

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE

Amanda Fernandes

**ESTUDO DA OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE TARTARUGAS  
MARINHAS EM ILHABELA - LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO  
PAULO.**

ILHÉUS – BAHIA  
2015

AMANDA FERNANDES

**ESTUDO DA OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS  
EM ILHABELA - LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Ecologia e Conservação da  
Biodiversidade da Universidade Estadual de Santa  
Cruz como parte dos requisitos para obtenção do  
grau de Mestre em Ecologia e Conservação da  
Biodiversidade.

Linha de pesquisa: Ecologia de Populações

Orientador: Dr. Mirco Solé Kienle

Co-orientadora: Dra. Ana Cristina Vigliar Bondioli

ILHÉUS – BAHIA

2015

F363

Fernandes, Amanda.

Estudo da ocorrência de espécies de tartarugas marinhas em Ilhabela – litoral Norte do Estado de São Paulo / Amanda Fernandes. – Ilhéus, BA: UESC, 2015.

56f. : II.

Orientador: Mirco Solé Kienle.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.  
Inclui referências.

1. Tartaruga-marinha. 2. Ecologia marinha – Conservação. 3. São Sebastião, Canal de (SP). 4. Tartaruga - Comportamento I. Título.

CDD 597.92

**AMANDA FERNANDES**

**ESTUDO DA OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS  
EM ILHABELA - LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Ilhéus-BA, 26 de fevereiro de 2015.

---

Prof. Dr. Mirco Sole – Orientador, UESC.

---

Profa. Dra. Rita de Cássia Siriano Mascarenhas, ONG Guajiru.

---

Prof. Dr. Yvonnick Victor Le Pendu, UESC.

*À minha mãe e aos meus avós, pelo que há de melhor em mim.*

*E às tartarugas marinhas,*

*Por tornarem meu caminho muito mais leve e bonito.*

**“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível.”**

**São Francisco de Assis**

## Agradecimentos

Agradeço primeiro a Deus por iluminar minha caminhada e me dar fé nos momentos mais difíceis.

Agradeço em especial a minha mãe, Sueli, que me ensinou desde pequena o que é ser uma mulher, por ter me incentivado durante toda minha vida a seguir meu sonho, mesmo que isso significasse não ter-me por perto (fisicamente), e por seu amor incondicional.

Ao meu Vô Toninho, por grande parte do que eu sou. Foi uma honra e um grande aprendizado poder conviver com você durante 17 anos. Espero que esteja muito feliz em outro plano me vendo passar por mais essa etapa. Sei que está comigo.

A minha Vó Giselda, por todas as tardes de muito amor e conversas desde que eu me entendo por gente. Pelas lições de fé, amor, dedicação e humildade ao longo da vida. Eu não seria a mesma sem você.

As minhas amadas tias Cilene, Cibele e Selma por estarem sempre comigo e por terem sido (e serem) essenciais em tantos momentos da minha vida. E aos meus primos por fazerem da minha infância um período inesquecível e feliz.

A minha amada orientadora, amiga e inspiração, Cris Bondioli. Obrigada por me ajudar a dar o primeiro passo na realização do meu sonho, por confiar em mim e continuar na caminhada comigo, ano após ano, me ensinando com muita paciência e amor sobre as tartarugas e sobre tantas outras coisas. Não tenho palavras para agradecer. É uma honra estar ao seu lado e ter te (re)encontrado nessa vida. Obrigada também pela minha irmãzinha (e anjinho), Juju.

À Rita Mascarenhas, por ter me proporcionado a incrível experiência de ver as tartaruguinhas nascerem e por ter me ensinado tanto ao longo desses anos, não só sobre as tartarugas, mas principalmente sobre coragem, persistência e dedicação.

Ao meu primeiro e eterno amor, Ícaro Camargo, por ser o melhor amigo e companheiro que alguém poderia ter. Obrigada por incentivar meus sonhos, mesmo quando eles me levam pra longe, por me ensinar sobre tantas coisas da vida, por me dar tanta paz e tranquilidade. Por me ensinar o que é o amor. Obrigada por continuar ao meu lado nessa e em tantas outras fases da vida!

Aos meus tios Manoel e Heri e as minhas primas Penélope e Duda, por me receberem com tanto amor na Bahia mesmo sem me conhecerem e por cuidarem tanto de mim. Não há palavras que possam expressar o quanto tenho a agradecer a vocês!

As minhas amadas amigas Paty, Marcela, Bruninha e Bianca, por terem tornado meu ano de 2013 tão especial. Por todas as manhãs, tardes, estudos, risadas, almoços, cafés da tarde, músicas, viagens... vocês foram a minha família durante esse tempo. Um dos melhores frutos desse mestrado foi ter encontrado vocês. À Déia, por toda ajuda durante esse trabalho (e em tantos outros), por tantos momentos compartilhados (de felicidade e de dificuldades) pelo amor e companheirismo de sempre. À Mari, por mesmo de longe continuar ao meu lado, obrigada por todas as conversas inspiradoras e por me ensinar tanto sobre coragem e sobre perseguir nossos sonhos. Você们 são minhas irmãs!

À Maila, por me apoiar tanto, pela ajuda imensa no projeto piloto numa água muuuuito gelada rs, por me ajudar a procurar uma casinha pra morar e por ter sido tão companheira. Agradeço às tartarugas por terem me apresentado a você. Que a gente ainda siga juntas em muitos projetos. Obrigada amiga!

À Duda, por toda a ajuda na coleta dos dados, por aguentar os mergulhos na água gelada, pelos dias inteiros embaixo de sol forte (ou frio forte rