan for the specie at the area.

Keywords: Populational ecology, protected open waters, distribution

## Lista de Tabelas

### Capítulo 1

Tabela 1	Área amostrada e comprimento e área dos transectos.....	37
Tabela 2	Esforço amostral nos diferentes setores amostrados.....	41
Tabela 3	Lista de modelos testados, com seus ajustes e valores de Critério de Informação Akaike.....	42
Tabela 4	Parâmetros demográficos estimados através do modelo com função-chave Exponential Negative .....	43

### Capítulo 2

Tabela 1	Classificação do grau de residência do boto cinza em função do número de capturas, do período de residência máxima e do intervalo entre meses de captura.....	67
Tabela 2.	Modelos testados para migração através do programa MARK; s: taxa de sobrevivência; t: tempo; (.): constante; y: probabilidade de emigração temporária; y': indivíduos fora da amostragem, que permanecem fora na amostragem seguinte; y'': indivíduos dentro da amostragem que ficam fora na amostragem seguinte.....	69
Tabela 3.	Estimativa dos parâmetros derivados através do modelo de estimativa populacional dos indivíduos distintivamente marcados com taxa de sobrevivência variando no tempo, probabilidade de detecção igual a probabilidade de recaptura, variando no tempo e dividida em dois períodos e sem ocorrência de emigração temporária {s (t), p = c (t) y'=y'', sem emigração}, com intervalo de confiança de 95%;.....	70
Tabela 4	Estimativa do tamanho populacional total através da incorporação da proporção de indivíduos não marcados contados na população.....	70
Tabela 5	Frequência dos botos-cinza não-residentes e residentes.....	72

## Lista de Figuras

### Capítulo 1

Figura 1. Mapa do Brasil, com o estado da Bahia e o município de Ilhéus; mapa da área de estudo ao longo da costa, com os transectos de amostragem em setores abrigado e desabrigado.....	35
Figura 2. Curva de probabilidade de detecção da espécie na costa de Ilhéus.....	43
Figura 3. Gráfico de boxplot para tamanho populacional do boto cinza nos setores POS- Protected Open Sea e UOS - Unprotected Open Sea.....	44
Figura 4. Nº de atividades por encontros com grupo em cada setor ao longo das estações do ano; POS- área abrigada, UOS- área desabrigada, AL- alimentação, DL- deslocamento.....	21

## Capítulo 2

Figura 1 Curva cumulativa do número de novos indivíduos identificados; X: Número de amostras; Y: número de indivíduos identificados.....	68
Figura 2. Encontros de 63 botos-cinza identificados em Ilhéus entre 2012 e 2015: (a) número de meses e anos em que cada indivíduo foi encontrado (b) número de meses e anos que um indivíduo foi identificado em proporção ao número total de meses e anos amostrados.....	71

## ÍNDICE

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Figuras.....	xi
ÍNDICE.....	xii
INTRODUÇÃO.....	14
OBJETIVOS.....	17
REVISÃO DA LITERATURA .....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

Capitulo1 .....	31
O habitat estratificado e distribuição da espécie: testando densidade, abundância e comportamento de <i>Sotalia guianensis</i> (Cetacea: Delphinidae) em diferentes habitats na costa de Ilhéus, Nordeste do Brasil* .....	31
RESUMO .....	31
INTRODUÇÃO .....	33
MÉTODOS .....	35
RESULTADOS .....	42
DISCUSSÃO .....	46
CONCLUSÕES .....	50
REFERÊNCIAS .....	51
Capitulo 2 .....	60
Tamanho populacional, fidelidade à area e grau de residência de <i>Sotalia guianensis</i> (Van Beneden, 1864) em Ilhéus, Nordeste do Brasil* .....	60
RESUMO .....	60
INTRODUÇÃO .....	61
MÉTODOS .....	63
RESULTADOS .....	69
DISCUSSÃO .....	73
REFERÊNCIAS .....	76
CONCLUSÃO GERAL .....	85
ANEXO .....	87

## INTRODUÇÃO

O gênero *Sotalia* da família Delphinidae compreende duas espécies (MONTEIRO-FILHO et al., 2002; CUNHA et al., 2005; CABALLERO et al., 2007, 2008; ROSAS et al., 2010). A espécie *Sotalia fluviatilis* (Gervais 1853), conhecida como tucuxi, ocorre na bacia do rio Amazonas, Solimões e em seus principais afluentes (BOROBIA et al., 1991; DA SILVA e BEST, 1996). A espécie *Sotalia guianensis* (Van Beneden 1864), conhecida como 'boto-cinza' ou 'Guiana dolphin', é endêmica da costa Atlântica da América Central e do Sul, ocorrendo desde o sul do Brasil até Honduras (SIMÕES-LOPES, 1988; CARR e BONDE, 2000; FLORES e DA SILVA, 2009).

Apesar desta extensa distribuição ao longo da costa Oeste do Atlântico, o boto-cinza tem sua ocorrência descrita principalmente em estuários, baías e áreas costeiras protegidas (DAURA-JORGE et al., 2007; FLACH et al., 2008a; ROSSI-SANTOS et al., 2010; SANTOS et al., 2010b; CREMER et al., 2011). Além disso, a espécie se distribui ao longo de manguezais (MIKICH e BÉRNILS, 2004) e ocorre até 70 km da costa no Arquipélago de Abrolhos (BA), no Brasil (BOROBIA et al., 1991).

Considerada uma especialista de hábitat, a espécie apresenta preferência por habitats costeiros e/ou abrigados, como na Baía de Babitonga (SC) (CREMER et al., 2004; 2011) e na Baía Norte (SC) (WEDEKIN et al., 2010), no complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP) (DE GODOY et al., 2015), no estuário do rio Caravelas (BA) (DAURA-JORGE et al., 2011), no estuário da Baía do Pontal (BA) (SANTOS et al., 2010a) e no Banco de Abrolhos (BA) (ROSSI-SANTOS et al., 2006); e no porto de Recife (PE) (ARAÚJO et al., 2007). Além disso, populações do boto-cinza são frequentemente descritas com indivíduos residentes e com alta fidelidade à áreas abrigadas, como no estuário do rio Caravelas (BA) (ROSSI-SANTOS et al., 2007; 2010), do rio Paraguaçu (BA) (BATISTA et al., 2014), na Baía de Sepetiba (RJ) (Nery et al., 2008), no complexo estuarino de Paranaguá (PR) (SANTOS et al., 2010c) e na Baía Norte (SC) (WEDEKIN et al., 2007).

A preferência da espécie por habitats costeiros e abrigados implica em elevada vulnerabilidade para as populações próximas a centros de atividade

humana (SANTOS et al., 2010d). Os autores consideram que estimativas da densidade e abundância das populações de boto-cinza devem ser prioridade em áreas onde existe pouca ou nenhuma informação biológica sobre o gênero *Sotalia*, ou que as espécies estejam sendo afetadas por atividades humanas. Parâmetros demográficos são essenciais para a conservação de predadores, que são o topo da cadeia alimentar, principalmente em habitats impactados. Além disso, estimativas populacionais são um dos cinco critérios científicos utilizados pela IUCN para a lista de espécies em categorias de ameaça, permitindo dar atenção à espécies que podem estar em risco de extinção (IUCN, 2014).

A morfologia do boto-cinza caracteriza-se por uma coloração escura na região dorsal e uma coloração rosada ou esbranquiçada na região ventral (FLORES & DA SILVA, 2009). A espécie não apresenta dimorfismo sexual (MONTEIRO-FILHO et al., 2002), sendo o tamanho em idade adulta em torno de 200 centímetros de comprimento (DI BENEDITTO e RAMOS, 2004). Ambos os sexos copulam com mais que um indivíduo, exibindo um sistema de acasalamento promíscuo com possível competição de espermatozoides (ROSAS e MONTEIRO-FILHO, 2002).

O tamanho médio de grupo da espécie varia entre áreas estudadas, sendo a espécie caracterizada em algumas regiões por associações não estáveis (DE OLIVEIRA et al., 2008; DIAS et al., 2009), com dinâmica de fissão-fusão entre os grupos (LUNARDI e FERREIRA, 2014). Na área abrigada da Baía de Marapanim (PA) são encontrados valores médios de  $6,16 \pm 7,20$  indivíduos por grupo (EMIN-LIMA et al., 2010). No complexo estuarino de Paranaguá (PR) são encontrados tamanhos médios de grupo de  $11,5 \pm 14,4$  (SANTOS et al., 2010e) e no estuário de Cananéia (SP) valores de  $12,4 \pm 11,4$  indivíduos por grupo (SANTOS e ROSSO, 2007). Já no Rio de Janeiro, Flach et al. (2008a) observaram grupos de até 280 indivíduos na Baía de Sepetiba. Em Ilhéus (BA), foram descritos em estudos anteriores uma média de  $3,8 \pm 1,6$  indivíduos por grupo, tanto no estuário chamado Baía do Pontal (SANTOS et al., 2010a) quanto em área de mar aberto abrigada pelo porto do Malhado (SANTOS et al., 2013). O aumento da eficiência de forrageamento e proteção contra predadores são considerados as principais funções da vida em grupo dos cetáceos (ACEVEDO-GUTIERREZ, 2002). Monteiro-Filho (2000) explica que em áreas fechadas é possível uma estrutura social para o boto-cinza,

caracterizada por pequenos agrupamentos sociais, cujo tamanho variaria entre 2 e 10 indivíduos.

O boto-cinza é considerado pela maior parte dos especialistas uma espécie de hábito alimentar generalista e oportunista devido a sua alimentação de grande variedade de presas que habitam diferentes profundidades (SANTOS *et al.*, 2002; DI BENEDITTO e SICILIANO, 2007; DAURA-JORGE *et al.*, 2011; CAMPOS, 2012; LOPES *et al.*, 2013). Além disso, sua dieta varia entre os habitats e entre áreas geográficas, de acordo com a disponibilidade e acessibilidade aos recursos (DAURA-JORGE *et al.*, 2004, 2011). Este é um hábito alimentar comum em pequenos cetáceos que habitam ambientes estuarinos e de rios (SMITH e REEVES, 2012).

No entanto, a espécie apresenta maior requerimento espacial conforme haja uma menor disponibilidade de presas em seu habitat (DAURA-JORGE *et al.*, 2004). Com uma dieta generalista, é possível para a espécie permanecer residente em áreas como a Baía Norte, mesmo com variações na disponibilidade de recurso (DAURA-JORGE *et al.*, 2004). Isso porque o habitat favorável à espécie possui capacidade de suportar dada população residente. Além das variações na disponibilidade de recurso, a existência de indivíduos transientes mostra que ocorrem movimentos nas massas populacionais de uma espécie, que no entanto, estes quase sempre de regiões com baixa quantidade de recursos para áreas onde estes são mais abundantes (BEGON *et al.*, 2010). Isto é, a espécie usa preferencialmente um habitat mais favorável à ela.

O boto-cinza utiliza táticas de alimentação coordenada para evitar a fuga de presas (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Com muitos padrões executados tanto individualmente quanto em grupo, a estratégia de alimentação do boto-cinza é considerada elaborada e complexa (MONTEIRO-FILHO, 1995; ROSSI-SANTOS e FLORES, 2009).

Segundo Pansard *et al.* (2011), o boto-cinza forrageia principalmente peixes que formam cardumes, e pode utilizar uma estratégia de alimentação descrita como 'método de barreira' que aumenta sua eficiência de forrageamento (BEL'KOVICH *et al.*, 1991; MONTEIRO-FILHO, 1995; ROSSI-SANTOS e FLORES, 2009). Como descrita por estes autores, este método de captura utiliza áreas que possibilitem encurralar cardumes, para facilitar a captura de presas, estratégia coordenada tanto

em grupo quanto individualmente (MONTEIRO-FILHO, 1995). Assim, habitats abrigados, que funcionam como barreira, podem favorecer a eficiência de forrageamento da espécie, e assim, influenciar sua distribuição e movimentos em suas massas populacionais. Além deste, alguns autores sugerem que áreas abrigadas são utilizadas pelo boto-cinza para alimentação devido ao método de captura de presas por acústica passiva (PANSARD et al., 2011). Possivelmente são métodos de captura complementares da espécie, demonstrando a importância da especialização do habitat para o boto cinza, com enfoque em sua eficiência de forrageamento nas áreas protegidas.

No Brasil, a espécie foi descrita realizando forrageamento em áreas que funcionam como barreira em canais de rios (AZEVEDO et al., 2007; SANTOS et al., 2010a), portos (ARAÚJO et al., 2008; CREMER et al., 2009; IZIDORO e LE PENDU, 2012; MEIRELLES, 2013); baías (TORRES e BASLEY, 2003; ROSSI-SANTOS e FLORES, 2009; NERY et al., 2010; DAURA-JORGE et al., 2011), estuários (LOPES et al., 2012), bancos de areia, costões rochosos, recifes de coral (BOROBIA et al., 1991; ROSSI-SANTOS et al., 2006) e até cercos-fixos para pescaria (MONTEIRO-FILHO, 1995).

Para um estudo de ecologia populacional é necessário considerar parâmetros populacionais, como abundância e densidade, padrões de movimento nas massas populacionais como emigração temporária, padrão de residência e fidelidade à uma área, padrões comportamentais como uso de área através da frequência das atividades comportamentais e distribuição da espécie.

## **OBJETIVOS**

Os objetivos do presente estudo são (1) apresentar uma análise demográfica da população através da estimativa de parâmetros populacionais (abundância, taxa de sobrevivência e declive populacional, densidade, e tamanho de grupo), por diferentes métodos (marcação e recaptura e transecto linear) e (2) descrever a distribuição do boto-cinza em águas costeiras, considerando um habitat abrigado e um desabrigado, comparar sua ocorrência e suas atividades nestes diferentes tipos de habitat. Espera-se compreender como se dá a ocorrência, uso de habitat e distribuição da espécie ao longo da costa e propor como as diferenças entre habitat

influenciam na ecologia da espécie. Além disso, o estudo fornece dados demográficos que são essenciais para suportar a gestão do manejo da espécie não apenas local, e auxiliar no diagnóstico do risco de extinção da espécie e avaliação do seu estado de conservação no Brasil.

Os dados usados foram coletados de 2012 a 2015 utilizando diferentes métodos. Conseqüentemente, os parâmetros demográficos foram estimados através de diferentes análises, utilizando os programas MARK e DISTANCE. O capítulo um consiste em um estudo de densidade e abundância baseado em dados coletados durante transectos lineares realizados durante um ano (2014-2015). Os parâmetros populacionais são comparados de acordo com o tipo de habitat, considerando áreas costeiras abrigada e desabrigada. Descrevemos o uso de cada tipo de habitat através a análise do comportamento da espécie. O capítulo dois é um estudo de abundância através do método de marcação e recaptura, realizado em quatro anos de fotoidentificação (2012-2015). Neste, é possível verificar a variação e risco de declínio populacional da espécie na área de estudo, além de sua taxa de sobrevivência, residência e fidelidade à área.

## REVISÃO DA LITERATURA

A espécie *Sotalia guianensis*, o golfinho mais comum na costa do Brasil e também o mais estudado, vem sendo registrado em estuários, baías e outras áreas protegidas (FLORES & DA SILVA, 2009). A espécie, considerada uma especialista de habitat (WEDEKIN et al., 2010) é descrita ocupando áreas rasas e baías protegidas próximas a bocas de rio. O uso de áreas costeiras e protegidas por pequenos cetáceos é associado a diferentes comportamentos que requerem águas calmas e protegidas. Por exemplo, o golfinho rotador *Stenella longirostris* (Gray, 1828) utiliza a praia de Maku'a, na costa de Waianae, na ilha de O'ahu (Hawaii) como área de descanso (DANIL et al., 2005). Enquanto na costa da ilha de Kona (Hawaii) estes procuram diariamente estas águas rasas e protegidas do vento para proteção de predadores e descanso (NORRIS & DOHL, 1980). Segundo Lammers (2004) os comportamentos de descanso e socialização dessa espécie ocorrem em lugares e períodos do dia específicos na costa de Waianae. No estudo o forrageamento ocorre no final da tarde nas margens de bancos da costa de

Waianaes. Para o boto cinza, a alimentação tem sido o principal comportamento observado em habitats protegidos como baías e estuários (GURJÃO *et al.*, 2003; TORRES e BASLEY, 2003; SPINELLI *et al.*, 2008; ARAÚJO *et al.*, 2008; TOSI *et al.*, 2009; PANSARD *et al.*, 2011).

Para os cetáceos, fatores abióticos podem determinar diretamente sua distribuição, e atuar indiretamente pela influência na distribuição de presas (JAQUET & WHITEHEAD 1996; FIEDLER *et al.*, 1998; ACEVEDO-GUTIÉRREZ & PARKER 2000). Assim, a seleção de hábitat pelos delfínidos tem sido descrita utilizando mensurações do espaço como profundidade, tipo de fundo, distância da costa, profundidade da termoclina, ou de acordo com propriedades físico-químicas da água como temperatura, transparência e salinidade. No entanto, as flutuações na disponibilidade de presas e a variação no uso do hábitat por estas são o que inevitavelmente interferem na dinâmica alimentar destes predadores. Variações no uso do hábitat tem sido associadas com sazonalidade do ano (WEDEKIN *et al.*, 2007), período do dia (LAMMERS, 2004), áreas de alimentação (DOLAR *et al.*, 2003), dieta (GANNON & WAPLES, 2004) e estratégias de forrageamento adotadas (NEUMANN & ORAMS, 2003; ROSSI-SANTOS & FLORES, 2009).

Dada sua especialização por habitats costeiros, o boto cinza vem sofrendo interferência antropogênica, especialmente as populações próximas à centros de atividade humana. Inúmeros estudos demonstram o impacto da captura acidental, do tráfego de embarcação, da competição por peixes com a pesca e da poluição sobre a espécie (MONTEIRO-NETO *et al.*, 2000, 2003; GURJÃO *et al.*, 2003; ARAÚJO *et al.*, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2009; LAILSON-BRITO *et al.*, 2010; SANTOS *et al.* 2013) Apesar disso, a falta de dados sobre parâmetros populacionais da espécie ainda a classifica como dados deficientes pela IUCN.

Alguns estudos de estimativas populacionais foram realizados no Brasil através de diferentes métodos por Geise *et al.* (1999), Flach *et al.* (2008b), Cremer *et al.* (2011) e Cantor *et al.* (2012). Os métodos mais frequentemente utilizados são o de marcação e recaptura através da fotoidentificação e o de transecto linear e amostragem de distância. No entanto, não há estudos publicados sobre diferenças produzidas nas estimativas da espécie devido aos métodos aplicados. Além disso, os estudos apresentam estimativas populacionais locais, o que demonstra a atual

limitação da compreensão do status de conservação da espécie no Brasil como um todo.

No entanto, a espécie vem sendo estudada ao longo de toda a costa do Brasil quanto ao seu comportamento e ecologia. No Sul do país, Santos et al. (2010c,e), Wedekin et al. (2010) e Cremer et al. (2004) desenvolveram pesquisas no Paraná e em Santa Catarina. No Sudeste, Santos & Rosso (2007), Azevedo et al. (2007), Di Benedetto & Ramos (2004) e Carvalho et al. (2015) vem desenvolvendo estudos em São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. No Nordeste do país estudos vem sendo desenvolvidos na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará como os de Rossi-Santos et al. (2006), Izidoro & Le Pendu (2012), Araújo et al. (2008), Pansard et al. (2011) e Monteiro-Neto et al. (2003). E no Norte pesquisas como a de Torres e Basley (2003) e Emin-Lima et al. (2010) tem sido desenvolvidas com o boto cinza no Pará. Além disso, *S. guianensis* tem sido estudada na América Central, como por Acevedo-Gutiérrez et al. (2005) na Costa Rica, até seu limite de ocorrência registrado em Honduras (CARR & BONDE, 2000).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO-GUTIERREZ, A., PARKER, N. Surface behavior of bottlenose dolphins is related to spatial arrangement of prey. **Marine Mammal Science** 16, p. 287–298, 2000.
- ACEVEDO-GUTIERREZ, A., DIBERARDINIS, A., LARKIN, S., LARKIN, K., FORESTELL, P. Social interactions between tucuxis and bottlenose dolphins in Gandoca-Manzanillo, Costa Rica. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 4(1), p. 49-54, 2005.
- ACEVEDO-GUTIERREZ, A. Group Behavior. p. 537—544 in W. F. PERRIN, B. WÜRSIG AND J. G. M. THEWISSEN (eds.) **Encyclopedia of marine mammals**. Academic Press, San Diego, 2002.
- ARAUJO, J. P., ARAUJO, M. E., SOUTO, A., PARENTE C. L., GEISE, L. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia*

*guyanensis* (Van Beneden) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24(4), p. 1122-1130, 2007.

ARAÚJO, J. P., SOUTO, A., GEISE, L., ARAÚJO, M. E. The behavior of *Sotalia guyanensis* (Van Bénédén) in Pernambuco coastal waters, Brazil, and a further analysis of its reaction to boat traffic. **Revista Brasileira de Zoologia** 25 (1), p. 1–9, 2008.

AZEVEDO, A. F., OLIVEIRA, A. M., VIANA, S. C., VAN SLUYS, M. Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guyanensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association** 87(1), 201-205, 2007

AZEVEDO, A. F., BISI, T. L., SLUYS, M. V., DORNELES, P. R. Comportamento do boto-cinza (*Sotalia guyanensis*) (Cetacea: Delphinidae): amostragem, termos e definições. **Oecologia brasiliensis** 13(1),192–200, 2009.

BATISTA, R. L. G., MARTIN, R. A., REIS, M. S. S., CREMER, M. J., SCHIAVETTI, M. Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guyanensis* (Cetacea: Delphinidae), in the estuary of the Paraguacu River, northeastern Brazil. **North-Western Journal of Zoology** 10(1), p. 93-100, 2014. Article 131802.

BEGON, M., TOWNSEND, C. R., HARPER, J. L. Dispersão e migração, p. 196- 197 *In: Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4ª ed. Artmed (ed), 2010.

BEL'KOVICH, V. M., IVANOVA, E. E., YEFREMENKOVA, O. V., KOZAROVUTSKY, L. B., KHARITONOV, S. P.. Searching and hunting behavior in bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Black Sea. *In: Pryor, K., Norris, K. S., Eds. Dolphin Societies – Discoveries and Puzzles*, San Diego, University of California Press, 1991.

BOROBIA, M., SICILIANO, S., LODI, L., HOEK, W. 1991. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Canadian Journal of Zoology** 69 (4),p.1025-1039.

CABALLERO, S., TRUJILLO, F., VIANNA, J. A., BARRIOS-GARRIDO, H., MONTIEL, M. G., BELTRÁN-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” (*Sotalia guianensis*) dolphins. **Marine Mammal Science** 23(2), p. 358-386, 2007.

CABALLERO, S., JACKSON, J., GIANNONNI, A. A. M., BARRIOS-GARRIDO, H., BELTRÁN-PEDREROS, S. B., VILLALOBOS, M. G. M., ROBERTSON, K. M., BAKER, C. S.. Molecular systematics of South American dolphins *Sotalia*: sister taxa determination and phylogenetic relationships, with insights into a multi-locus phylogeny of the Delphinidae. **Molecular Phylogenetics and Evolution** 46(1), p.252–268, 2008.

CAMPOS, T. M. 2012. **Ecologia alimentar do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), no estado do Ceará, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Paraná, 84 p., 2012.

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

CARR, T., BONDE, R. K. Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) occurs in Nicaragua, 800 km North of its previously known range. **Marine Mammal Science** 16 (2), p. 447-452, 2000.

CREMER, M. J., HARDT, F. A. S., TONELLO JR, A. J., SIMÕES-LOPES, P.C. Core areas changes in *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) population in Babitonga Bay, Santa Catarina. **Revista Univille**, Joinville 9,p. 130-134, 2004.

CREMER, M. J., SIMOES-LOPES, P. C., PIRES, J. S. R. Occupation pattern of a harbor inlet by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P. J. van Beneden, 1864) (Cetacea, Delphinidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** 52(3), p. 765-774, 2009.

CREMER, M.J., HARDT, F.A.S., TONELLO JR, A. J., SIMÕES-LOPES, P.C. Distribution and Status of Guiana Dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) Population in Babitonga Bay, Southern Brazil. **Zoological Studies** 50 (3), p. 327-337, 2011.

CUNHA, H. A., DA SILVA, V. M. F., LAILSON-BRITO JR, J., SANTOS, M. C. O., FLORES, P. A., MARTIN, A. R., AZEVEDO, A. F., FRAGOSO, A. B. L.,

ZANELATTO, R. C., SOLÉ-CAVA, A. M. . Riverine and marine ecotypes of *Sotalia* dolphins are different species. **Marine Biology** 148, p. 449-457, 2005.

DANIL, K., MALDINI, D., MARTEN, K. Patterns of use of Maku'a Beach, O'ahu, Hawai'i, by spinner dolphins (*Stenella longirostris*) and potential effects of swimmers on their behavior. **Aquatic Mammals** 31(4), p.403-412, 2005, DOI 10.1578/AM.31.4.2005.403.

DAURA-JORGE, F. G., WEDEKIN, L. L., SIMÕES-LOPES, P. C. Variação sazonal na intensidade dos deslocamentos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. **Biotemas** 17 (1), p. 203 - 216, 2004.

DAURA-JORGE, F. G., ROSSI-SANTOS, M., WEDEKIN, L. L., SIMÕES-LOPES, P. C. Behavioral pattern and movement intensity of *Sotalia guianensis* (P. J. Van Beneden, 1864) (Cetacea: Delphinidae) in two different areas on Brazilian coast. **Revista Brasileira de Zoologia** 24, p. 265-270, 2007.

DAURA-JORGE, F. G., WEDEKIN, L. L., SIMÕES-LOPES, P. C. Feeding habits of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. **Scientia Marina** 5(1), p. 163-169, 2011.

DA SILVA, V. M. F., BEST, R. C. 1996. *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1866. **Mammalian Species** 527, p. 1-7, 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3504117>

DE GODOY, D. F., ANDRIOLO, A., FILLA, G. F. The influence of environmental variables on estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) spatial distribution and habitat used in the Estuarine Lagunar Complex of Cananéia, southeastern Brazil. **Ocean & Coastal Management** 106, p. 68-76, 2015.

DIAS, A. L., 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** 89(5), p. 967-973, 2009.

DI BENEDITO, A. P. M., RAMOS, R. M. A. Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in South-eastern Brazil. **Journal of Marine Biology Association of United Kingdom** 4, 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 Marine Biology Association of United Kingdom** 87, p. 253-254, 2007.

DOLAR, M. L., WALKER, W. A., KOOYMAN, G. L., PERRIN, W. F. Comparative feeding ecology of spinner dolphins (*Stenella longirostris*) and Fraser's dolphins (*Lagenodelphis hosei*) in the Sulu Sea. **Marine Mammal Science**, 19(1), p. 1-19, 2003.

EMIN-LIMA, R., MOURA, L. N., RODRIGUES, A. L. F., SILVA, M. L. Group size and behavior of guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Marapanim Bay, Pará, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 8(1-2), p. 167-170, 2010. DOI: {<http://dx.doi.org/10.5597/lajam00165>}

FIEDLER, P. C., REILLY, S. B., HEWITT, R. P., DEMER, D., PHILBRICK, V. A., SMITH, S., ARMSTRONG, W., CROLL, D. A., TERSHY, B. R., MATE, B. R. Blue whale habitat and prey in the California Channel Islands. (*Balaenoptera musculus*). **Deep Sea Research Part II: Topical Studies In Oceanography** 45(8-9), p. 1781-1801, 1998.

FLACH, L., FLACH, P. A., CHIARELLO, A. G. Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay, southeast Brazil. **Marine Mammal Science** 24, p. 503-515, 2008a.

FLACH, L., FLACH, P. A., CHIARELLO A. G. Density, abundance and distribution of the guiana dolphin, (*Sotalia guianensis* van Benéden, 1864) in Sepetiba Bay, Southeast Brazil. **Journal of Cetacean Resource Management** 10(1), p. 31–36, 2008b.

FLORES, P. A. C., DA SILVA, V. M. F. Tucuxi and Guiana Dolphin – *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. PERRIN WF, WÜRSIG B, THEWISSEN JGM (eds.) *In: Encyclopedia of marine mammals*, 2<sup>nd</sup> Ed. Academic Press, Amsterdam, p. 1188-1192, 2009

GANNON, D. P., WAPLES, D. M. Diets of coast bottlenose dolphins from the U.S. mid-Atlantic coast differ by habitat. **Marine Mammal Science** 20, p. 527–545, 2004.

GEISE, L., GOMES, N., CERQUEIRA, R. Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 59, 183–194, 1999.

GURJÃO, L. M., FURTADO-NETO, M. A. A., SANTOS, R. A., CASCON, P. Feeding habits of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, at Ceará State, northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 2(2), p.117-122, 2003.

ICMBio, 2014. **LISTA DE ESPÉCIES AMEAÇADAS**. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014 (espécies terrestres e mamíferos aquáticos). Acessado em 02 de maio de 2015 às 14:16.

IUCN, 2014. **Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria**. Version 2014.3. Available at <http://intranetiucn.org/webfiles/doc/SSC/RedListGuidelines.pdf>. Downloaded on 05 January 2016.

IZIDORO, F. B., LE PENDU, Y. Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*, Cetacea, Delphinidae) play at Porto de Ilhéus harbor, Bahia, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 7(1), p. 27–36, 2012.

JAQUET, N., WHITEHEAD, H. Scale-dependent correlation of sperm whales distribution with environmental features and productivity in the South Pacific. **Marine Ecology Progress Series** 135, p.1-9, 1996.

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** 158(5), p. 1800-1808, 2010.

LAMMERS, M. O. Occurrence and behavior of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) along Oahu's leeward and south shores. **Aquatic Mammals** 30(2), p. 237-250, 2004.

LE PENDU, Y., DANIELO, M., AMORIM, G. R., SANTOS, W. 2015. Population parameters of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, Bahia, Brazil. **Abstract in 21nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals**.

- LOPES, X. M., SILVA, E., BASSOI, M., SANTOS, R. A., SANTOS, M. C. O.. Feeding habits of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, from South-eastern Brazil: new items and a knowledge review. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom** 92 (8), p. 1723-1733, 2012.
- LUNARDI, D. G., FERREIRA, R. G. Fission-fusion dynamics of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) groups at Pipa Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. **Marine Mammal Science** 30(4), p. 1401–1416, 2014. DOI: 10.1111/mms.12121.
- MARTINS, C. A. P., LIMA, J. Y., AZEVEDO, C. T., BOTTA, C., QUEIROZ, F. F., CAMPOS, A. S., BARBOSA, L. A., SILVEIRA, L. S. Ossification pattern of estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) forelimbs, from the coast of the State of Espírito Santo, Brazil. **PLOS ONE** 10(5), p. 1-10, 2015. DOI:10.1371/journal.pone.0127435
- MEIRELLES, A. C. O. 2013. **Ecologia populacional e comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864), na enseada do Mucuripe, Fortaleza, estado do Ceará.** Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, CE, 132 p., 2013
- MIKICH, S. B., BÉRNILS, R. S. 2004. **Livro Vermelho da Fauna ameaçada no Estado do Paraná.** <http://www.pr.gov.br/iap>. Acessado em 01 de outubro de 2014 às 15:47.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A. 1995. Pesca interativa entre o golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* e a comunidade pesqueira da região de Cananéia. **Boletim do Instituto de Pesca** 22(2), p. 15-23, 1995.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Group organization of the dolphin *Sotalia fluviatilis guianensis* in an estuary of southeastern Brazil. *Ciência e Cultura*, **Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science** 52(2), p. 97-101, 2000.
- 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** 83(1), p. 125-134, 2002.
- MONTEIRO-NETO, C., ALVES-JUNIOR, T. T., AVILA, F. J. C., CAMPOS, A. A., COSTA, A. F., SILVA, C. P. N., FURTADO-NETO, M. A. A.. Impact of fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*)

- populations off Ceará state, northeastern Brazil. **Aquatic Mammals** 26(1), p. 49-56, 2000.
- MONTEIRO-NETO, C., ITAVO, R. V., MORAES, L. E. D. Concentrations of heavy metals in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea : Delphinidae) off the coast of Ceará, northeast Brazil. **Environmental Pollution** 123(2), p. 319-324, 2003.
- NERY, M. F., ESPECIE, M. A., SIMÃO, S. M. Site fidelity of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 25(2), p.182-187, 2008.
- NERY, M. F., SIMÃO, S. M., PEREIRA, T. Ecology and behavior of estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, South-eastern Brazil. **Journal of Ecology and Natural Environment** 2 (9), p.194-200, 2010.
- NEUMANN, D. R., ORAMS, M. B. Feeding behaviours of short-beaked common dolphins, *Delphinus delphis*, in New Zealand. **Aquatic Mammals** 29, p. 137–149, 2003.
- NORRIS, K.S., DOHL, T. P. The behavior of the hawaiian spinner porpoise, *Stenella longirostris*. **Fishery Bulletin** 77, p. 821-849, 1980.
- OLIVEIRA, E. C. S, TARDIN, R. H., POLETTTO, F. R., SIMÃO, S. M. Coordinated feeding behavior of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Southeastern Brazil: a comparison between populations. **Zoologia** 30 (6), p. 585–591, 2013.
- PANSARD, K. C. A., GURGEL, H. C. B., ANDRADE, L. C. J., YAMAMOTO, M. E. Feeding ecology of estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Rio Grande do Norte, Brazil. **Marine Mammals Science** 27(4), p. 673-687, 2011. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2010.00436.x.
- ROSAS, F. C. W., MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Reproductive parameters of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná State, Southern Brazil. **Journal of Mammalogy** 83(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** 8(1-2), p. 57-68, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00154>.

ROSSI-SANTOS, M., WEDEKIN, L., SOUSA-LIMA, R.. Distribution and habitat use of small cetaceans off Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 5(1), p. 23-28, 2006. ISSN 1676-7497, e-ISSN 2236-1057 – DOI: 10.5597/lajam00088.

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

ROSSI-SANTOS, M. R., FLORES, P. A. C.. Feeding strategies of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis*. **The Open Marine Biology Journal** 3, p. 70-76, 2009.

ROSSI-SANTOS, M. R., WEDEKIN, L. L., MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Habitat use of the guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in the Caravelas river estuary, Eastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 8 (1-2), p. 111-116, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00159>.

SANTOS, M. C. O., ROSSO, S. A., SANTOS, S. H. B., BASSOI, M., BASSOI, L. Insights on small cetacean feeding habits in Southeastern of Brazil. **Aquatic Mammals** 28, p. 38-45, 2002.

SANTOS, M. C. O., ROSSO, S. Ecological aspects of marine tucuxi dolphins (*Sotalia guianensis*) based on group size and composition in the Cananéia estuary, southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 6(1), p. 71-82, 2007.

SANTOS, U. A., ALVAREZ, M. R., SCHILLING, A. C., STRENZEL, G. M. R., LE PENDU, Y. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. **Biota Neotropica** 10(2), p. 67-73, 2010a.

SANTOS, M. C. O., OLAVARRIA, 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** 8(1-2), p.9-23, 2010b.

SANTOS, M. C. O., OSHIMA, J. E. F., EDUARDO DOS S. PACÍFICO, E. S., SILVA, E. Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the Paranaguá Estuarine Complex: insights on the use of area based on the photo-identification

technique. **Zoologia** 27 (3), p. 324–330, 2010c. June. DOI: 10.1590/S1984-46702010000300002

SANTOS, M. C. O., CREMER, M. J., SECCHI, E. R., FLACH, L., FILLA, G., HUBNER, A., DUSSÁN-DUQUE, S. Report of the Working Group on population abundance and density estimation. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 8(1-2), p. 39-45, 2010d. DOI: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00152>.

SANTOS, M. C. O., OSHIMA, J. E. F. , PACÍFICO, E. S., SILVA, E. Group size and composition of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Van Bénèden, 1864) in the Paranaguá Estuarine Complex, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 70 (1), p. 111-120, 2010e.

SANTOS, M. S., SCHIAVETTI, A., ALVAREZ, M. R. Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research** 41(1), p.80-88, 2013. DOI: 103856/vol41-issue1-fulltext-6.

SECCHI, P. 2014. **The IUCN Red List of Threatened Species. *Sotalia guianensis***. Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 02 May 2015.

SIMÕES-LOPES, P. C. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas** 1 (1), p. 57-62, 1988.

SMITH, B. D., REEVES, R. R. River cetaceans and habitat change: generalist resilience or specialist vulnerability? **Journal of Marine Biology** p. 1-11, 2012. DOI: 10.1155/2012/718935

SPINELLI, P., HELENA, L. DE JESUS, A. H., NASCIMENTO, L. F., YAMAMOTO, A. M.. Prey-transfer in the marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, on the Brazilian coast. **Marine Biodiversity Records** 1 (25), p. 1-3, 2008.

SUTHERLAND, W. J. **The Conservation Handbook**. 2<sup>nd</sup> Edition, Blackwell Science. 2006.

TOSI, C. H., FERREIRA, R. G. Behavior of estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in controlled boat traffic situation at southern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. **Biodiversity and Conservation** 18(1), p.67-78, 2009.

WEDEKIN, L. L., DAURA-JORGE, F. G., 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* 67, p. 1–8, 2007.

WEDEKIN, L. L., DAURA-JORGE, F. G., SIMÕES-LOPES, P. C. Habitat preferences of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 90, p.1561-1570, 2010.

## Capítulo 1

### **O habitat estratificado e distribuição da espécie: testando densidade, abundância e comportamento de *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) em diferentes habitats na costa de Ilhéus, Nordeste do Brasil\***

**Autor: Amorim, G. R.**

#### **RESUMO**

Parâmetros populacionais, como densidade e abundância de cetáceos, podem ser estimados através de diferentes métodos, tais como marcação e recaptura, transecto linear e estimativa visual. No entanto, os estudos sobre a abundância ou densidade populacional de *S. guianensis* no Brasil provêm de poucas regiões e abrangem apenas áreas protegidas. O objetivo deste estudo foi compreender o uso de área e distribuição da espécie na costa de Ilhéus. Foram estimadas e comparadas em dois tipos de hábitat a abundância, densidade e o tamanho médio dos grupos do boto-cinza observado e estimado, além das atividades realizadas pelos grupos no momento inicial dos encontros. Para realizar as estimativas foi aplicado o método de transecto linear e amostragem de distâncias. Foram realizadas duas amostragens mensais de cada hábitat através de sete transectos lineares percorridos por embarcação motorizada de outubro de 2014 a setembro de 2015, dividindo a área de estudo nos setores: mar abrigado e desabrigado. O tamanho médio dos grupos observado foi de 2,79 ind/grupo (coeficiente de variação, CV=8,34%, Desvio Padrão, DP=1,4) para a área abrigada e de 2,71 ind/grupo (CV=14,15%, DP=1,43) para área desabrigada. O tamanho de grupo observado foi semelhante entre as áreas (teste T= 0,18, p=0,85, nível de significância de 5%). O tamanho de grupo esperado pela estimativa foi de 2,22 ind/grupo na POS (CV=3,63) e 2,93 na UOS (CV=2,18) e o tamanho de grupo estimado foi de 3,66 ind/grupo (CV=9,59) na POS e 2,18 (CV=2,93) na UOS. A abundância ao longo da costa foi estimada em 214 indivíduos (CV= 34,88%), sendo 117 indivíduos na área abrigada (CV= 32,55%) e 97 indivíduos na área desabrigada (CV= 25,33). A densidade estimada de botos-cinza na área total amostrada foi de 7,22 ind/km<sup>2</sup> (CV= 34,88%),

sendo superior na área abrigada (8,06 ind/km<sup>2</sup>; CV= 32,55%) que na área desabrigada (6,42 ind/km<sup>2</sup>; CV= 25,33). Nos 38 encontros com grupos ao longo da costa foram realizadas pela espécie principalmente as atividades de alimentação (POS, N=13, 34,2%; UOS, N=6, 15,8%) e deslocamento (POS, N=10, 26,3%; UOS, N=8, 21%), independente da área amostrada, com  $X^2=0,65$  (gl=1, p=0,64), no entanto, variando a atividade e a área de acordo com a sazonalidade  $X^2=0$  (gl=1). A espécie apresenta uma distribuição heterogênea ao longo da costa, observado através do gráfico de boxplot com maior densidade e abundância na área abrigada. Esse resultado é devido a diferentes condições locais de cada hábitat, além da possível maior disponibilidade do recurso no hábitat, a maior eficiência de forrageamento que hábitats abrigados proporcionam por funcionar como barreira, onde a espécie é capaz de utilizar um método de captura de presas através do encurralando cardumes (método de barreira). As diferenças de cada ambiente que favorece a ocorrência da espécie influenciam a densidade da espécie apta à certo tipo de hábitat, possivelmente dada a alimentação. Apesar disso, o tamanho médio de grupo foi semelhante entre as áreas. Provavelmente o boto-cinza possui uma estrutura social formada por pequenos agrupamentos sociais por toda a costa observada: o tamanho de grupo se mantém mesmo com a variação espacial e sazonal da espécie.

Palavras-chave: open sea, protected, unprotected, habitat

\*Capítulo formatado segundo as normas para manuscrito da Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (documento anexado).

## INTRODUÇÃO

Podemos aprender sobre migração, uso de hábitat, padrões de forrageamento, comportamento, estrutura social e história de vida através da observação de populações de cetáceos em vida livre (Whitehead & Jonse, 2013). Além disso, é possível detectar como eles respondem às mudanças do ambiente, seja para avaliar potenciais efeitos da atividade antropogênica ou das variações do ecossistema nas populações de cetáceos (Krebs, 2001; Rodrigues *et al.*, 2006). A recente “extinção funcional” do Yangtze River dolphin (*Lipotes vexillifer*) demonstra a urgência no conhecimento da vulnerabilidade e resiliência de cetáceos em ambientes estuarinos e de rios (Turvey *et al.*, 2007).

Nestas áreas mais próximas do hábitat terrestre, há maior impacto antropogênico, como depleção de recurso pesqueiro, poluição química e acústica e captura acidental (Vidal, 1993). Para a gestão e manejo efetivo de populações e conservação de suas espécies no ecossistema, a densidade populacional e o uso do hábitat são compreensões críticas. As representações de uso do espaço variam em conteúdo de informação: a posição de um indivíduo, em qualquer momento, é descrita como um conjunto de coordenadas como latitude, longitude e profundidade; o uso através da observação da atividade comportamental; múltiplas observações de um animal produzem sua trajetória temporária e variedade espacial (Hammond, 2010).

Os odontocetos demandam pela busca constante de alimento e geralmente se distribuem e deslocam conforme a disponibilidade de presas preferenciais, variando de modo interespecífico a amplitude dos padrões de ocorrência e deslocamento (Di Benedetto *et al.* 2010). Assim, a disponibilidade de recursos é considerada um dos fatores mais importantes para determinar padrões espaciais e estratégias e comportamentos de forrageamento dos Delphinidae (Wells *et al.*, 1980). Abundância, distribuição e disponibilidade de recursos em um certo hábitat determinam o tamanho da área de vida requerida por uma espécie (Ballance, 1992).

Ambientes marinhos podem ser compostos de uma variedade de microhabitats, provendo cada um deles diferentes recursos para indivíduos na população. Para o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), sua distribuição local tem sido

relacionada principalmente com a abundância e distribuição de presas (Wedekin *et al.*, 2007; Daura-Jorge *et al.*, 2007; Espécie *et al.*, 2010) e sua ocorrência espacialmente associada à ecossistemas costeiros e abrigados (Wedekin *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2010a).

O boto-cinza é considerado uma espécie de hábito alimentar oportunista, com consumo de grande variedade de presas em diferentes profundidades (Santos *et al.*, 2002; Di Benedetto & Siciliano, 2007; Daura-Jorge *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2012). *S. guianensis* frequenta para forrageamento áreas estuarinas protegidas e mais rasas (Flores & Bazzalo 2004), possuindo preferência de hábitat por áreas abrigadas em regiões como as Baías de Cananéia (Geise *et al.*, 1999); Sepetiba (Flach *et al.*, 2008a), Norte (Wedekin *et al.*, 2007; 2010) e Babitonga (Cremer *et al.*, 2011). Além destes, a espécie foi descrita em mares costeiros abertos e fechados no litoral de Pernambuco por Araújo *et al.* (2008), do Rio Grande do Norte por Spinelli *et al.* (2008) e Tosi *et al.* (2009), e no Ceará por Monteiro-Neto *et al.* (2000) e Gurjão *et al.* (2003).

A espécie, que apresenta fidelidade à área em vários estudos (Santos *et al.*, 2001; Rossi-Santos *et al.*, 2007; Wedekin *et al.*, 2010), tem ainda sua distribuição sobreposta à áreas de intensas atividades antropogênicas (Geise *et al.*, 1999; Espécie *et al.*, 2010; Nery *et al.*, 2010). Considerada por isso uma espécie vulnerável no status de conservação do Brasil (ICMBio, 2014), é ainda classificada como dados deficientes devido à falta de informação sobre parâmetros populacionais pela União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN (Secchi, 2014).

No Brasil, estudos sobre parâmetros populacionais como abundância, densidade e distribuição espacial são desenvolvidos através de diferentes métodos tais como marcação e recaptura, transecto linear e estimativa visual (Geise *et al.*, 1999; Rossi-Santos *et al.*, 2006; Flach *et al.*, 2008b; Cremer *et al.*, 2011; Cantor *et al.*, 2012). No entanto, os estudos sobre a abundância e densidade populacional de *S. guianensis* provém de poucas regiões e abrangem em geral áreas estuarinas abrigadas (Silva *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2010b). Estes parâmetros demográficos são essenciais para definir estratégias para conservação de predadores do topo de cadeias alimentares, principalmente em habitats degradados (Sutherland, 2006).

Habitats abrigados possuem áreas que funcionam como uma barreira, seja por declive ou profundidade. Diferente de muitos estudos anteriores, o presente estudo foi realizado em águas costeiras abertas, na cidade de Ilhéus. O objetivo do estudo foi descrever a influência do hábitat e seu grau de abrigo sobre a ecologia do boto-cinza. Para esse fim, comparamos a atividade, a distribuição espacial e parâmetros demográficos (estimativas de abundância, densidade e tamanho de grupo) em hábitat abrigado e desabrigado.

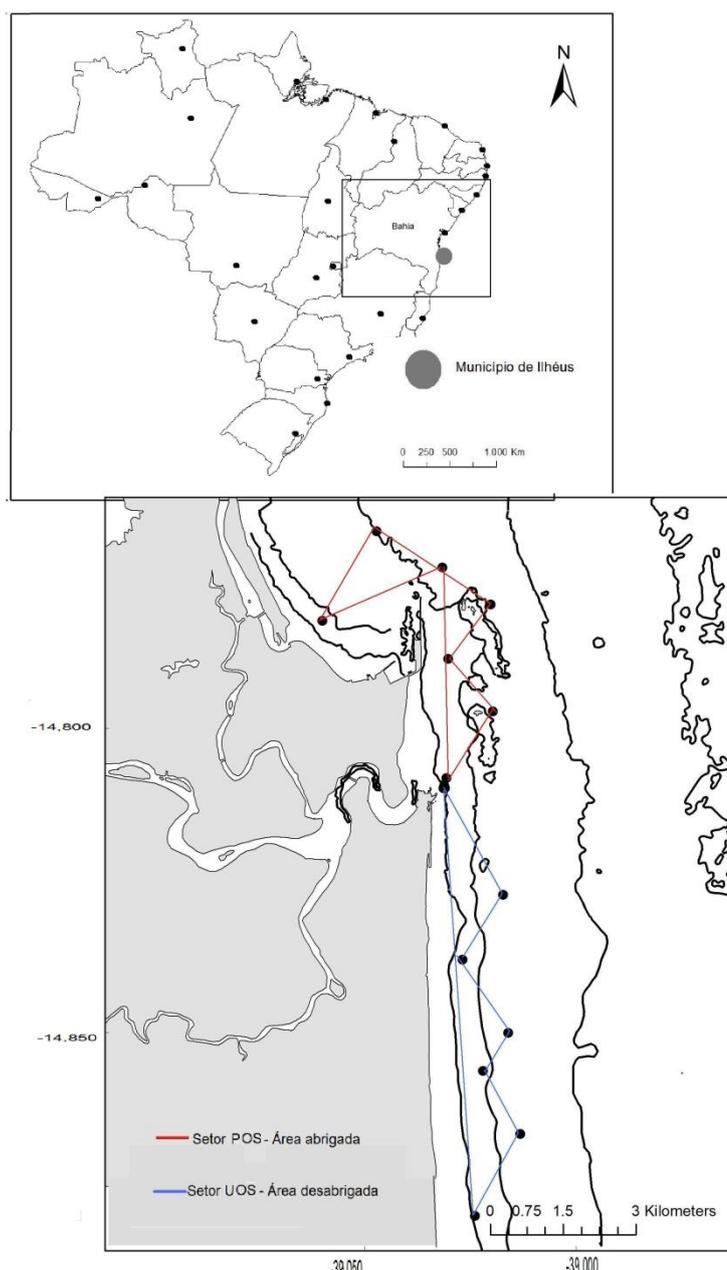
## MÉTODOS

### *Área de estudo*

Os dados foram coletados no litoral de Ilhéus (14° 47'55"S; 39° 02'01"W), Bahia, Brasil (Figura 1). A plataforma continental (< 35 m de profundidade) é influenciada pela massa de água tropical oligotrófica da Corrente do Brasil, com temperatura média de 20°C e pela massa de água costeira quente superior a 22°C e de baixa salinidade (S <36) (Knoppers *et al.*, 1999). A área de estudo é dominada por águas tropicais pobres em nutrientes durante os períodos de baixa drenagem continental e com alta concentração de nutrientes quando aumenta a entrada de água continental. Sendo uma região quente e permanentemente úmida, sem período de estiagem (Romero *et al.*, 2008). Geralmente o período chuvoso ocorre de junho a agosto, e de novembro a abril ocorre a precipitação mínima. Uma estratificação vertical e uma mistura horizontal ocorrem ao longo da costa, impulsionadas pela corrente do Brasil, bem como um desvio em direção ao norte impulsionado por ventos e marés (Eça *et al.*, 2014). O litoral de Ilhéus apresenta intensa pressão antropogênica, com poluição hídrica causada por despejos de efluentes tóxicos por agroindústrias e domésticos pela população urbana (Klumpp *et al.*, 2002; Fidelman, 2005). Além disso, há um alto tráfego de embarcações de turismo e pesca, provocando alterações de curto prazo no comportamento de superfície dos botos-cinza na região (Santos *et al.*, 2013).

Um desenho amostral estratificado foi utilizado na área de estudo, que foi dividida em dois setores. A área de estudo foi limitada pela latitude setentrional S14° 44'.698" W39° 00'.714" e meridional S14° 52'.669" W39° 00'.536". Assim, a área de mar aberto total amostrada, como mostra a figura 1, foi dividida nos setores nomeados:

(1) setor abrigado (POS – Protected Open Sea), formado por um porto e um conjunto de ilhas e recifes de corais que compõem o Parque Municipal Marinho de Ilhéus. Esse setor é composto por muitas áreas de declive acentuado, que funcionam como barreira, e por isso denominado abrigado; (2) setor desabrigado (UOS – Unprotected Open Sea), formado por uma área costeira com praias arenosas e apenas escassos substratos rochosos na região intermareal (Nunes et al., 1999), com raras áreas de declive acentuado que funcionassem como barreira, e por isso considerada uma área sem abrigo.



**Figura 1. Mapa do Brasil, com o estado da Bahia e o município de Ilhéus; mapa da área de estudo ao longo da costa, com os transectos de amostragem em setores abrigado e desabrigado.**

### *Coleta de dados*

Previamente foi realizado um projeto piloto por nove meses (janeiro-setembro de 2014) com intuito de treinamento e adequação do delineamento amostral. Assim, as linhas dos transectos foram aleatoriamente localizadas previamente, durante o delineamento amostral, não necessariamente assumindo que os objetos se distribuem aleatoriamente ou mesmo independentemente. No entanto, os transectos foram pré-estabelecidos entre as linhas batimétricas dos 5 e 15 metros, faixa de maior presença da espécie (Azevedo *et al.*, 2007; Santos & Rosso, 2007). O desenho amostral foi produzido no programa Basecamp 6.2 e foi estipulado o comprimento em km de cada linha do transecto e seu ângulo em relação à próxima linha do transecto nas formações em zig-zag. Com o intuito de amostrar mais de uma área de concentração da espécie, foram observadas duas outras áreas além das apresentadas neste trabalho: o estuário Baía do Pontal e o Rio Santana. No entanto, sendo estas áreas faixas de transecto e não linhas de transecto, os resultados não são aqui apresentados. Dentro de cada amostragem realizada na costa, as linhas de transecto foram distribuídas igualmente, levando em consideração as linhas batimétricas para assegurar igual probabilidade de cobertura dos setores. O desenho amostral dos transectos lineares foi distribuído para representar os dois tipos de habitats presentes na área de estudo. Em cada setor, a amostragem era composta de um transecto paralelo à costa, na linha batimétrica dos cinco metros, e de seis transectos em zig-zag em relação à costa, amostrando diferentes gradientes de profundidade, até os 15 m. O tamanho da área amostrada total de cada setor foi mensurado através da análise do mapa cartográfico da região das proximidades do porto do Malhado, através do programa ArcGis 10.1. Está é considerada a área de vida da espécie observada no presente estudo. Os transectos lineares e amostragem de distâncias foram realizados para calcular a densidade populacional, segundo as premissas de Buckland *et al.* (1993; 2001) e Thomas *et al.* (2002; 2010). Através destas premissas, assumiu-se que: pontos de encontro diretamente na linha do transecto nunca são perdidos; os pontos são fixados na posição inicial do encontro – indivíduos não se movem antes da detecção e não são contados duas vezes; distância e ângulo são precisamente mensurados; os encontros são eventos independentes.

Os dados foram coletados mensalmente em barco motorizado, em velocidade constantemente lenta, entre outubro de 2014 e setembro de 2015. Foram realizadas duas amostragens em cada setor por mês, totalizando 48 amostragens (Tabela 1). Cada amostragem durava em torno de três horas e sete transectos eram percorridos em cada setor.

**Tabela 1 Área amostrada e comprimento e área dos transectos**

Setor	Área amostrada total (km <sup>2</sup> )	Área total das linhas dos transectos (km <sup>2</sup> )	Comprimento total das linhas dos transectos (km)
POS	14,5	3,9	16,9
USO	15,1	5,3	19,4

Dois observadores realizavam a busca a olho nu dos grupos (Gomez-Salazar *et al.*, 2012), com amostragem de 90° para cada lado da proa (Cremer *et al.*, 2011; Havukainen *et al.*, 2011). Ocasionalmente, até outros dois observadores estiveram presentes para confirmação dos dados, com esforço de busca visual na popa da embarcação e comparação do tamanho de grupo mensurado. O ponto de encontro com o grupo foi relacionado ao animal mais próximo avistado. Foram coletados para análise em cada ponto de encontro com um grupo: horário, posição geográfica, distância radial estimada, ângulo, número de animais e atividade ou estado comportamental. A distância radial foi estimada entre o observador e o ponto de encontro com o grupo, por um único observador treinado (G.R.A.), que realizou também a contagem de indivíduos nos grupos para análise (Havukainen *et al.*, 2011; Gomez-Salazar *et al.*, 2012). Para a estimativa visual, foi realizado um treinamento com o observador encarregado utilizando bóias e marcação das distâncias através do equipamento de GPS. O ângulo em relação ao ponto de encontro com o grupo e o transecto foi mensurado com auxílio de um compasso de navegação (Bonin *et al.*, 2008). Para análise do estado comportamental foi utilizada a atividade registrada por grupo no ponto de encontro, antes de qualquer alteração na movimentação e comportamento em resposta à embarcação. Foram classificados os estados comportamentais de acordo com a definição de deslocamento (movimento unidirecional), alimentação (mergulhos em uma localidade e subida a superfície em

várias direções), socialização (frequente contato corporal e exposição corporal na superfície), descanso (flutuação na superfície ou movimento lento) (Flach *et al.*, 2008a; Azevedo *et al.*, 2009). O período de registro de informações sobre o grupo foi estipulado de acordo com o estudo de Filla & Monteiro-Filho (2009) no complexo estuarino de Cananéia, que mostrou que o boto-cinza reage menos negativamente com embarcação por período de até trinta minutos. Durante esse período, a amostragem na linha transecto era interrompida e o grupo seguido para observação e confirmação dos dados, e o posicionamento geográfico do grupo registrado a cada 50 segundos. Após trinta minutos ou intenso afastamento do grupo como resposta negativa à embarcação, a amostragem era retomada ao transecto onde havia sido pausada.

Para garantir confiabilidade aos dados e ajuste da detectabilidade, além da eficiência na detecção visual dos grupos e da independência entre as detecções dos grupos, foi estipulada para realização da amostragem escala Beaufort de estado do mar  $\leq 3$  (ondulação até 60 cm) e a velocidade do barco constante durante o percurso dos transectos em 13 km/h (Bonin *et al.*, 2008; Cremer *et al.*, 2011; Havukainen *et al.*, 2011). Isso é válido para o boto-cinza devido ao seu pequeno tamanho corporal e consequente intervalo de respiração curto (Cremer *et al.*, 2011), que facilitam a detecção da espécie durante o período de escaneamento amostral (Buckland *et al.*, 1993; Cremer *et al.*, 2011; Havukainen *et al.*, 2011). Assim, a probabilidade de detecção igual a 1 ( $g^0=1$ ) foi considerada aceitável neste estudo devido a velocidade reduzida do barco, as condições ideais de estado do mar e o tempo de imersão médio curto da espécie (30 s).

#### *Análise de dados*

A análise seguiu a amostragem de distância convencional (CDS) descrita por Buckland *et al.* (2001). A análise envolveu cinco estágios: modelagem da função de detecção e estimativa da faixa de largura efetiva; obtenção da estimativa de probabilidade de detecção no transecto; estimativa do tamanho médio de grupo (DS); estimativa da abundância (N) e da densidade (D) e estimativa da variância da densidade. Os dados foram analisados utilizando o programa Distance 6.2 Release 1 (Thomas *et al.*, 2010; Campbell *et al.*, 2014). Assumindo-se que a probabilidade de detecção dos animais à distância de 0 da linha do transecto é 1, foi necessário para a análise: adequar a função de detecção  $g(x)$  quando  $x$  é a distancia perpendicular

para encontros observados ao longo da linha do transecto, para estimar a variação da probabilidade de detecção,  $p$ ; utilizar tamanhos de grupo observados para estimar tamanho de grupo médio na população,  $E(i)$ ; estimar a densidade populacional  $D$ , calculada por  $\text{km}^2$  através da fórmula (Buckland *et al.*, 2001; Thomas *et al.*, 2002; Thomas *et al.*, 2010):

$$\hat{D} = \frac{nE(i)\hat{f}(0)}{2Lg(0)}$$

Onde  $n$  é o número de grupos encontrados,  $E(i)$  é o tamanho médio de grupo estimado para a população no tipo de habitat  $i$ ,  $f(0)$  é a densidade provável por encontro quando a distância perpendicular é zero,  $L$  é o comprimento total do transecto e  $g(0)$  a probabilidade de detecção de grupo na linha do transecto. A densidade foi estimada por setor e uma estimativa combinada da densidade foi feita a partir da estimativa da área de cada setor percorrida para densidade da área total. Para calcular a distância perpendicular entre cada encontro com grupo e o transecto, foi usada a estimativa visual da distância de encontro do grupo em relação ao observador e a mensuração do ângulo de encontro do grupo em relação ao transecto, utilizando relações trigonométricas. A análise de distâncias foi baseada em distâncias que representavam a realidade e estimativa da faixa efetiva utilizou o maior comprimento mensurado. Para a estimativa da função de detecção modelos foram adequados à distribuição das distancias observadas, baseado em uma função-chave e uma série de formulações de expansão de Buckland *et al.* (2001). A função de detecção define a probabilidade de detecção dos pontos de encontro em função da distância destes da linha do transecto. Isto é, a probabilidade de detecção diminui conforme a distância perpendicular aumenta. A taxa de encontro e o tamanho de grupo esperado foram estimados para cada setor, e combinados posteriormente todos os dados dos setores. Já a função de detecção foi definida para a área amostrada total. Modelos foram contruídos e selecionados pela parcimônia, com o intuito de verificar qual mais se adequava a função de detecção ( $g(x)$ : probabilidade de encontro com distância perpendicular a partir da linha do transecto). Foram utilizados cinco estimadores, com modo de seleção seqüencial entre os termos estimadores e como critério de seleção entre os estimadores o menor valor do critério de informação do Akaike (AIC) (Akaike, 1974; Buckland *et al.*, 2001). Foram comparados os estimadores com funções-chave 'uniform', 'half-normal', 'hazard-rate'

e 'negative exponential', com as formulações de ajuste da série 'cosine', 'polynomial simple' ou 'hermite polynomial' (Hans & Schweder, 1999; Williams & Thomas, 2007). Além disso, foram comparados os gráficos da curva de detecção de cada modelo. A distância máxima observada foi considerada o limite para truncamento da distância (400m), sendo assim todos os dados coletados utilizados para análise. Foi calculada a densidade, abundância e o tamanho médio dos grupos para cada setor estratificado e para a área de amostragem total. Na definição do modelo, a taxa de encontro foi estimada por setor e a variância da taxa de encontro foi modificada para assumir uma amostragem sistemática pós-estratificada, agrupando os transectos adjacentes em pares de grupos. A variância da densidade foi estimada através da fórmula:

$$\widehat{\text{var}}(\widehat{D}) = \widehat{D}^2 \left[ \frac{\widehat{\text{var}}(n)}{n^2} + \frac{\widehat{\text{var}}[\widehat{f}(0)]}{[\widehat{f}(0)]^2} \right]$$

onde a variação de  $n$  é estimada a partir da variação da amostra nas taxas de encontro,  $n_j/l_j$ , calculado para o comprimento da linha  $l_j$ . Enquanto  $f(0)$  é estimada através da probabilidade máxima, sua variação é estimada através da matrix de informação. Para a análise foi testada a remoção do transecto linear à costa para verificar se este não aumentava a variância dos dados, inflando a estimativa populacional. No entanto, como tal diferença não foi observada, a presente análise conta ainda com os dados dos transectos paralelos à costa, na linha batimétrica dos 5 metros.

O tamanho de grupo foi estimado no programa Distance 6.2. baseado na regressão de  $\log(s(i))$  em  $g(x(i))$ , Os grupos foram analisados baseados em tamanhos exatos. O valor esperado do tamanho de grupo foi computado pela regressão de  $\log(s(i))$  em  $g(x(i))$ , sendo  $s(i)$ : tamanho de grupo da primeira à última observação;  $x(i)$ : distância da primeira à última observação.

Para analisar se a distribuição da população de botos-cinza na área de estudo foi homogênea ou heterogênea, foram comparadas as abundâncias estimadas em cada setor através da observação do gráfico de boxplot da abundância entre as áreas. Diferenças no tamanho de grupo entre os setores foram testadas através do teste  $f$  para verificar se variâncias eram homogêneas, e então aplicado o teste  $t$ -student para verificar se a média do tamanho de grupo observado diferiu significativamente entre os habitats (programa R 3.1.0.). O grau de confiança foi de

95%  $p > 0,05$ ). Para verificar se há variação espacial nos comportamentos, a frequência de cada atividade em cada setor foi calculada e foi aplicado o teste estatístico Chi-quadrado para comparar os principais comportamentos (alimentação e deslocamento) em cada hábitat (abrigado e desabrigado), com nível de significância de 5%. Para verificar se há variação sazonal nos comportamentos, o teste Chi-quadrado também foi aplicado para a frequência das atividades (alimentação e deslocamento) de acordo com as estações do ano (primavera, verão, outono e inverno).

## RESULTADOS

O método de transecto linear com amostragem de distâncias foi aplicado em uma área de 29,6 km<sup>2</sup>. Foram amostradas 168 linhas de transectos, com comprimento total dos transectos de 36 km, e registro de 38 grupos de golfinhos ao longo destes. Foram percorridos aproximadamente 900 km através das linhas dos transectos, realizando 167 horas de esforço amostral, estimada em km<sup>2</sup> (Tabela 2). O período de acompanhamento dos grupos fora da linha do transectos não foi considerado para análise. O esforço amostral foi considerado a área do setor percorrida pelo número de vezes que cada setor foi amostrado por mês. A frequência de dias com detecção de grupos por dias de amostragem para a área abrigada foi de 54,2%, enquanto na área desabrigada foi de 45,8%. Além disso, a taxa de encontro (número de observações por esforço amostral) foi estimada em 0,57 observações/km<sup>2</sup> (CV= 27,32%) para a área abrigada, enquanto 0,34 observações/km<sup>2</sup> (CV=14,43%) na área desabrigada.

**Tabela 2 Esforço amostral nos diferentes setores amostrados; POS – Protected Open Sea, UOS – Unprotected Open Sea**

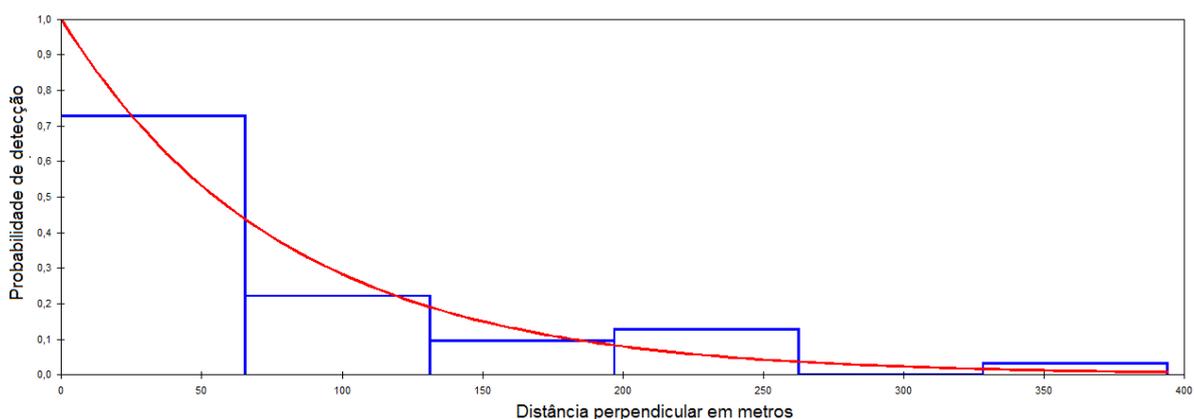
	POS	UOS
Área do setor (km <sup>2</sup> )	20,4	20,9
Esforço mensal (km <sup>2</sup> )	41,9	40,6
Largura da faixa efetiva de amostragem (m)	393,9	393,9
Dias de amostragem	24	24

Dias de amostragem com observação de grupo(s)	13	11
Número de grupos observados	24	14
Média de observações de grupo por dia de amostragem	1,85	1,3

O modelo selecionado, com a função-chave 'negative exponential' sem ajuste obteve o menor AIC (407,27) e delta AIC de 0,00 (tabela 3). A probabilidade de detecção utilizada para estimar o coeficiente de variação da densidade foi de 20,9 para o setor POS e 34,6 para o setor UOS. A seguir a curva de probabilidade de detecção de acordo com a distância perpendicular para a costa de Ilhéus do modelo mais ajustado à curva da função de detecção (figura 2). Este modelo apresentou o teste Chi-quadrado para bondade de ajuste da curva de  $p=0,28$  (GL=2).

**Tabela 3. Lista dos modelos testados, com seus ajustes e valores do Critério de Informação do Akaike**

Modelo	Ajuste	AIC	AICc
Negative Exponential	sem ajuste	407,2682	408,023
Negative Exponential	cosseno	409,1545	410,3209
Negative Exponential	simple polynomial	408,5974	410,347
Negative Exponential	hermite	408,5974	410,3857
Negative Exponential	polynomial	408,5974	410,3857
Hazard Rate	sem ajuste	407,6806	407,3793
Hazard Rate	cosseno	409,615	409,4973
Hazard Rate	simple polynomial	409,6411	408,9403
Hazard Rate	hermite	409,6411	408,9403
Hazard Rate	polynomial	409,6799	408,9403
Half Normal	sem ajuste	416,6118	416,7229
Half Normal	cosseno	413,3333	413,6761
Half Normal	simple polynomial	416,9495	417,2924
Uniform	sem ajuste	454,1878	454,1878
Uniform	cosseno	423,9699	423,9699



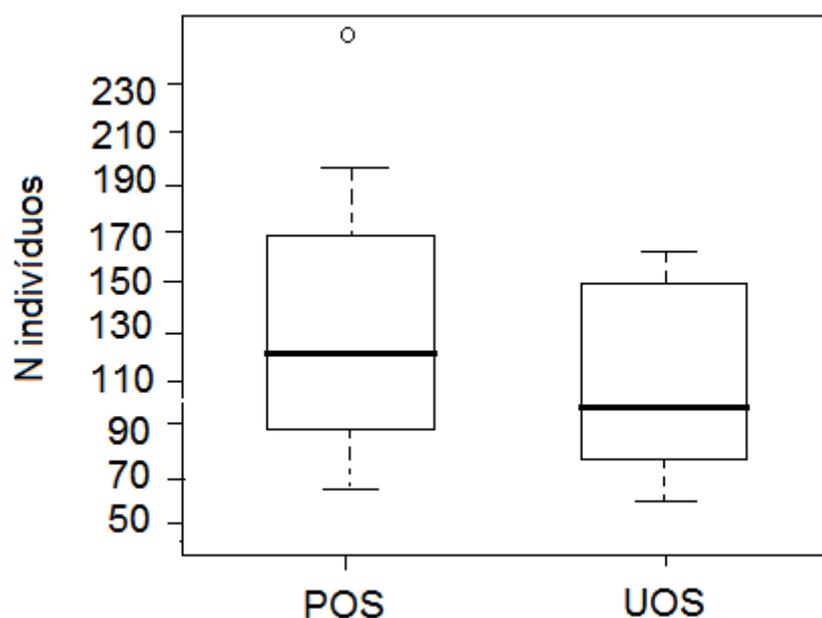
**Figura 2. Curva de probabilidade de detecção da espécie na costa de Ilhéus**

Os parâmetros demográficos estimados através do modelo com função-chave ‘negative exponential’ mostram uma densidade e abundância maior da espécie no setor abrigado do que no setor desabrigado. (Tabela 4).

**Tabela 4 Parâmetros demográficos estimados através do modelo com função-chave ‘negative exponential’; POS – Protected Open Sea, UOS – Unprotected Open sea, CV – Coeficiente de Variação**

Estimativa	POS	CV	UOS	CV	Área Total	CV
Densidade de animais (D) -N/km <sup>2</sup>	8,06	32,55	6,42	25,33	7,22	34,88
Abundância (N) – Número de animais na área específica	117	32,55	97	25,33	214	34,88
Tamanho de grupo esperado (E(s))	2,22	9,54	2,93	14,55	2,93	14,55
Densidade dos grupos (DS)	3,63	31,12	2,18	20,74	2,89	23,12

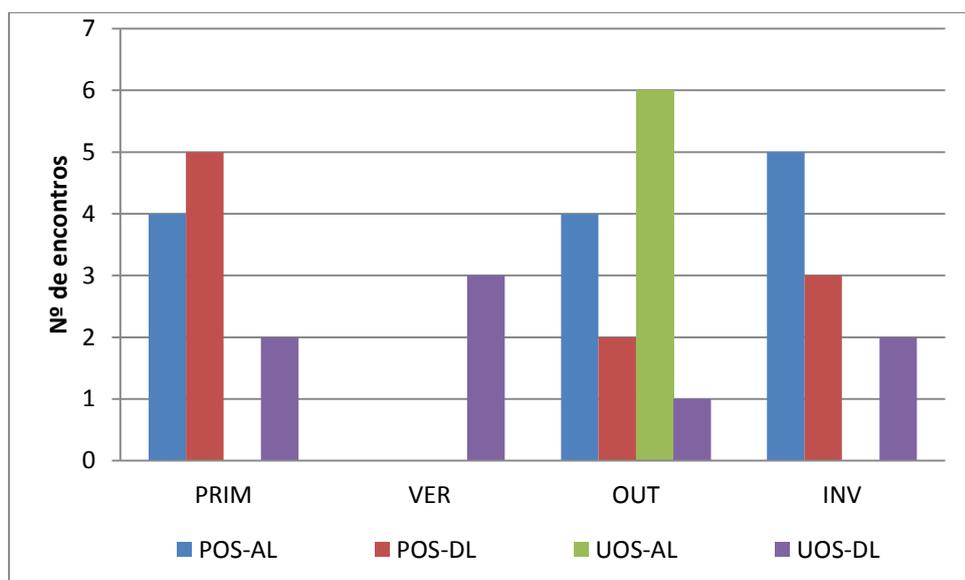
Com um intervalo de confiança de 95%, no hábitat abrigado a densidade mínima foi 4,06 e a máxima 15,94 ind/km<sup>2</sup>, enquanto a abundância mínima de 59 e máxima de 231 indivíduos. Já no hábitat desabrigado a densidade mínima foi 3,86 e a máxima 10,66 ind/km<sup>2</sup>, enquanto a abundância mínima de 58 e máxima de 161 indivíduos. Para a área total da costa de Ilhéus, a densidade mínima foi 4,5 e a máxima 11,6 ind/km<sup>2</sup>, enquanto a abundância mínima de 133 e máxima de 343 indivíduos. Considerando a abundância estimada da espécie em cada hábitat amostrado, os resultados mostram que a espécie possui uma diferente mediana de abundância, demonstrando uma distribuição heterogênea entre os habitats (figura 3).



**Figura 3. Gráfico de boxplot para a abundância do boto cinza no setor POS – Protected Open Sea e UOS – Unprotected Open Sea.**

Um tamanho médio de grupo semelhante foi observado entre as áreas ( $\mu_{POS}=2,79, CV=8,34, DP=22$  e  $\mu_{USO}=2,71, CV=14,15, DP=12$ ). Utilizando o teste F observou-se que as variâncias do tamanho de grupo observado entre os habitats são homogêneas ( $F_{calculado} = 0,63 < F_{tabelado} 2,01; p = 0,322 > 0,05$ ). Além disso, através do teste T-Student não rejeitou-se a hipótese nula de que  $H_0: \mu_{POS} = \mu_{USO}$ , i.e., as médias de tamanho de grupo não diferem significativamente entre os habitats abrigado e desabrigado ( $T_{calculado} = 0,18 < T_{tabelado} = 2; p = 0,85 > 0,05$ ), com intervalo de confiança de 95% entre -0,78 e 0,93.

A atividade de 38 grupos foi registrada: um grupo foi observado em descanso na POS, 19 grupos foram observados em alimentação (POS, N=13, 34,2%; UOS N=6, 15,8%) e 18 em deslocamento (POS, n=10, 26,3%; UOS, N=8, 21%). A proporção de grupos em alimentação e deslocamento independeu do setor de observação ( $X^2=0,65$ ,  $gl=1$ ,  $p=0,64$ ). No entanto, foi possível observar uma variação das atividades de acordo com a sazonalidade em cada setor ( $X^2=0$ ,  $gl=1$ ), com utilização durante o verão apenas da área desabrigada para deslocamento e utilização da área desabrigada para alimentação apenas no outono (figura 4).



**Figura 4. Nº de atividades por encontros com grupo em cada setor ao longo das estações do ano; POS- Protected Open Sea, UOS- Unprotected Open Sea, AL- alimentação, DL- deslocamento**

## DISCUSSÃO

Uma maior abundância é consequência de fatores que favorecem a ocorrência da espécie no meio. Uma maior abundância e densidade da espécie presente no habitat abrigado quando comparado ao habitat desabrigado mostra uma variação espacial. Isto é, há uma relação entre a influência do ambiente e a distribuição da espécie, no local estudado e em outros descritos. Há características do meio ao qual a espécie estaria apta e que favorecem sua ocorrência, e por isso a espécie é uma especialista em habitat. No ambiente marinho há uma variedade de microhabitats provendo diferentes capacidades de recurso para uma população, e para os cetáceos há sua facilidade de deslocamento. Assim, flutuações na

abundância dos odontocetos, e sua conseqüente distribuição, têm sido atribuídas às variações espaciais de acordo com condições locais. Certas áreas são convenientemente mais utilizadas para forrageamento, acasalamento ou para evitar predadores (Wells *et al.*, 1980; Wilson *et al.*, 1997). O frequente uso descrito de habitats abrigados, tais como estuários e baías, pelo boto-cinza e frequentemente para alimentação, relaciona-se então com a especialização da espécie para estes habitats. Isto é uma provável conseqüência da eficiência de forrageamento apta da espécie nesse tipo de ambiente, e que leva à sua distribuição em áreas adjacentes.

O presente estudo observou densidades maiores do que alguns outros estudos de densidade populacional do boto-cinza. Na reserva Cayos Miskito, na Nicaraguá Edwards e Schinell (2001) estimaram densidades do boto-cinza de 0,647 ind/km<sup>2</sup> na costa (+1,043) e 0,486 ind/km<sup>2</sup> em lagunas (+0,671). Já no Brasil, Cremer e colaboradores (2011) encontraram valores da densidade populacional de 1,6 ind/km<sup>2</sup> (+0,44) no centro da Baía de Babitonga (SC) e 1,2 ind/km<sup>2</sup>(+0,43) mais ao interior da Baía. No Rio de Janeiro, Flach *et al.* (2008b) observaram 2,79 ind/km<sup>2</sup> (CI: 1,62-4,82) na Baía de Sepetiba. No Paraná, Japp e Filla (2012) encontraram para a espécie 3 ind/km<sup>2</sup> na Baía de Antonina (Cv=15,93%). Já Geise *et al.* (1999) estimaram no estuário Cananéia (SP) uma população de botos-cinza de 3,38 ind/km<sup>2</sup> (+1,76), enquanto Havunaiken *et al.* (2011) observaram para o mesmo estuário uma densidade de 12,41 indivíduos/km<sup>2</sup> (CV=25,53%). Variações na abundância e densidade da espécie tendem a um cambio de acordo com a disponibilidade e distribuição do recurso. Além disso, o presente estudo obteve um alto coeficiente de variação, apesar de aceitável. É necessária a continuidade de estudos sobre parâmetros populacionais da espécie na região, especialmente dado aos abruptos declínios populacionais observados ( $\beta$ ). Apesar deste ser um potencial habitat da espécie, poucos estudos abrangem tal tipo de habitat.

A utilização de áreas que funcionem como barreira para o encurralamento de cardume, tática de captura de presas descrita como 'método de barreira' foi primeiramente descrita por Bel'kovich *et al.* (1991) para o *Tursiops truncatus*. Este método de captura de presas também foi descrito para *S. guianensis* por Monteiro-Filho (1995) e Rossi-Santos & Flores (2009). O habitat abrigado, apresentando áreas que funcionam como barreira para o encurralamento de cardumes, facilita a captura de presas e reduz o custo energético do forrageamento para espécie (Williams *et*

*al.*,1996), o que favorece a permanência e abundância populacional. Além do método de captura de presas, importante para eficiência de forrageamento utilizado pela espécie, Izidoro & Le Pendu (2012a) sugerem uma provável abundância de recursos alimentares no hábitat abrigado estudado, sendo inclusive descrito pelos autores comportamentos alimentares como arremesso e brincadeira com peixe na área. Há diferentes eficiências de forrageamento da espécie influenciada pelas características que cada hábitat lhe fornece. No presente estudo, por ser uma região costeira, de baixa profundidade, toda a costa estava sendo utilizada para alimentação e deslocamento. No entanto, as diferentes abundâncias demonstram a importância do hábitat abrigado para o boto cinza, e suas áreas adjacentes. A aptidão do boto-cinza por habitats abrigados para alimentação explicaria porque a espécie não se distancia da região costeira, com batimetria máxima de 50 metros para sua ocorrência (Di Benedetto *et al.* 2010), apesar da extensa distribuição da espécie ao longo da costa Leste do Oceano Atlântico.

O presente estudo observou também uma variação sazonal nas atividades realizadas, com uma redução da alimentação e deslocamento da espécie em toda a costa no verão e alimentação no hábitat desabrigado somente no outono. Wedekin *et al.* (2007) observaram que o boto-cinza utiliza na Baía Norte (SC) áreas maiores durante os meses com menor disponibilidade de recursos (de março a setembro). Provavelmente, o mesmo ocorre com a espécie na região de Ilhéus, e dada uma provável menor abundância de presas no verão, a espécie se desloca para outras regiões em busca de alimento. E durante o outono, período com maior disponibilidade de recurso, a espécie se alimentaria até mesmo no hábitat desabrigado costeiro, adjacente. No entanto, em publicações anteriores sobre a espécie na região, as estações foram divididas em 3 de acordo com o regime de chuva e de ventos dominantes (cf. Izidoro & Le Pendu., 2012b).

Assim, este estudo contribui mostrando áreas e habitats ocupados pela espécie, o que contribui com o intuito de conservação, permitindo a informação da importância da proteção destas áreas para a conservação da espécie. Recomendações de Santos *et al.*(2010b) sobre a necessidade de estimativas de parâmetros populacionais da espécie, considerando diferentes tipos de hábitat se mostram básicas. Através de uma observação de características como tipo de

hábitat, frequência de estado comportamental e sazonalidade, e parâmetros demográficos, é possível concluir sobre características da ecologia populacional da espécie. Além disso, a maior densidade e abundância da espécie *S. guianensis* em uma região costeira abrigada do que desabrigada mostra a importância de se considerar a heterogeneidade do ambiente em estimativas de parâmetros populacionais. Por essa razão, estudos sobre parâmetros demográficos estratificam as áreas em setores de acordo com suas características ambientais (Geise *et al.*, 1999; Flores & Bazallo, 2004; Rossi-Santos *et al.*, 2006; Cremer *et al.*, 2011). No mais, existe um lack de informações sobre preferências de hábitat, tamanho de grupo ou outros parâmetros populacionais de *Sotalia guianensis* em áreas costeiras, principalmente no Norte da América do Sul e Caribe (Silva *et al.*, 2010).

O tamanho de grupo geralmente varia dependendo de características físicas do hábitat, que indiretamente refletem a dieta da espécie (Gygax, 2002). No entanto, no presente estudo, o tamanho médio dos grupos foi similar na OSP e na OSU, apesar da abundância e da densidade da espécie serem diferentes entre os dois habitats. Assim, a população apresenta uma estrutura social independentemente das diferentes características do hábitat. Isto é, a população é composta por agrupamentos de, em média, três indivíduos. O tamanho de grupo para pequenos cetáceos está relacionado a fatores como risco de predação, abundância e distribuição de presas, características físicas do ambiente, reprodução e abundância da população (Bertram, 1978; Norris & Dohl, 1980; Gygax 2002).

Nos estudos no Brasil sobre tamanho de grupo do boto-cinza, todos em áreas abrigadas, Santos e colaboradores (2010a) encontraram grupos maiores de *S. guianensis* em áreas abrigadas do estuário Paranaguá, com tamanhos médios de grupo de  $11,5 \pm 14,4$ . No entanto, os grupos foram maiores nas águas menos abrigadas e mais profundas, na entrada do estuário de Cananéia, com  $12,4 \pm 11,4$  indivíduos por grupo (Santos & Rosso, 2007). O tamanho dos grupos encontrados para a espécie na costa observada foi pequeno (média de 2,7 indivíduos por grupo). Estudos anteriores na área também observaram tamanhos de grupo pequenos, com média de 3,7 indivíduos por grupo (Santos *et al.*, 2010c; Santos *et al.*, 2013). No entanto, em mar aberto a riqueza de recursos alimentares provê uma pressão seletiva para a formação de grupos maiores, dada a vantagem da informação sensorial integrada e do forrageamento cooperativo (Campbell *et al.*, 2002).

Portanto, para a área de mar aberto amostrado, esparavam-se tamanhos de grupo médio maiores que em áreas estuarinas fechadas observadas em outros estudos. Provavelmente, toda a área da costa amostrada, entre os 5 e 15 metros de profundidade, é ainda relativamente abrigada, e por isso, as principais atividades da espécie foram alimentação e deslocamento. Este que está intimamente ligado à alimentação, dado o deslocamento para a busca por alimento. Monteiro-Filho (2000) explica que em áreas fechadas a estrutura social do boto-cinza é caracterizada por agrupamentos sociais pequenos que variam de 2 a 10 indivíduos. Assim, levando em consideração que as diferenças entre habitats suportam distintos parâmetros demográficos, com exceção do tamanho de grupo, é plausível propor que o boto-cinza possui uma estrutura social formada por pequenos agrupamentos sociais por toda a costa observada.

## CONCLUSÕES

Ambientes marinhos são compostos por uma variedade de microhabitats, provendo diferentes recursos para os indivíduos na população. Testando os habitats de acordo com o grau de abrigo foi possível observar diferentes densidades populacionais. Isto é, o grau de abrigo influencia o tamanho populacional da espécie.

Com uma distribuição heterogênea na costa observada, e com a espécie utilizando a área para alimentação e deslocamento, é possível concluir que áreas abrigadas favoreçam a ocorrência da espécie. Considerando o uso do habitat observado neste estudo, em uma escala local, uma maior disponibilidade de recurso na área abrigada explicaria sua maior abundância. No entanto, considerando estudos publicados que mostram fortemente sua especialização de habitat, em uma larga escala, a preferência da espécie por áreas protegidas relacionaria-se não apenas com a disponibilidade de recurso como também com sua eficiência de forrageamento. Uma explicação seria que áreas abrigadas funcionam como uma barreira, aumentando a eficiência de forrageamento da espécie através da captura por encerramento de cardume. Sendo este método de captura uma característica apta da espécie, seriam necessários estudos para verificar se essa é uma informação passada geneticamente ou através do comportamento.

Considerar que a espécie explora preferencialmente áreas abrigadas explica sua distribuição para alimentação e deslocamento em áreas costeiras e abrigadas descritas no Brasil, assim como na área costeira de Ilhéus e no estuário da Baía do Pontal.

Nestas áreas, sugere-se a criação de um plano de manejo considerando os potenciais habitats da espécie, onde já existe uma Área de Proteção Ambiental. A espécie deveria ser incluída juntamente ao plano de manejo criado para proteger o local de reprodução da população de mero-canapu *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822). Estudos sobre impactos antropogênicos como poluição sonora, dado ao tráfego de embarcações; poluição da água e estudos genéticos de doenças na espécie, tal como a lobomicose; e um levantamento acerca de causas de morte em carcaças deveriam ser desenvolvidos no plano de manejo da espécie.

## REFERÊNCIAS

- Altmann J.** (1974) Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49, 227-267.
- Akaike H.** (1974) A new look at the statistical model identification. System identification and time series analysis. Automatic Control - AC. *IEEE Trans Biomed Engineer* 19, 716-723.
- Araújo J.P., Souto A., Geise I. and Araújo M.E.** (2008) The behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) in Pernambuco coastal waters, Brazil, and a further analysis of its reaction to boat traffic. *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (1), 1-9.
- Azevedo A.F., Oliveira A.M., Viana S.C. and Van Sluys M.** (2007) Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association* 87(1), 201-205.
- Azevedo A.F., Bisi T.L., Sluys M.V. and Dorneles P.R.** (2009) Comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae): amostragem, termos e definições. *Oecologia brasiliensis* 13 (1), 192-200.
- Ballance L.T.** (1992) Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science* 8, 262-274.

- Bel'kovich V.M., Ivanova E.E., Yefremenkova O.V., Kozarovutsky L.B. and Kharitonov S.P.** (1991) Searching and hunting behavior in bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Black Sea. In: Pryor, K., Norris, K. S. (Eds.) *Dolphin Societies – Discoveries and Puzzles*, San Diego, University of California Press.
- Bertram B.C.R.**(1978) Living in groups: predators and prey. In: KREBS, J. R., DAVIES, N. B. (Eds.) *Behavioral Ecology: an evolutionary approach*. Oxford: Blackwell. 64-96p.
- Bonin C.A., Filla G.F., Oliveira L.V. and Monteiro-filho, E.L.A.** (2008) Densidade populacional: métodos e implicações. In Monteiro-Filho E.L.A. and Monteiro K.D.A. *Biologia, ecologia e conservação do boto-cinza*. Páginas & Letras, São Paulo, São Paulo, Brasil, 177-192p.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P. and Laake J.L.** (1993) *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. London: Chapman and Hall.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L, Borchers D.L. and Thomas L.**(2001) *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford Univ. Press, Oxford, England, 432 p.
- Campbell G.S., Bilgre B.A. and Defran R.H.** (2002) Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Turneffe Atoll, Belize: occurrence, site fidelity, group size and abundance. *Aquatic Mammals* 28 (2), 170-180.
- Campbell G.S., Thomas C.L., Whitakera K., Douglas A.B., Calambokidis J. and Hildebranda J.A.**(2014) Inter-annual and seasonal trends in cetacean distribution, density and abundance off southern California. *Deep-Sea Research II*, 1-15, DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2014.10.008>
- Cantor M., Wedekin L.L., Daura-Jorge F.G., Rossi-Santos M.R. and Simões-Lopes P.C.**(2012) Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): An eight-year mark-recapture study. *Marine Mammal Science* 28 (1), 63-83.

- Cremer M.J., Hardt F.A.S., Tonello Júnior A.J. and Simões-Lopes P.C.** (2004) Core areas changes in *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) population in Babitonga Bay, Santa Catarina. *Revista Univille* 9, 130-134.
- Daura-Jorge F.G., Wedekin L.L. and Simões-Lopes P.C.** (2004) Variação sazonal na intensidade dos deslocamentos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. *Biotemas* 17, 203-216.
- Daura-Jorge F.G., Rossi-Santos M., Wedekin L.L. and Simões-Lopes P.C.** (2007) Behavioral pattern and movement intensity of *Sotalia guianensis* (P. J. Van Beneden, 1864) (Cetacea: Delphinidae) in two different areas on Brazilian coast. *Revista Brasileira de Zoologia* 24, 265-270.
- Di Benedetto A.P.M. and Siciliano S.** (2007) Stomach contents of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) from Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 87, 253-254.
- Di Benedetto A.P.M, Siciliano S. and Ramos, R.M.A. (2010)** Cetáceos – Introdução à biologia e a metodologia básica para o desenvolvimento de estudos. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; Escola Nacional de Saúde Pública, 100p. ISBN: 987-85-88026-48-3.
- Edwards H.E. and Schnell G.D.** (2001) Status and ecology of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. *Marine Mammal Science* 17 (3), 445-472. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.2001.tb00998.x>;
- Eça G.F., Lopes J.B.B.S., Landim M.F.S. and Belém A.L.** (2014) Dissolved inorganic nutrients and chlorophyll on the narrow continental shelf of eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 62(1), 11-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592014051306201>.
- Espécie M.D.A., Tardin R.H.O. and Simão S.M.** (2010) Degrees of residence of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilha Grande Bay, South-eastern Brazil: a preliminary assessment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90 (8), 1633-1639.
- Fidelman P.I.J.** (2005) Contribuição para mitigação dos impactos da macrófita aquática *Eichhornia Crassipes* sobre a zona costeira da Região Sul da Bahia. *Gestão Costeira Integrada* 4, 1–5.

- Filla G.F. and Monteiro-Filho E.L.A.** (2009) Monitoring tourism schooners observing estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) in the estuarine complex of Cananeia, south-east Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19 (7), 772-778.
- Flach L., Flach P.A. and Chiarello A. G.** (2008a) Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay, southeast Brazil. *Marine Mammal Science* 24, 503-515.
- Flach L., Flach P.A. and Chiarello A. G. (2008b)** Density, abundance and distribution of the guiana dolphin, (*Sotalia guianensis* van Benéden, 1864) in Sepetiba Bay, Southeast Brazil. *Journal of Cetacean Resource Management* 10(1), 31–36.
- Flores P.A.C. and Bazallo M.** (2004) Home ranges and movement patterns of marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, in Baía Norte, Southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 5(2), 37-52.
- Geise L., Gomes N. and Cerqueira R.** (1999) Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59, 183–194.
- Gomez-Salazar C., Trujillo F. and Whitehead H.** (2012) Ecological factors influencing group sizes of river dolphins (*Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*). *Marine Mammal Science* 28(2), 124–142, DOI: 10.1111/j.1748-7692.2011.00496.x.
- Gurjão I.M., Furtado-Neto M.A.A., Santos R.A. and Cascon P.** (2003) Feeding habits of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, at Ceará State, northeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 2(2), 117-122.
- Gygax L.** (2002) Evolution of group size in the dolphins and porpoises: interspecific consistency of intraspecific patterns. *Behavioral Ecology* 13 (5), 583-590.
- Hammond P.S.** (2010) Estimating the abundance of marine mammals. In Boyd L.L., Bowen D.W. and Iverson S.J. (Eds). *Marine Mammal Ecology and Conservation*, Oxford University Press. 42-67.
- Hans J.S. and Schweder T.** (1999) Hazard models for line transect surveys with independent observers. *Biometrics* 55(1), 29-36.

- Havukainen L., Monteiro E.L.A. and Filla G.F.** (2011) Population density of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia region, Southeastern Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 59(3), 1275-1284.
- ICMBio.**(2014) LISTA DE ESPÉCIES AMEAÇADAS. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014 (espécies terrestres e mamíferos aquáticos). Acessado em 02 de maio de 2015 às 14:16.
- Izidoro F.B. and Le Pendu Y.** (2012a). Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*, Cetacea, Delphinidae) play at Porto de Ilhéus harbor, Bahia, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 7(1), 27–36.
- Izidoro F.B. and Le Pendu Y.** (2012b) Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) (Van Bénédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae) in Porto de Ilhéus, Brazil: group characterisation and response to ships. *North-Western Journal of Zoology* 8(2), 232–240.
- Japp A.K. and Filla G.F.** (2011) *Sotalia guianensis* population density estimative in the Bay of Antonina, Brazil. *Revista Acadêmica – Ciências Agrárias e Ambientais* 10 (4), 351-359.
- Klumpp A., Bauer B.K., Gerstein C.F. and Menezes M.** (2002) Variation of nutrient and metal concentration in aquatic macrophytes along the Rio Cachoeira in Bahia (Brazil). *Environment International* 28, 165-171.
- Knoppers B., Ekau W. and Figueiredo A.G.** (1999) The coast and shelf of East and Northeast Brazil and material transport. *Geo-Marine Letters* 19 (3), 171–178.
- Krebs C.J.** (2001) Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, fifth ed. Benjamin Cummins, Menlo Park.
- Lopes X.M., Silva E., Bassoi M., Santos R.A. and Santos M.C.O.** (2012) Feeding habits of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, from South-eastern Brazil: new items and a knowledge review. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 92 (8), 1723-1733.
- Monteiro-Filho E.L.A.** (1995) Pesca interativa entre o golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* e a comunidade pesqueira da região de Cananéia. *Boletim do Instituto de Pesca* 22 (2), 15-23.

- Monteiro-Filho E.L.A.** (2000) Group organization of the dolphin *Sotalia fluviatilis guianensis* in an estuary of southeastern Brazil. *Ciência e Cultura, Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science* 52(2), 97-101.
- Monteiro-Neto C., Alves-Junior T.T., Avila F.J.C., Campos A.A., Costa A.F., Silva C.P.N. and Furtado-Neto M.A.A.** (2000) Impact of fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) populations off Ceará state, northeastern Brazil. *Aquatic Mammals* 26(1), 49-56.
- Nery M.F., Simão S.M. and Pereira T.** (2010) Ecology and behavior of estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, South-eastern Brazil. *Journal of Ecology and Natural Environment* 2 (9), 194-200.
- Norris K.S. and Dohl T.P.**(1980) The structure and functions of cetacean schools. *In: Herman, L. M. (Eds.) Cetacean Behavior: mechanisms and functions.* New York, NY: John Wileyand Sons, 211-261.
- Nunes J.M.C., Santos A.C.C., Minervino A. and Brito K.S.** (1999) Algas marinhas bentônicas do município de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Acta Botanica Malacitana* 24, 5-12.
- Rodrigues A.S.L., Pilgrim J.D., Lamoreux J.F., Hoffman M. and Brooks T.M.** (2006) The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends of Ecology and Evolution* 21, 71–76.
- Rossi-Santos M.R., Wedekin L.L. and Sousa-Lima R.** (2006) Distribution and habitat use of small cetaceans off Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 5(1), 23-28. ISSN 1676-7497, e-ISSN 2236-1057 - DOI:10.5597/lajam00088.
- Rossi-Santos M.R., Wedekin L.L. and Monteiro-Filho E.L.A.** (2007) Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River estuary, eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 87, 207-212.
- Rossi-Santos M.R. and Flores P.A.C.** (2009) Feeding Strategies of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis*. *The Open Marine Biology Journal* 3, 70-76.

- Santos M.C.O., Acuña, L.B. and Rosso S.** (2001) Insights on site fidelity and calving intervals of marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 81, 1049-1052.
- Santos M.C.O., Rosso S., Santos R.A., Lucato S.H.B. and Basso M.** (2002) Insights on small cetacean feeding habits in southeastern Brazil. *Aquatic Mammals* 28, 38-45.
- Santos M.C.O. and Rosso S.**(2007)Ecological aspects of marine tucuxi dolphins (*Sotalia guianensis*) based on group size and composition in the Cananéia estuary, southeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 6(1), 71-82.
- Santos M.C.O, Oshima J.E.F., Pacífico E.S. and Silva E.** (2010a). Group size and composition of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) (Van Bénèden, 1864) in the Paranaguá Estuarine Complex, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 20 (1), 111-120.
- Santos M.C.O., Cremer M.J., Secchi E.R., Flach L., Filla G., Hubner A. and Dussán-Duque, S.** (2010b) Report of the Working Group on population abundance and density estimation. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8 (1-2), 39-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00152>.
- Santos U.A., Alvarez M.R., Schilling A.C., Strenzel G.M.R. and Le Pendu Y.** (2010c) Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Biota Neotropica* 10(2), 67-73.
- Santos M.S., Schiavetti A. and Alvarez M.R.** (2013) Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41(1), 80-88. DOI: 103856/vol41-issue1-fulltext-6.
- Secchi P.** (2014) *Sotalia guianensis*. The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 02 May 2015.
- Silva V.M.F., Fettuccia D., Rodrigues E.D.S., Edwards H., Moreno I.B., Moura J., Wedekin L.L., Bazzalo M., Emin-Lima N.M., Carmo N.A.S., Siciliano S. and**

- Utreras V.B.F.** (2010) Report of the Working Group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8(1-2), 31-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00151>
- Spinelli P., Helena I., De Jesus A.H., Nascimento I.F. and Yamamoto A.M.** (2008) Prey-transfer in the marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, on the Brazilian coast. *Marine Biodiversity Records* 1 (25), 1-3.
- Sutherland W.J.** (2006) The Conservation Handbook. 2nd Edition, *Blackwell Science*.
- Thomas L., Buckland S.T., Burnham K.P., Anderson D.R., Laake J.L., Borchers D.L. and Strindberg S.** (2002) Distance sampling. In: EL-SHAARAWI, A. H., Piergosch, W. W. (Eds.) *Encyclopedia of Environmetrics*. Chichester, UK: John Wiley, 544-552.
- Thomas L., Buckland S.T., Rexstad E.A., Laake J.L., Strindberg S., Hedley S.L., Bishop J.R.B., Marques T.A. and Burnham K.P.** (2010) Distance software: Design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47, 5-14.
- Tosi C.H. and Ferreira R.G.** (2009) Behavior of estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in controlled boat traffic situation at southern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18(1), 67-78.
- 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., Pusser L.T., Richle M., Brandon J.R. and Wang D.** (2007) First human-caused extinction of a cetacean species? *Biology letters* 3(5), 537-540.
- Vidal O.** (1993) Aquatic mammal conservation in Latin America: problems and perspectives. *Conservation Biology* 7 (4), 788-795.
- Wedekin L.L., Daura-Jorge F.G. and Simões-Lopes P.C.** (2007) 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* 67, 1–8.
- Wedekin L.L., Daura-Jorge F.G. and Simões-Lopes P.C.** (2010) Habitat preferences of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in

Norte Bay, southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90, 1561-1570.

**Wells R.S., Irvine A.B. and Scott M.D.** (1980) The social ecology of inshore odontocetes, 263-317. In HERMAN, L. M. (Eds.) *Cetacean Behaviour: Mechanisms and Functions*. John Wiley & Sons, New York. xiii+463p.

**Whitehead H. and Jonsen I.D.** (2013) Inferring Animal Densities from Tracking Data Using Markov Chains. *PLoS ONE* 8(4), 1-5 e60901. DOI:10.1371/journal.pone.0060901

**Williams T.M., Shippee S.F. and Roche M.J.** (1996) Strategies for reducing foraging costs in dolphins. In Greenstreet S.P.R. and Tasker M.L. (Eds.) *Aquatic Predators and their Prey*, Fishing News Books, Oxford, 4-9.

**Williams R. and Thomas L.** (2007) Distribution and abundance of marine mammals in the coastal waters of British Columbia, Canadá. *Journal of Journal of Cetacean Research and Management* 9(1), 15–28.

**Wilson B., Thompson P.M. and Hammond P.S.** (1997) Habitat use by bottlenose dolphins: Seasonal distribution and stratified movement patterns in the Moray Firth, Scotland. *Journal of Applied Ecology* 34(3), 1365-1374.

## Capítulo 2

### Tamanho populacional, fidelidade à área e grau de residência de *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864) em Ilhéus, Nordeste do Brasil\*

Autor: Amorim, G. A.

#### RESUMO

Parâmetros populacionais, como densidade e abundância de cetáceos, podem ser estimados através de diferentes métodos, tais como marcação e recaptura, transecto linear e estimativa visual. Os estudos sobre a abundância ou densidade populacional de *S. guianensis* no Brasil provém de poucas regiões e abrangem apenas áreas protegidas. O objetivo deste estudo foi estimar a abundância, i.e, o tamanho populacional da população de botos-cinza de Ilhéus, através do método de marcação e recaptura por meio da fotoidentificação de 2012 a 2015. O tamanho populacional, inclusa a proporção de indivíduos não marcados, foi de 36 indivíduos em 2012 (CV=44,59%), 75 indivíduos em 2013 (CV=20,35%), 21 indivíduos em 2014 (CV=3,01%) e de 43 indivíduos em 2015 (CV=12,19%). Quanto à fidelidade da espécie à área, 62% dos indivíduos identificados ocorreram em mais de um ano (N=39), no entanto, com infrequentes encontros ( $0,86 \pm 0,0009$  meses com encontro). No total, 38% dos botos-cinza identificados foram não-residentes já que não foram recapturados (N=24). Quanto aos indivíduos residentes (N=39), 49% destes apresentaram baixo grau de residência, com período de avistagem entre 2 meses e 1 ano (N=19); 46% obtiveram médio grau de residência (N=18), residentes de 13 a 24 meses; e apenas dois indivíduos (5%) apresentaram alto grau de residência maior que dois anos.

*Palavras-chave:* fotoidentificação, área costeira, boto-cinza

\*Capítulo formatado segundo as normas para manuscrito da Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (documento anexado).

## INTRODUÇÃO

A variação na densidade de uma população depende de fatores como a magnitude da flutuação do ambiente, influenciando diretamente quando no desempenho dos indivíduos, ou indiretamente quando no suprimento de alimentos, e a estabilidade inerente da população, resultante das dinâmicas intrínsecas das respostas populacionais. Além disso, a dinâmica das subpopulações individuais diferem de acordo com as variações das condições ecológicas entre diferentes lugares (Ricklefs, 2003). Aspectos ecológicos como distribuição e abundância sazonal de recursos, presença de outras espécies, estrutura do habitat, e como estes influenciam parâmetros populacionais e distribuição de uma espécie tem sido estudado para pequenos cetáceos (Wursig & Wursig, 1979; 1980; Wells *et al.*, 1980; Shane *et al.*, 1986; Shane, 1995; Geise *et al.*, 1999; Nery *et al.*, 2010). Para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, alguns autores mostram que variações sazonais na abundância de presas governam aspectos comportamentais tais como sua distribuição espacial e movimentos, definindo sua abundância e densidade local (Cremer *et al.*, 2004; Wedekin *et al.*, 2007; Daura-Jorge *et al.*, 2007; 2011). Além disso, a composição da dieta da espécie varia entre habitats e áreas geográficas, sendo considerada uma espécie de hábito alimentar oportunista, com consumo de grande variedade de presas em diferentes profundidades (Santos *et al.*, 2002; Di Benedetto & Siciliano, 2007; Daura-Jorge *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2012).

O boto-cinza ocorre ao longo da costa Oeste do oceano Atlântico, desde Santa Catarina, no Sul do Brasil até Honduras (Simões-Lopes, 1988; Carr & Bonde, 2000). Frequenta áreas abrigadas e apresenta padrões de residência e fidelidade nestas áreas (Wedekin *et al.*, 2010; Rossi-Santos *et al.*, 2007; 2010). Assim, sua distribuição natural se sobrepõe com áreas de intensas atividades antropogênicas (Geise *et al.*, 1999; Espécie *et al.*, 2010; Nery *et al.*, 2010). Classificada como espécie vulnerável no Brasil desde 2014 (Portaria 444/2014 - Lista de Espécies da fauna brasileira ameaçadas), é ainda considerada como dados deficientes à nível global pela IUCN (International Union for Conservation of Nature) devido a falta de informação sobre parâmetros populacionais da espécie (ICMBio, 2014; Secchi,

2014). A abundância e densidade estão entre os mais importantes parâmetros demográficos para a conservação de predadores de topo de cadeia alimentar, principalmente em habitats impactados (Sutherland, 2006).

A técnica de fotoidentificação constitui uma ferramenta primária para acessar parâmetros populacionais estimados, e tem permitido conhecer mais sobre a biologia e comportamento do boto-cinza em seu habitat natural, tal como seu padrão de residência e fidelidade nas áreas estudadas (Flores, 1999; Simão *et al.*, 2000; Santos *et al.*, 2001; Rossi-Santos *et al.*, 2007; Cantor *et al.*, 2012). A fotoidentificação, através de um acesso não invasivo (Gope *et al.*, 2004) permite comparar a morfologia da nadadeira dorsal e marcas individuais. Usando-se a proporção de indivíduos com marcas identificáveis reavistados (i.e., marcados e recapturados em uma amostragem posterior), obtém-se uma estimativa da proporção de indivíduos com marcas na população (Hammond, 2010). Conhecendo-se a proporção de indivíduos não marcados é possível estimar o tamanho populacional total da espécie no local. Estudos de marcação e recaptura são uma importante ferramenta para gestores da conservação: além de permitir a estimação do tamanho populacional e taxas de sobrevivência, o método de marcação e recaptura permite avaliar o impacto de ameaças na taxa de sobrevivência, analisar a viabilidade populacional, e detectar áreas prioritárias de estudo e conservação (Lettink & Armstrong, 2003).

A abundância populacional é frequentemente estimada por modelos considerando populações fechadas e estáticas, isto é, sem entrada (imigração e nascimentos) ou saída (emigração e mortes) de indivíduos (Otis *et al.*, 1978). Utilizando uma combinação entre modelos para população fechada e aberta, é possível acurar estimativas de abundância de populações fechadas, com taxas de sobrevivência de populações abertas (Pollock, 1982). Adicionalmente, considera-se a probabilidade de emigração temporária, dada a possibilidade dos indivíduos não estarem presentes para captura a qualquer momento do estudo (Kendal *et al.*, 1997; Fujiwara & Caswell, 2002). Os modelos levando em consideração mudanças temporárias no tamanho populacional são mais realistas. O Desenho Robusto de Pollock simultaneamente utiliza dados de períodos de amostragem aberto (primário) e fechados (secundários) (Pollock 1982, Kendall *et al.* 1995, 1997). Este modelo tem sido recentemente aplicado à estudos com mamíferos aquáticos como o boto-cinza

(Cantor *et al.*, 2012), o golfinho nariz-de-garrafa *Tursiops truncatus* (Bouveroux *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2009), baleias cinzentas *Eschrichtius robustus* (Bradford *et al.*, 2006) e peixes-boi *Trichechus manatus latirostris* (Kendall *et al.*, 2004).

No Brasil, estimativas de abundância e/ou densidade foram realizadas geralmente em baías e estuários protegidos, principalmente no Sul e Sudeste do país. A maioria dos estudos aplicou o método de transecto linear por um ou dois anos, como Geise *et al.* (1999) e Havukainen *et al.* (2011) em São Paulo (estuário Cananéia); Flach *et al.* (2008) no Rio de Janeiro (Baía de Sepetiba); e Cremer *et al.* (2011) em Santa Catarina (Baía de Babitonga). Apenas poucos estudos através do método de marcação e recaptura realizaram a estimativa populacional por longos períodos de amostragem como no estuário do rio Caravelas – BA (Cantor *et al.*, 2012), Cananéia – SP (Santos & Zerbini 2006) e Baía de Sepetiba – RJ (Campos *et al.*, 2004).

Assim, objetivou-se prover informações sobre parâmetros demográficos da espécie, considerando um maior período amostral (2012-2015), o que nos permite detectar abruptos declínios populacionais, a taxa de sobrevivência e abundância da população, além de observar flutuações do tamanho populacional local. Além disso, os dados foram coletados em áreas como estuário, porto e mar aberto na costa de Ilhéus, um potencial tipo de hábitat da espécie pouco amostrado no Brasil. Tais parâmetros são essenciais para o manejo da espécie e suportar dados para a definição de seu risco de extinção. Além disso, foi verificado o padrão de residência e fidelidade do boto-cinza para o litoral de Ilhéus ao longo desses quatro anos. O padrão de residência e fidelidade a uma área pela espécie a torna mais susceptível às atividades antropogênicas quando sua ocorrência é próxima a centros urbanos.

## MÉTODOS

### *Área de estudo*

Os dados foram coletados no litoral de Ilhéus (latitudes 1450'S a 1447'S e longitudes 3900'W a 3903'W), localizado na Costa Leste do Brasil. A região possui uma plataforma continental influenciada pela massa de água Tropical oligotrófica da Corrente do Brasil, com temperatura média de 20°C e pela massa de água costeira mais quente, superior a 22°C, e de baixa salinidade (S <36) (Knoppers *et al.*, 1999).

Além disso, é dominada por águas tropicais pobres em nutrientes durante os períodos de baixa drenagem continental, e com alta concentração de nutrientes quando aumenta a entrada de água continental. Ocorre uma estratificação vertical e uma mistura horizontal ao longo da costa, impulsionadas pela Corrente do Brasil, bem como um desvio em direção ao norte impulsionado por ventos e marés (Eça *et al.*, 2014). O litoral de Ilhéus apresenta intensa pressão antropogênica, com poluição hídrica causada por despejos de efluentes tóxicos por agroindústrias e domésticos pela população urbana nos rios (Klumpp *et al.*, 2002; Fidelman, 2005). Além disso, há um alto tráfego de embarcações de turismo e pesca, provocando alterações de curto prazo no comportamento de superfície dos botos-cinza na região (Santos *et al.*, 2013).

#### *Coleta de dados*

Os botos-cinza foram observados e fotografados durante saídas embarcadas de abril de 2012 a setembro de 2015. A embarcação possuía um motor de popa de potência de 50 HP, e sua velocidade foi mantida em torno de 13 km/h. As saídas foram inicialmente realizadas entre a costa e a linha batimétrica dos 10 metros até julho de 2013. Nesse período, o percurso era limitado ao Norte da costa pelo Porto do Malhado, e ao Sul pelo Morro do Pernambuco na entrada do estuário da Baía do Pontal (latitudes 14°50'S e 14°47'S, e longitudes 39°00'W e 39°03'W (Lima & Le Pendu, 2014). Nos anos seguintes, o percurso ocorreu entre as linhas batimétricas dos 5 e 15 metros, tendo o mesmo limite ao Norte da costa, e no entanto, o limite meridional estendido para até o rio Cururupe (S14° 52'.669" W39° 00'.536"). O intuito da expansão foi observar a área de vida da espécie, verificando a ocorrência e distribuição em áreas adjacentes através de transectos pré-definidos. As sessões duravam em torno de 3 horas e foram realizadas apenas durante dias com condições climáticas favoráveis (Beaufort 0-3) (Lima & Le Pendu, 2014). Foi realizada observação de tipo grupo focal (Altmann, 1974) de cada grupo de botos-cinza encontrado por até 30 minutos. Foi considerado um grupo quando indivíduos estiveram próximos entre si e em aparente associação por até 30 metros de distância (Azevedo *et al.* 2005). Esse tempo de observação máximo foi estipulado de acordo com o estudo de Filla & Monteiro-Filho (2009) no complexo estuarino de Cananéia, que mostrou que o boto-cinza reage menos negativamente à presença de embarcação por período de até trinta minutos. Durante esse período, as nadadeiras

dorsais eram fotografadas e coletados para cada ponto de encontro com um grupo: horário, posição geográfica, tamanho e composição do grupo. A composição do grupo foi classificada de acordo com a coloração e tamanho corporal em adultos e imaturos (Randi *et al.*, 2008).

Um observador anotava todas as informações sobre os grupos fotografados e um a dois observadores fotografavam os botos-cinza com uma câmera digital semi-professional Canon (Tokyo, Japan) EOS Rebel XT 7D equipada com uma lente 100-400mm de zoom (1º observador) e uma câmera EOS Rebel XT 350D equipada de uma lente 100-300mm (2º observador).

### *Análise de dados*

As fotografias foram selecionadas através do método proposto pelo Programa de Pesquisa Sarasota Dolphin (2006). Foram selecionadas apenas fotografias de boa qualidade: foco, ângulo para o fotógrafo (ideal de 90°), distância do indivíduo fotografado e ausência de brilho ou reflexo no corpo do animal (Rossi-Santos *et al.*, 2007). Essa seleção visa minimizar a heterogeneidade na probabilidade de captura causada por características como idade, sexo, status social ou preferência por certas áreas (Pollock *et al.*, 1990).

Dois especialistas efetuaram as identificações dos indivíduos através da comparação como catálogo de fotografias dos botos-cinza identificados em Ilhéus, contendo atualmente 161 indivíduos com distintivas marcas (catálogo com indivíduos identificados na período entre 2007 e 2015). Posteriormente as identificações dos especialistas foram comparadas com o intuito de minimizar erros de replicação ou não-inclusão de algum novo indivíduo. Novos indivíduos que possuíam marcas distintivas e fotografias de boa qualidade foram inclusos no catálogo.

As seguintes premissas do método de captura-recaptura foram atendidas (Campbell *et al.*, 2002; Chilvers & Cockeron, 2003):

- Todo animal pertencente à população possuía a mesma probabilidade de ser capturado nas fotografias;
- Todo animal capturado pertencente à população possuía a mesma probabilidade de ser recapturado nas fotografias;
- As marcas não foram perdidas durante o período de estudo;

- Todas as marcas foram corretamente identificadas e descritas.

Premissas do modelo incluem (Wilson *et al.*, 1999; Bearzi *et al.*, 2008): período secundário demograficamente fechado; não há resposta comportamental para os procedimentos de captura, i.e., animais não respondem quando capturados de uma forma que afeta suas subseqüentes probabilidades de recaptura – procedimento de captura envolvendo a fotoidentificação *a priori* não causa esta reação ( $p=c$ ). A ocasião de captura foi considerada por mês.

Foi produzida uma curva cumulativa dos indivíduos identificados (Baker *et al.*, 2006; Rossi-Santos *et al.*, 2007; Wedekin *et al.*, 2010; Tyne *et al.*, 2014) para verificar se todos os indivíduos fotografados com marcas na população foram fotoidentificados.

Para a estimar os parâmetros demográficos da população de indivíduos com marcas, foi utilizado o programa MARK com a parametrização completa da probabilidade máxima (Cooch & White, 2015), e aplicado o modelo Desenho Robusto de Pollock (Pollock, 1982; Kendall *et al.*, 1995; 1997), que considera a possibilidade de emigração temporária de indivíduos da população amostrada entre períodos primários de amostragem. Foi considerado para a análise cada ano como período primário e o mês como período secundário. Assim, assumiu-se que a população era fechada durante cada mês e aberta entre os anos. Através do modelo Robust Design (RD) de Pollock, foram testados modelos sem e com emigração temporária de diversos tipos e estimado o tamanho da população de indivíduos distintivamente marcados com o modelo mais adequado.

Seguindo as anotações de acordo com Kendall *et al.* (1997) foram testados os modelos sem emigração temporária, com emigração temporária aleatória e com emigração temporária Markoviana, utilizados também por Fujiwara & Caswell (2002); Williams *et al.* (2002), Parra *et al.* (2006) e Nicholson *et al.* (2012). No modelo sem emigração temporária ( $y' = y'' = 0$ ), não ocorre nenhum tipo de emigração, sendo  $y'$  o número de indivíduos fora da amostragem, que permanecem fora na amostragem seguinte, e  $y''$  o número de indivíduos dentro da amostragem, que ficam fora na amostragem seguinte.

No modelo de emigração temporária aleatória ( $y' = y''$ ) a probabilidade de um indivíduo estar presente na área estudada em um determinado período de

amostragem é independente da sua presença na área no período de amostragem anterior. No modelo de emigração temporária Markoviana ( $y'$ ,  $y''$ ), a probabilidade de um indivíduo estar presente na área estudada durante um determinado período primário de amostragem é condicionado a sua presença no período de amostragem anterior. Uma combinação de modelos onde a probabilidade de captura e a sobrevivência foram constantes ou variaram no tempo foram testados para os três tipos de emigração temporária (Nicholson *et al.*, 2012). O modelo mais parcimonioso foi selecionado de acordo com o menor valor encontrado para o critério de informação Akaike (AICc) (Akaike, 1974).

O tamanho populacional total foi estimado a partir da proporção de indivíduos distintivamente marcados. Foram selecionados os grupos amostrados de tamanho determinado em que todos os indivíduos foram fotografados. Para verificar a proporção dos indivíduos marcados na população, o número de indivíduos não marcados foi quantificado, incluso filhotes e juvenis (Wilson *et al.*, 1999; Parra *et al.*, 2006; Nicholson *et al.*, 2012). Para a estimativa foram utilizados dados somente quando todo o grupo teve seu tamanho quantificado e foram fotografados com suficiente qualidade, sendo todos os indivíduos marcados fotoidentificados. Isso porque quando somente uma porção do grupo é fotografada, o observador tende a fotografar mais os indivíduos com marcas distintas. Assim, o tamanho populacional total foi calculado através da fórmula:

$$N_{total} = N/\sigma$$

Sendo  $N_{total}$ =estimativa do tamanho populacional total,  $N$ =estimativa do número de indivíduos marcados na população, e  $\sigma$  = proporção dos animais marcados na população (Wilson *et al.* 1999). A variância foi estimada utilizando a fórmula:

$$var(N_{total}) = N_{total}^2 \left( \frac{varN}{N^2} + \frac{1-\sigma}{n\sigma} \right)$$

Onde  $n$  é o número total de animais (marcados e lisos) a partir do qual  $\sigma$  foi estimado.

Para analisar a fidelidade à área e padrões de residência, consideramos somente o primeiro encontro de cada indivíduo por dia, para minimizar a probabilidade de dependência entre os dados. A fidelidade à área é a tendência de certos indivíduos retornarem ao mesmo local múltiplas vezes, ou permanecerem em um local por

prolongado período de tempo, como ocorre com áreas de reprodução e de alimentação (White & Garrot, 1990). Para investigar a presença de indivíduos identificados na área de estudo ao longo do tempo, i.e., a fidelidade da espécie à área, foram calculados, de acordo com Parra *et al.* (2006): a taxa de encontro mensal, razão do número de meses que um boto-cinza foi identificado para o número total de meses em que pelo menos uma amostragem foi conduzida; a taxa de encontro anual, razão do número de anos civis que um boto-cinza foi identificado para o número de anos amostrados. Potencialmente, as taxas de encontro mensais variaram entre 0,028 (i.e., animais encontrados em somente um dos 36 meses totais amostrados) e um para indivíduos avistados todos os meses. As taxas de encontro anuais variaram de 0,25 (i.e., animais encontrados em somente um ano do total de quatro anos amostrados) a um para indivíduos presente durante os quatro anos de estudo.

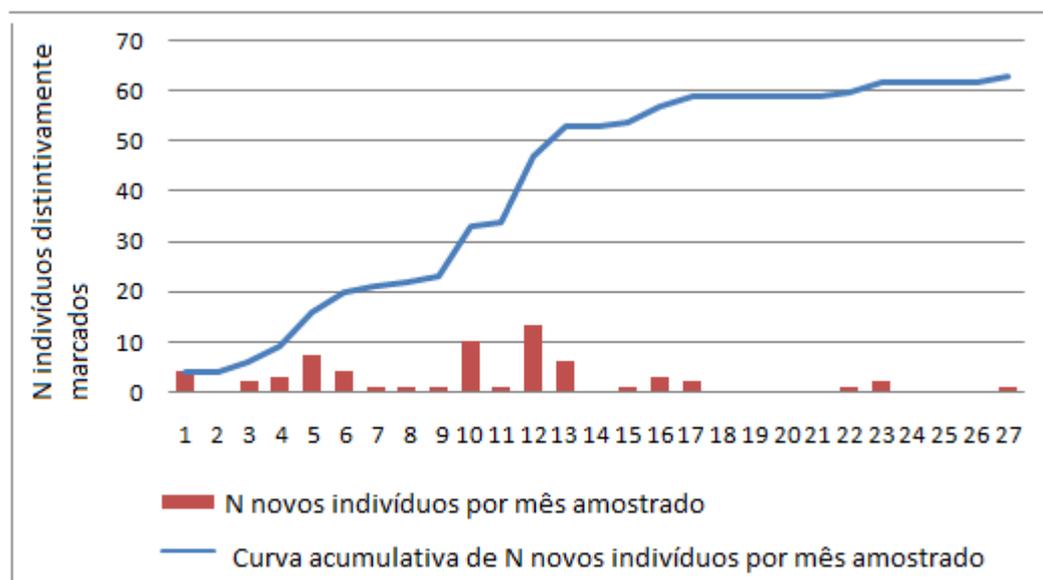
A definição utilizada para determinar a residência neste estudo foi a estabelecida por Ballance (1990): somente os indivíduos encontrados em uma ocasião foram considerados não-residentes. O grau de residência de cada indivíduo foi avaliado considerando três diferentes aspectos: faixa da frequência que um animal foi encontrado na área; o tempo de intervalo entre o primeiro e último encontro; e intervalo do tempo médio entre cada encontro de cada indivíduo. Analisando estas três características em conjunto, foi possível concluir sobre o grau de residência (baixo, médio ou alto) de cada indivíduo com notas de 1 a 3 para cada característica, sendo 1 baixo, 2 médio e 3 alto e a nota média para definir o grau de residência de um indivíduo (tabela 1).

**Tabela 1. Classificação do grau de residência em função do número de capturas, o período de residência máxima e o intervalo entre meses de capturas**

Grau de residência	Meses de captura	Período de residência máxima (meses)	Intervalo entre meses de captura
Baixo = 1	2-12	2-9	11-16
Médio = 2	13-24	10-17	6-10
Alto = 3	25-37	18-26	0-5

## RESULTADOS

Foram identificados e catalogados 63 indivíduos entre 2012 e 2015. Indivíduos foram identificados em 27 dos 36 meses de amostragem. A curva cumulativa dos indivíduos fotoidentificados tende a estabilizar após 17 meses, sugerindo que a maior parte dos animais identificáveis foram fotografados. (Figura 1).



**Figura 1** Curva cumulativa do número de novos indivíduos capturados; X: Número de amostras (em meses); Y: número de indivíduos identificados

Entre os modelos RD testados, o modelo de sobrevivência variando ao longo do tempo e sem emigração temporária foi o mais parcimonioso (Tabela 2). O modelo apresentou o valor de AICc 474,9358 delta AICc de 0. Para a análise, o período de quatro anos de encontros primários foi testado dividido em dois períodos de probabilidade de captura e recaptura ou não. Isso dado diferenças nos delineamentos amostrais entre os dois primeiros anos e os dois últimos, como área observada, trajeto do transecto linear, observador responsável por busca visual e coleta de dados. Considerando uma população sem emigração temporária, a população total da região é representada através da população amostrada.

**Tabela 2. Modelos testados para emigração temporária através do programa MARK; s: taxa de sobrevivência; t: tempo; (.): constante; p: probabilidade de captura; c= probabilidade de recaptura; (p=c: comportamento dos indivíduos não varia); y: probabilidade de emigração temporária; y': indivíduos fora da amostragem, que permanecem fora na amostragem seguinte; y'': indivíduos dentro da amostragem que ficam fora na amostragem seguinte; p=c variando em dois períodos; tipos de emigração temporária: sem emigração, emigração aleatória, emigração markoviana.**

Modelo	AICc	Delta AICc	Peso de AICc	Probabilidade do Modelo	Num. Par	Desvio
{s(t), y',y''(t), p=c(t), sem emig}	474,9358	0	0,67068		1	21 476,7036
{s(t), y',y''(.), p=c(.), emig markoviana}	477,9661	3,0303	0,1474	0,2198	10	505,8793
{s(.), y=y''(t),p=c (t),emig aleator}	480,1057	5,1699	0,05057	0,0754	22	479,3308
{s(t), y=y''(t),p=c (t),emig aleator}	480,9555	6,0197	0,03306	0,0493	25	472,372
{s(t), y=y''(t), p=c(.),emig aleator}	481,7743	6,8385	0,02196	0,0327	10	509,6874
{s(t), y',y''(.), p=c (t), emig aleator}	482,9375	8,0017	0,01227	0,0183	22	482,1625
{s(t)y',y''(t),p=c(t), emig markoviana}	482,9696	8,0338	0,01208	0,018	26	471,7212
{s(t), y',y''(.), p=c(t), sem emig}	482,9722	8,0364	0,01206	0,018	21	484,7399
{s(t), y',y''(t), p=c(.), emig markoviana}	483,3046	8,3688	0,01022	0,0152	10	511,2177
{s(.), y',y''(.), p=c(.), emig markoviana}	483,4992	8,5634	0,00927	0,0138	13	504,5969
{s(t), y',y''(.), p=c(.), sem emig}	484,6025	9,6667	0,00534	0,008	7	519,1124
{s(t), y=y''(.),p=c(.),emig aleator}	485,1877	10,2519	0,00398	0,0059	8	517,5223
{s(.), y=y''(t), p=c(.),emig aleator}	485,4284	10,4926	0,00353	0,0053	8	517,763
{s(.), y',y''(t), p=c (t), sem emig}	486,3219	11,3861	0,00226	0,0034	19	493,0878
{s(.), y',y''(.), p=c(t), sem emig}	486,3219	11,3861	0,00226	0,0034	19	493,0878
{s(.), y',y''(t), p=c(t), emig markoviana}	486,3266	11,3908	0,00225	0,0034	25	477,743
{s(t), y',y''(.), p=c(t), emig markoviana}	489,6855	14,7497	0,00042	0,0006	25	481,1019
{s(.), y=y''(.),p=c(t),emig aleator}	491,6768	16,741	0,00016	0,0002	20	495,958
{s(t), y'=y''(t), p=c(.), sem emig}	491,7003	16,7645	0,00015	0,0002	7	526,2101
{s(.), y=y''(.), p=c(.), emig aleator}	494,5839	19,6481	0,00004	0,0001	6	531,2458
{s(.), y',y''(t), p=c(.), sem emig}	496,2516	21,3158	0,00002	0	5	535,0429
{s(.), y',y''(.), 2(p=c(.), sem emig}	496,2516	21,3158	0,00002	0	5	535,0429
{s(t), y',y''(t), p=c(.), emig markoviana}	498,1002	23,1644	0,00001	0	11	523,7664
{s(.), y',y''(.), p=c (t), emig markoviana}	498,8194	23,8836	0	0	23	495,472

O tamanho populacional dos indivíduos distintivamente marcados foi estimado por ano, utilizando o modelo que considera a população sem emigração (Tabela 3). Posteriormente foi incorporada a proporção dos indivíduos não marcados na população para concluir sobre o tamanho total da população (Tabela 4).

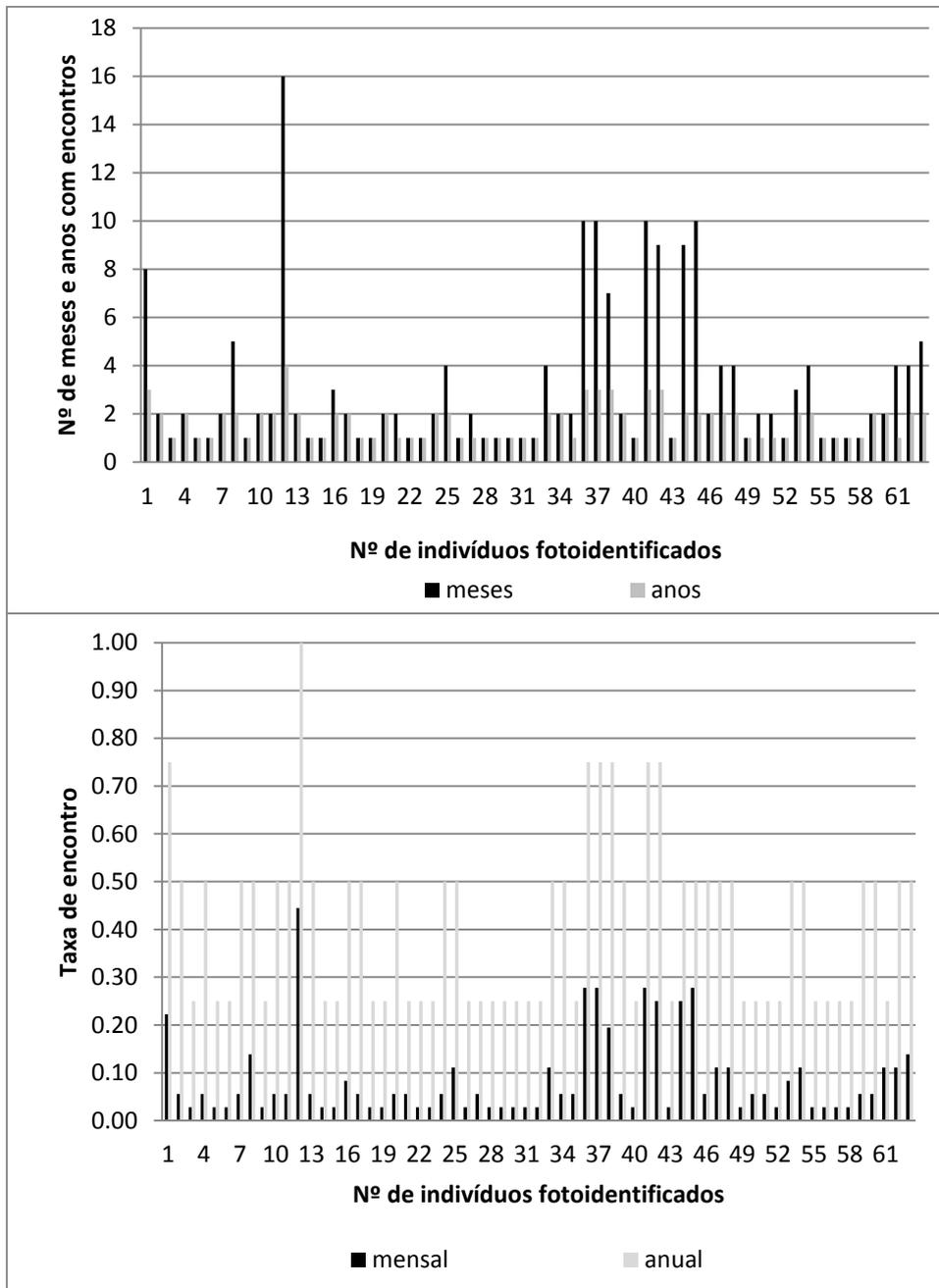
**Tabela 3. Estimativas dos Parâmetros Derivados: Estimativas Populacionais dos indivíduos distintivamente marcados de  $\{s(t), y', y''(t), p=c(t)$ , sem emigração temporária}, isto é, sem ocorrência de emigração temporária, com taxa de sobrevivência variando no tempo e probabilidade de detecção igual à probabilidade de recaptura, variando no tempo e dividida em dois períodos, com intervalo de confiança de 95%; N: Abundância de indivíduos marcados;  $\phi$ : taxa de sobrevivência;  $1-\beta$ : probabilidade de detecção de abrupto declínio populacional**

Período	N	Desvio		$\phi$	$(1-\beta)$
		Padrão	Mínimo Máximo		
2012	29,8	3,36	25,26 39,15	0,5288	0,97
2013	53,8	3,36	49,26 63,15	0,4816	0,98
2014	15,34	1,84	13,21 21,16	1,0	-0,3026
2015	30,4	1,84	28,21 26,16	-	-

**Tabela 4. Estimativa do tamanho populacional total através da incorporação da proporção de indivíduos marcados contados na população ( $\sigma$ ), sendo incluso assim os indivíduos não marcados na estimativa populacional**

Ano	N indivíduos marcados estimado	Coefficiente de variação (CV)	$\sigma$	N população total	Var (Ntotal)
2012	29,8	0,11	0,84	35,48	44,59
2013	53,8	0,06	0,71	75,32	20,35
2014	15,34	0,12	0,74	20,62	3,01
2015	30,4	0,06	0,71	42,64	12,19

Vinte e quatro botos-cinza foram identificados apenas uma vez durante todo o período de estudo (38%) (Figura 2a). No entanto, 39 botos apresentaram fidelidade à área em mais de um ano civil (62%) (Figura 2a). A maior parte dos animais identificados tiveram encontros relativamente infreqüentes (média  $\pm$  DP= 0,86  $\pm$  0,0009 encontros por mês) (Figura 2b). Entretanto, taxas de encontro anual indicam que muitos dos animais foram vistos em mais do que um ano civil (0,41 $\pm$  0,03 encontros por ano) (Figura 2b).



**Figura 2. Encontros de 63 botos-cinza identificados em Ilhéus entre 2012 e 2015: (a) número de meses e anos em que cada indivíduo foi encontrado (b) número de meses e anos que um indivíduo foi identificado em proporção ao número total de meses e anos amostrados.**

Os indivíduos residentes foram avistados de 2 a 16 meses diferentes (tabela 5).

**Tabela 1** *Frequência de botos-cinza fotoidentificados residentes (N=39) e não-residentes (N=24) em Ilhéus entre 2012 e 2015.*

Meses de encontro	N de indivíduos	Frequência
1	24	38%
2	19	30%
3	2	3%
4	7	11%
5	2	3%
7	1	2%
8	1	2%
9	2	3%
10	4	6%
16	1	2%

O intervalo entre o primeiro e o último encontro dos 39 indivíduos residentes variou entre 2 e 26 meses. 23 indivíduos apresentaram um período de residência máxima entre 2 a 12 meses (59%). Alguns dos botos-cinza residentes foram vistos entre 13 e 24 meses (N=15; 24%) e um único indivíduo foi observado com residência máxima de 26 meses (3%). A média do número de meses entre o primeiro e o último encontro foi de 11 meses ( $\pm 5,8$  meses). O intervalo médio entre dois encontros de um indivíduo residente foi de 6 meses ( $\pm 4$  meses).

Foi observado para estes indivíduos identificados o intervalo médio de encontros entre 6 e 10 meses (N=18; 46%). No entanto, 16 indivíduos apresentaram intervalos médios entre encontros variando de 0 (encontros sem intervalo, i.e., entre meses consecutivos) a 5 meses (41%). Somente 5 indivíduos apresentam intervalo médio entre encontros de 11 a 16 meses (13%).

De acordo com estas características analisadas em conjunto, a média das notas em cada característica resultou na classificação do grau de residência dos indivíduos, em que 49% apresentaram baixo grau de residência (N=19); 46% obtiveram médio grau de residência (N=18); e apenas dois indivíduos (5%) apresentaram alto grau de residência.

## DISCUSSÃO

A maior abundância populacional total do boto-cinza em Ilhéus foi estimada em 2012 e a menor em 2015, com progressivo decréscimo entre os anos amostrados, chegando no

último ano de amostragem a metade do tamanho populacional estimado no primeiro ano. No entanto, o delineamento e a análise dos últimos dois anos permitiu uma maior precisão nos dados e um menor coeficiente de variação. Sob a influência de fatores dependentes da densidade, as populações tendem a aumentar ou diminuir em direção a valores de equilíbrio determinados pelas capacidades de suporte de seus ambientes (Ricklefs, 2003).

Considerando o período amostral de curta escala temporal, é possível que a população se apresente dentro de seu ciclo periódico populacional. As flutuações observadas seriam então parte dos ciclos populacionais que resultam de retardos no tempo na resposta das populações às suas próprias densidades. Inclusive, no estudo de Cantor *et al.* (2012) entre 2002 e 2009, a população de boto-cinza no estuário do rio Caravelas também reduziu a metade (316 a 141 total de animais encontrados). Além disso, para os pequenos cetáceos, flutuações na disponibilidade de presas ou variações no uso do habitat inevitavelmente interferem na dinâmica alimentar destes predadores e em seus parâmetros demográficos tais como abundância populacional (Wells, 1980; Di Benedetto *et al.*, 2010). Assim, a variação da abundância populacional é provavelmente resultante das dinâmicas intrínsecas das respostas populacionais e influenciada pela flutuação das condições ambientais que se relacionam diretamente com desempenho dos indivíduos ou com o suprimento de presas.

Além destes, atividades antropogênicas como poluição, pesca e intenso tráfego de embarcações podem estar influenciando a dinâmica populacional da espécie na região. Na presente área de estudo, foi observado um abrupto declínio populacional em dois dos anos amostrados. Um estudo específico para verificar os impactos antropogênicos sobre a população, incluso uma avaliação do estoque pesqueiro devem ser desenvolvidos. Além disso, um estudo de fotoidentificação sistemático do boto-cinza na região devem continuar até uma estabilização mais longa da curva cumulativa do número de novos indivíduos identificados ao longo dos meses amostrados.

Apesar dos indivíduos identificados serem infreqüentes de acordo com suas taxas de encontro mensais, suas taxas de encontro anual indicam que muitos dos animais foram observados em mais de um ano. Aparentemente, existe uma flutuação no número de indivíduos identificados e em seus tempos gastos na região de Ilhéus. Além disso, a maior parte da população apresenta certo grau de residência, ainda que em geral seja baixa ou média. Tal fato sugere que esta população tem uma estrutura fluida, com diferentes indivíduos compondo a população ao longo do tempo. A larga proporção de indivíduos não-residentes, i.e., avistados apenas uma vez (Ballance, 1990), indica que muitos indivíduos gastam a maior parte do tempo fora da área estudada, seja em águas adjacentes ou alto

mar (offshore) (Parra *et al.*, 2006). Esse resultado confronta o modelo estatístico selecionado por melhor se ajustar à população, considerando esta sem emigração temporária, porque não capturou-se o retorno. No entanto, com a taxa de sobrevivência varia ao longo do tempo.

Semelhantes características ambientais da paisagem e resultados foram observadas para a população de *S. guianensis* no estuário do rio Caravelas, localizado há pouco mais de 300 km de distância da área estudada (Rossi-Santos *et al.*, 2007). Neste, foram observados uma residência máxima para a espécie de 3 anos e variados graus de residência, indicando que alguns indivíduos deixam temporariamente a área e outros utilizam regularmente. No presente estudo houve a residência máxima de um indivíduo identificado por 4 anos, sendo registrado este por 7 anos na presente área de estudos (resultado retirado da presente análise por padronização dos dados; ver Le Pendu *et al.*, 2015). Além deste, outros potenciais habitats próximos como o estuário em Canavieiras (90 km de distância) podem estar sendo usados pela espécie dada sua aparente estrutura mais fluida na região. Nesta região, esforços amostrais também têm sido realizados.

No entanto, no estudo de Espécie *et al.* (2010) indivíduos avistados em um período superior a três meses indicavam um alto grau de residência. Neste estudo, o médio grau de residência foi entre 13 e 24 meses e alto grau de residência foi considerado entre 25 e 37 meses. Entretanto, a falta de um método padrão para análises de residência faz a comparação com resultados em outras áreas mais difícil. Alguns estudos têm observado que o *Sotalia guianensis* apresenta residência de longo prazo em algumas áreas específicas ao longo da costa brasileira (Flores *et al.*, 1999; Azevedo *et al.*, 2004; Flores & Bazzalo, 2004; Rossi-Santos *et al.*, 2007; Nery *et al.*, 2008; Espécie *et al.*, 2010). Em geral, a abundância, distribuição e disponibilidade de recursos em um certo hábitat determinam o tamanho da extensão da área de vida de uma espécie (Ballance, 1992). Inclusive, dados sugerem que a taxa de residência do boto-cinza é mais alta em seu limite mais ao sul do Brasil do que em outros lugares (maior abundância de presas), apesar de seu grau de residência também variar na Baía Norte (SC) (Flores *et al.*, 1999).

Estimativas da densidade e abundância da espécie são prioridade em áreas onde existe pouca ou nenhuma informação biológica sobre as espécies, ou que as espécies estejam sendo afetadas por atividades humanas (Santos *et al.*, 2010). O nível de fidelidade de uma espécie à uma área tem influencia da disponibilidade de presas na região (Azevedo *et al.*, 2004; Espécie *et al.*, 2010). Animais que apresentam residência e fidelidade à áreas antropogenicamente impactadas podem representar complicações para sua conservação e merecem atenção. A diminuição na abundância populacional ao longo dos anos deve ser

seriamente levada em consideração, e torna-se essencial a criação de um plano de manejo para a espécie no local, especialmente devido a poluição hídrica (Klumpp *et al.*, 2002; Fidelman, 2005) e intenso tráfego de embarcações afetando os comportamentos de superfície da espécie (Santos *et al.*, 2013).

## REFERÊNCIAS

- Akaike H.** (1974) A new look at the statistical model identification. System identification and time series analysis. Automatic Control - AC. *IEEE Trans Biomed Engineer*, 19: 716–723. DOI: [http://refhub.elsevier.com/S0967-0645\(14\)00269-0/](http://refhub.elsevier.com/S0967-0645(14)00269-0/).
- Altmann J.**(1974) Observational study of behavior: sampling methods. Laboratory of Animal Behavior, University of Chicago, Chicago, Illinois, U.S.A. 266p.
- Azevedo A.F., Lailson-Brito J. Jr, Cunha H.A. and Van Sluys M.** (2004) Site fidelity of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of Cetacean Research and Management* 6, 265–268.
- Azevedo A.F., Viana S.C., Oliveira A.M. and Van Sluys M.** (2005). Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85, 209-212.
- Ballance L.T.** (1990) Residence patterns, group organization and surface association of bottlenose dolphins in Kino Bay, Gulf of California, Mexico. In Leatherwood S. and Reeves R.R. (eds) *The bottlenose dolphin*. San Diego: Academic Press, pp. 267–284.
- Ballance L.T.** (1992) Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science* 8, 262–274.
- Baker J.D., Harting A.L., Johanos T.C.** (2006) Use of discovery curves to assess abundance of Hawaiian monk seals. *Marine Mammal Science*, 1-15. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2006.00061.x
- Bearzi G., Agazzi S., Bonizzoni S., Costa M. and Azzellino A.** (2008) Dolphins in a bottle: Abundance, residency patterns and conservation of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf, Greece. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18 (2), 130-146.
- Bel'kovich V.M., Ivanova E.E., Yefremenkova O.V., Kozarovutsky L.B. and Kharitonov S.P.** (1991) Searching and hunting behavior in bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*)

in the Black Sea. In: Pryor K. and Norris K.S. (Eds.) *Dolphin Societies – Discoveries and Puzzles*, San Diego, University of California Press.

**Bouveroux T., Tyson R.B., Nowacek D.P.** (2014) Abundance and site fidelity of bottlenose dolphins in coastal areas near Panama City, Florida. *Journal of Cetacean Research Management* 14, 37-42.

**Bradford A.L., Wade P.R., Weller D.W., Burdin A. M., Ivashchenko Y.V., Tsidulko G.A., Vanblaricom G.R. and Robert L.** (2006) Survival estimates of western gray whales *Eschrichtius robustus* incorporating individual heterogeneity and temporary emigration. *Marine Ecology Progress Series* 315, 293-307.

**Campbell G.S., Bilgre B.A. and Defran R.H.** (2002) Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Turneffe Atoll, Belize: occurrence, site fidelity, group size and abundance. *Aquatic Mammals* 28 (2), 170-180.

**Campos P.G., Fernandes M.F., Marques V.C.L and Simão S.M.** (2004) Estimativa populacional de *Sotalia fluviatilis* (GERVAIS, 1853) da Baía de Sepetiba (RJ). *Revista Universidade Rural – Série Ciências da Vida* 24 (2), 175-180.

**Campos T.M.** (2012) Ecologia alimentar do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), no estado do Ceará, Brasil. *Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Paraná*, 83 p.

**Cantor M., Wedekin L.L., Daura-Jorge F.G., Rossi-Santos M.R. and Simões-Lopes P.C.** (2012) Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): An eight-year mark-recapture study. *Marine Mammal Science* 28 (1), 63-83.

**Carr T. and Bonde R.K.** (2000) Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) occurs in Nicaragua, 800 km North of its previously known range. *Marine Mammal Science* 16 (2), 447-452.

**Chilvers B.L. and Cockeron P.J.** (2003) Abundance of Indo-Pacific bottlenose dolphins, *Tursiops aduncus*, off Point Lookout, Queensland, Australia. *Marine Mammals Science* 14 (4), 655-675.

**Cooch E.G. and White G.C.** (2015) Program MARK - a gentle introduction. 13<sup>TH</sup> Edition. 1014p.

- Cremer M.J., Hardt F.A.S., Tonello Júnior A.J. and Simões-Lopes P.C.** (2004) Core areas changes in *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) population in Babitonga Bay, Santa Catarina. *Revista Univille* 9, 130-134.
- Daura-Jorge F.G., Wedekin L.L. and Simões-Lopes P.C.** (2004) Variação sazonal na intensidade dos deslocamentos do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. *Biotemas* 17, 203-216.
- Daura-Jorge F.G., Rossi-Santos M., Wedekin L.L. and Simões-Lopes P.C.** (2007) Behavioral pattern and movement intensity of *Sotalia guianensis* (P. J. Van Beneden, 1864) (Cetacea: Delphinidae) in two different areas on Brazilian coast. *Revista Brasileira de Zoologia* 24, 265-270.
- Daura-Jorge F.G., Wedekin L.L. and Simões-Lopes P.C.** (2011) Feeding habits of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. *Scientia Marina* 5(1), 163-169.
- Di Benedetto A.P.M. and Siciliano S.** (2007) Stomach contents of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) from Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 87, 253-254.
- Di Benedetto A.P.M, Siciliano S. and Ramos, R.M.A.** (2010) Cetáceos – Introdução à biologia e a metodologia básica para o desenvolvimento de estudos. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; Escola Nacional de Saúde Pública, 100p. ISBN: 987-85-88026-48-3.
- Eça G.F., Lopes J.B.B.S., Landim M.F.S. and Belém A.L.** (2014) Dissolved inorganic nutrients and chlorophyll on the narrow continental shelf of eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 62(1), 11-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592014051306201>.
- Espécie M.D.A., Tardin R.H.O. and Simão S.M.** (2010) Degrees of residence of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilha Grande Bay, South-eastern Brazil: a preliminary assessment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90 (8), 1633-1639.
- Fidelman P.I.J.** (2005) Contribuição para mitigação dos impactos da macrófita aquática *Eichhornia Crassipes* sobre a zona costeira da Região Sul da Bahia. *Gestão Costeira Integrada* 4, 1–5.

- Filla G.F. and Monteiro-Filho E.L.A.** (2009) Monitoring tourism schooners observing estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) in the estuarine complex of Cananeia, south-east Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19 (7), 772-778.
- Flores P.A.C.** (1999) Preliminary results of a photo-identification study of marine tucuxi *Sotalia fluviatilis* in southern Brazil. *Marine Mammals Science* 15, 840-847.
- Fujiwara M. and Caswell H.** (2002) Temporary emigration in mark-recapture analysis. *Ecology* 83, 3266-3275.
- Geise L., Gomes N., Cerqueira, R.** (1999) Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59, 183–194.
- Gope C., Kehtarnavaz N., Hillman G. and Würsig B.** (2004) An affine invariant curve matching method for photo-identification of marine mammals. *Pattern Recognition* 38, 125-132.
- Hammond P.S.** (2010) Estimating the abundance of marine mammals. In Boyd L.L., Bowen D.W. and Iverson S.J. (Eds). *Marine Mammal Ecology and Conservation*, Oxford University Press. 42-67.
- ICMBio** (2014) LISTA DE ESPÉCIES AMEAÇADAS. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014 (espécies terrestres e mamíferos aquáticos). Acessado em 02 de maio de 2015 às 14:16.
- Kendall W.L., Pollock K.H. and Brownie C.** (1995) A likelihood-based approach to capture– recapture estimation of demographic parameters under the robust design. *Biometrics* 51, 293–308.
- Kendall W.L., Nichols J.D. and Hines J.E.** (1997) Estimating temporary emigration using capture–recapture data with Pollock’s robust design. *Ecology* 78, 563–578.
- Kendall W.L., Langtimm C.A., Beck C.A. and Runge M.C.** (2004) Capture-recapture for estimating manatee reproductive rates (*Trichechus manatus*). *Marine Mammal Science* 20 (3), 424-437.
- Klumpp A., Bauer B.K., Gerstein C.F. and Menezes M.** (2002) Variation of nutrient and metal concentration in aquatic macrophytes along the Rio Cachoeira in Bahia (Brazil). *Environment International* 28, 165-171.

- Knoppers B., Ekau W. and Figueiredo A.G.** (1999) The coast and shelf of East and Northeast Brazil and material transport. *Geo-Marine Letters* 19 (3), 171–178.
- Lettink M. and Armstrong D.P.** (2003) An introduction to using mark-recapture analysis for monitoring threatened species. *Department of Conservation Technical Series* 28A, 5-32.
- Lewis J. and Schroeder W.** (2003) Mud plume feeding, a unique foraging behavior of bottlenose dolphin in the Florida Keys. *Gulf Mexico Science* 21(1), 92-97.
- Lima A. and Le Pendu Y.** (2014) Evidence for signature whistles in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, northeastern Brazil. *Journal of Acoustical Society of America* 136 (6), 3178–3185. DOI: <http://dx.doi.org/10.1121/1.4900829>.
- Lopes X.M., Silva E., Bassoi M., Santos R.A. and Santos M.C.O.** (2012) Feeding habits of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, from South-eastern Brazil: new items and a knowledge review. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 92 (8), 1723-1733.
- Monteiro-Filho E.L.A.** (1995) Pesca interativa entre o golfinho *Sotalia fluviatilisguianensis* e a comunidade pesqueira da região de Cananéia. *Boletim do Instituto de Pesca* 22 (2), 15-23.
- Monteiro M.S., Souto A. and Nascimento L.F.** (2006) Comparações entre os comportamentos de forrageio nas diferentes faixas etárias do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea; Delphinidae) na Baía dos Golfinhos, Praia de Pipa, RN, Brasil. *Revista de Etologia* 8(1), 13-25.
- Nery M.F., Espécie M.A. and Simão S.M.** (2008) Site fidelity of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25, 182–187.
- Nery M.F., Simão S.M. and Pereira T.** (2010) Ecology and behavior of estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, South-eastern Brazil. *Journal of Ecology and Natural Environment* 2 (9), 194-200.
- Nicholson K., Lars B., Allen S.J., Krutzen M. and Pollock K.H** (2012) Abundance, survival and temporary emigration of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) off Useless Loop in the western gulf of Shark Bay, Western Australia. *Marine and Freshwater Research* 63 (11),1059-1068.

- Otis D.L., Burnham K.P., White G.C., Anderson D.R.** (1978) Statistical inference from capture data on closed animal population. *Wildlife Monographs* 62, 1–135.
- Pansard K.C.A., Gurgel H.C.B., Andrade L.C.A. and Yamamoto M.E.** (2011) Feeding ecology of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Rio Grande do Norte, Brazil. *Marine Mammal Science* 27 (4), 673-687. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2010.00436.x
- Parra G.J., Corkeron P.J. and Marsh H.** (2006) Population sizes, site fidelity and residence patterns of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins: implications for conservation. *Biological Conservation* 129, 167–180.
- Pollock K.H.** (1982) A capture–recapture design robust to unequal probability of capture. *Journal of Wildlife Management* 46, 757–760.
- Pollock K.H., Nichols J.D., Brownie C. and Hines J.E.** (1990) Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* 107, 1–98.
- Randi M.A.F., Rassolin P., Rosas F.C.W. and Monteiro-Filho E.L.A.** (2008) Padrão de cor de pele in **Monteiro-Filho E.L.A. and Monteiro K.D.K.A.** (Eds) *Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-cinza*. Câmara Brasileira do Livro, São Paulo, 11-16.
- Ricklefs R. E.** (2003) Crescimento e regulação populacional in *A Economia da Natureza*, Editora Guanabara Koogan S.A., 5ª edição, 250-276.
- Rosas F.C.W., Marigo J., Laeta M. and Rossi-Santos M.R.** (2010) Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8 (1-2), 57-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00154>.
- Rossi-Santos M.R., Wedekin L.L. and Monteiro-Filho E.L.A.** (2007) Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River estuary, eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 87, 207-212.
- Rossi-Santos M.R. and Flores P.A.C.** (2009) Feeding Strategies of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis*. *The Open Marine Biology Journal* 3, 70-76.
- Rossi-Santos M.R., Wedekin L.L. and Monteiro-Filho E.L.A.** (2010) Habitat use of the guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8(1-2), 111-116, <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00159>

- Santos M.C.O., Acuña, L.B. and Rosso S.** (2001) Insights on site fidelity and calving intervals of marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 81, 1049-1052.
- Santos M.C.O. and Zerbini A.N.** (2006) Abundance estimates of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) in Cananéia estuary, southeastern Brazil. Page 51 in **Siciliano S., Brobia M., Barros N.B., Marques F., Trujillo F., Flores P.A.C. (Eds)** Book of Abstracts, Workshop on Research and Conservation of genus *Sotalia*, 19-23 June 2006, Armação de Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8(1-2) (supplement). <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00147.a041>
- Santos M.C.O., Rosso S., Santos R.A., Lucato S.H.B. and Basso M.** (2002) Insights on small cetacean feeding habits in southeastern Brazil. *Aquatic Mammals* 28, 38-45.
- Santos M.C.O., Cremer M.J., Secchi E.R., Flach L., Filla G., Hubner A. and Dussán-Duque, S.** (2010) Report of the Working Group on population abundance and density estimation. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8 (1-2), 39-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00152>.
- Santos M.S., Schiavetti A. and Alvarez M.R.** (2013) Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41(1), 80-88. DOI: 103856/vol41-issue1-fulltext-6.
- Sarasota Dolphin Research Program.** (2006) Manual for Field Research and Laboratory Activities. *Sarasota*, 60 p.
- Secchi P.** (2014) *Sotalia guianensis*. The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 02 May 2015.
- Shane S.H.** (1995) Relationship between pilot whales and Risso's dolphin at Santa Catalina Island, California, USA. *Marine Ecology Progress Series* 123, 5-11.
- Shane S.H., Wells R.S. and Würsig B.** (1986) Ecology, behavior and social organization of bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammals Science* 2, 34-63.
- Silva M.A., Magalhães S., Prieto R., Santos R.S. and Hammond P.S.** (2009) Estimating survival and abundance in a bottlenose dolphin population taking into account transience and temporary emigration. *Marine Ecology Progress Series* 392, 263-276.

- Simão S.M., Pizzorno J.L.A., Perry V.N. and Siciliano S.** (2000) Aplicação da técnica de fotoidentificação do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis*(Cetacea, Delphinidae), da Baía de Sepetiba. *Floresta e Ambiente* 7, 31-39.
- Simões-Lopes P.C.** (1988) Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 1 (1), 57-62.
- Smith B.D. and Reeves R.R.** (2012) River Cetaceans and Habitat Change: Generalist Resilience or Specialist Vulnerability? *Journal of Marine Biology*, 1-11. DOI: 10.1155/2012/718935
- Smolker R.A., Richards A.F., Connor R.C. and Pepper J.W.** (1992) Sex differences in patterns of association among Indian Ocean bottlenose dolphins. *Behavior* 123 (1-2), 38-69.
- Sutherland W.J.** (2006) The Conservation Handbook. 2nd Edition, *Blackwell Science*.
- Tyne J.A., Pollock K.H., Johnston D.W. and Bejder L.** (2014) Abundance and Survival Rates of the Hawaii Island Associated Spinner Dolphin (*Stenella longirostris*) Stock. *PLoS ONE* 9(1), 1-10. DOI:10.1371/journal.pone.0086132.
- Wedekin L.L., Daura-Jorge F.G. and Simões-Lopes P.C.** (2007) 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* 67, 1–8.
- Wedekin L.L., Daura-Jorge F.G. and Simões-Lopes P.C.** (2010) Habitat preferences of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90, 1561-1570.
- Wells R.S., Irvine A.B. and Scott M. D.** (1980) The social ecology of inshore odontocetes, 263-317. In HERMAN, L. M. (Eds.) *Cetacean Behaviour: Mechanisms and Functions*. John Wiley & Sons, New York. xiii+463p.
- White G.C. and Garrot R.A.** (1990). Analysis of wildlife radio-tracking data. New York: Academic Press.
- Williams B.K., Nichols J.D. and Conroy M.J.** (2002). Analysis and Management of Animal.

- Wilson B., Hammond P.S. and Thompson P.M.** (1999) Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological Applications* 9, 288–300.
- Würsig B. and Würsig M.** (1979) Behavior and ecology of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fisher Bulletin, California* 77, 399-412.
- Würsig B. and Würsig M.** (1980) Behavior and ecology of dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, in the South Atlantic. *Fisher Bulletin, California* 77, 871-890.

## CONCLUSÃO GERAL

Através deste estudo foi possível observar diferenças no tamanho populacional de *Sotalia guianensis* de acordo com os diferentes habitats. A espécie apresentou uma distribuição heterogênea, com diferença significativa na densidade populacional, mais elevada no habitat abrigado. De uma forma geral, o habitat abrigado possuiu características que favoreceram a ocorrência da espécie. Em uma escala local, pode-se considerar que o habitat abrigado possuiu maior disponibilidade de recurso, e por isso suportou uma maior abundância de indivíduos da espécie. No entanto, levando em consideração a especialização de habitat da espécie, característica desta que já tem sido fortemente descrita, é plausível propor que a preferência do boto cinza por habitats abrigados revele uma adaptabilidade da espécie à esse tipo de habitat. Considerando que a espécie tem sido descrita utilizando áreas protegidas principalmente para alimentação, inclusive como foi observado no presente estudo, sugere-se que o forrageamento da espécie seja apto à áreas costeiras e abrigadas, o que limita a expansão de sua distribuição para além das isóbatas de maior profundidade. É possível que o boto cinza utilize um método de forrageamento através da captura de presas por encurralamento do cardume, o que é favorecido em áreas rasas e que funcionem como barreira. Assim, habitats abrigados aumentariam a eficiência de forrageamento da espécie, e não seriam apenas áreas com maior disponibilidade de recurso. Em uma observação em larga escala sobre a distribuição do boto cinza atualmente descrita, uma adaptação do forrageamento da espécie à habitats protegidos, como a captura de presas através do 'método de barreira', poderia explicar a limitação de sua distribuição à ambientes costeiros e abrigados. Estudos sobre a dieta da espécie confirmam esta teoria, demonstrando que a maior parte dos itens alimentares do boto cinza formam cardumes e habitam águas estuarinas e rasas. No entanto, são necessários estudos para averiguar se essa característica de forrageamento da espécie através do encurralamento de cardumes seria uma informação passada geneticamente ou através do comportamento.

Os indivíduos observados no presente estudo apresentam ainda residência e fidelidade na área abrigada, demonstrando a importância deste ambiente para a espécie. Apesar da área abrigada ser uma Área de Proteção Ambiental (Parque Municipal Marinho de Ilhéus), não há uma regulamentação sobre o tráfego de embarcações, a sobrepesca ou tampouco uma rígida fiscalização ambiental. Além disso, a espécie sequer possui um plano de manejo na região. Dada a diminuição do tamanho populacional da espécie ao longo dos anos estudados, sugere-se uma análise do fator-chave responsável pela mudança no

tamanho da população, além de mais estudos sobre impactos antropogênicos como captura acidental e poluição da água. Além disso, sugere-se atividades de educação ambiental e mobilização social em prol das espécies marinhas ameaçadas de extinção na região. Por todas as características que o boto cinza apresentou neste estudo, consideramos essencial manter o status de conservação da espécie como vulnerável.

As diferenças entre as estimativas geradas pelos distintos métodos demonstram as dificuldades de estudos com pequenos cetáceos em vida livre. De uma forma geral, a estimativa populacional através do transecto linear tendeu a aumentar a abundância da espécie quando comparada ao método de marcação e recaptura através da fotoidentificação. Isso porque durante os anos de 2014 e 2015 mais grupos foram registrados nos transectos lineares, e no entanto, não tiveram sua fotoidentificação completada. Dos 38 encontros com grupos observados no transecto ao longo de um ano, em apenas 7 meses foi possível a fotoidentificação de todo o grupo observado. Essas diferenças levantam a questão da importância de um delineamento amostral e de uma coleta de dados padronizada para a produção de resultados de qualidade. Considerando que nossa precisão é a precisão de nossos instrumentos utilizados, quanto mais precisa uma estimativa, maior será sua variação, especialmente considerando o objeto observado e descrito, e o objeto real. Assim, são necessários mais estudos para verificar a interferência do método de coleta e análise na estimativa populacional de uma espécie e como isso influencia o conhecimento obtido através de estudos publicados até então.

## ANEXO

### JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION INSTRUCTIONS TO AUTHORS

*Revised May 2015*

*Please read these instructions carefully*

**Manuscripts submitted** to the *JMBA* must be original, not under consideration elsewhere and approved by all authors and institutions prior to submission. Papers should be written in clear succinct English and sentences must not start with an abbreviation. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names must be italicized (not underlined) and their first mention after the Abstract must be followed by the Authority and date in parenthesis when appropriate. Manuscripts should be arranged in the following order: Running Head, Title, Author(s), Address(es), Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Figure Legends, Tables and Appendices.

Manuscripts which do not comply with publication standards of written English will be rejected on submission. Cambridge recommends that authors have their manuscripts checked by an English language native speaker before submission; this will ensure that submissions are judged at peer review exclusively on academic merit. We list a number of third-party services specialising in language editing and / or translation, and suggest that authors contact as appropriate. Use of any of these services is voluntary, and at the author's own expense.  
<http://journals.cambridge.org/action/stream?pageld=8728&level=2&menu=Authors&pageld=3608>

Please note that the journal uses software to screen papers where there is reason to believe that material may not be original. By submitting your paper you are agreeing to any necessary originality checks your paper may have to undergo during the peer review and production processes.

**Submission.** Please submit the manuscript for review to:  
<http://mc.manuscriptcentral.com/jmba>

**Suggested reviewers.** Please suggest the names, institutions and e-mail addresses of up to four potential reviewers. Suggested reviewers should be selected from an INTERNATIONAL (at least three different countries) and not a LOCAL (from author(s) own country or laboratory) group of scientists in the research field of the paper.

**Experimental design.** All studies must have been conducted in accordance with institutional, national and international guidelines concerning the use of animals in research and/or the sampling of endangered species.

**Preparation.** The *JMBA* invites contributions as:

1. Research articles + figures + tables.
2. Reviews of current topics of interest.

**E-mail.** Please provide an e-mail address for the corresponding author. This will appear on the title page of each article.

**Title (bold font).** Should be no more than 20 words with no authorities associated with the species. A running head of not more than 43 characters should be suggested.

**Authors addresses** should follow the title. Use superscript numbers to indicate different addresses.

**Abstracts (italic font).** A concise abstract should outline the scope, main results and conclusion(s) of the paper without discussion or authorities associated with species. Species name(s) will be roman (normal).

**Keywords.** Please provide up to ten key words.

**Headings.** Follow the style and hierarchy for each section as shown below (but see later for taxonomy):

INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS (1st heading, upper case, left justified).

RESULTS (1st heading, upper case, left justified) then:

**The sampled population** (2nd heading, bold, left justified)

DENSITY AND BIOMASS (3rd heading, small caps, left justified) *Reproduction and development* (4th heading, lower case italics, left justified)

DISCUSSION (1st heading, upper case, left justified). Subheadings, if used, should follow the instructions under RESULTS.

ACKNOWLEDGMENTS (1st heading, upper case, left justified). You may acknowledge individuals or organizations that provided advice, support (non-

financial). Formal financial support and funding should be listed in the following section.

**FINANCIAL SUPPORT.** Please provide details of the sources of financial support of all authors, including grant numbers. For example, 'This work was supported by the Medical Research Council (grant number XXXXXXXX)'. Multiple grant numbers should be separated by a comma and space, and where research was funded by more than one agency, the different agencies should be separated by a semi-colon, with 'and' before the final funder. Grants held by different authors should be identified as belonging to individual authors by the authors' initials. For example, 'This work was supported by the Wellcome Trust (A.B., grant numbers XXXX, yyyy), (C.D., grant number ZZZZ); the Natural Environment Research Council (E.F., grant number FFFF); and the National Institutes of Health (A.B., grant number GGGG), (E.F., grant number HHHH)'. Where no specific funding has been provided for research, please provide the following statement: 'This research received no specific grant from any funding agency, commercial or not-for-profit sectors'.

**Genus and species names** should be *italicized* and appear in full at each mention in a new section and if starting a sentence. In italicized text (Abstracts) species names should be normal typeface.

**Citation of literature.** References in the text should refer to the author's name (no initials) and year of publication. Two authors should be cited using '&' (Rainbow & Dellinger, 1993); for more than two authors, the name of the first author followed by '*et al.*' (Lallier *et al.*, 1987). When citing more than one publication use date order and a semi-colon as a separator, e.g. (Mykels & Skinner, 1985a, b; Skinner, 1996; Gorind *et al.*, 1997). The manuscript should be carefully checked to ensure the details of authors and dates cited in the text exactly match those in the reference list. Cross checking of references in the text to the cited literature and vice versa is the responsibility of the author. All literature quoted in the text must be listed in alphabetical and chronological order of author names at the end of each manuscript. When more than one publication with the same first author is cited the following order alphabetically applies: (a) single author, according to publication dates; (b) same author and one co-author; (c) same author and more than one co-author.

The style follows the full name according to the 'World List of Scientific Periodicals' latest edition, London. Titles of journals must be written in **FULL** (not abbreviated) and references to books should include the place of publication and the publisher.

**Dashes.** Hyphen between connecting words; en-dash between ranges e.g. 3–10, B–G, and between opposite words e.g. male–female pairs, size–frequency, etc.

REFERENCES (1st heading, upper case, left justified)

**Journals:**

**Marshall S.M., Nicholls A.G. and Orr A.P.** (1939) On the growth and feeding of young herring in the Clyde. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 23, 427–455.

**Books:**

**Cushing D.H.** (1981) *Fisheries biology, a study in population dynamics*. 2nd edition. Madison: University of Wisconsin Press.

**Chapters from books:**

**Weir B.S.** (1990) Intraspecific differentiation. In Hillis D.M. and Moritz C. (eds) *Molecular systematics*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, pp. 373–410.

**Symposium proceedings:**

**Cinelli F., Fresi E., Mazzella L., Pansini M., Pronzato R. and Svoboda A.** (1977) Distribution of benthic phyto- and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In Keegan B.F., Ceidigh P.O. and Boaden P.J.S. (eds) *Proceedings of the Eleventh European Symposium on Marine Biology, University College, Galway, 5–11 October 1976. Biology of benthic organisms*. Oxford: Pergamon Press, pp. 173–183.

**Book series:**

**El Haj A.J., Whiteley N.M. and Harrison P.** (1992) Molecular regulation of muscle growth over the crustacean moult cycle. In El Haj A.J. (ed.) *Molecular biology of muscle*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 151–165. [SEB Seminar Series, no. 46.]

**Occasional publications:**

**Moore P.G.** (1984) The fauna of the Clyde Sea area. Crustacea: Amphipoda. *University Marine Biological Station Millport, Occasional Publications*, no. 2, 84 pp.

**Reports:**

**Gaard E.** (1987) An investigation of the squid *Loligo forbesi* Steenstrup on Faroe Bank. *International Council for the Exploration of the Sea (CM Papers and Reports)*, CM 1987/K:18, 9 pp.

**Baird Jr F.T.** (1953) Observations on the early life history of the giant scallop (*Pecten magellanicus*). *Research Bulletin. Department of Sea and Shore Fisheries, Maine*, no. 14, 7 pp.

**Theses:**

**Leighton D.L.** (1968) *A comparative study of food selection and nutrition in the abalone, Haliotis rufescens Swainson, and the purple sea urchin, Strongylocentrotus purpuratus Stimpson*. PhD thesis. University of California, San Diego, USA.

**Processing.** Manuscripts will be assessed by an expert Associate Editor and their nominated referees. A decision will be made by the Associate Editor based on the referees' reports and their opinions. Authors will be advised of the decision by e-mail from the ScholarOne system via <http://mc.manuscriptcentral.com/jmba>. If papers are sent back to the authors, for revision and for checking editorial corrections, they must be returned within three weeks. The acceptance date will appear on the first page of the published manuscript.

**Revised manuscripts** and figures must be uploaded to: <http://mc.manuscriptcentral.com/jmba>

**Proofs.** The corresponding author will receive the proofs by e-mail as PDF files. Authors should send proof corrections by e-mail to the administrator.

**Offprints.** The contributing author will be provided with a PDF file of their article on publication. Extra printed offprints must be ordered before publication using the form provided with the proof.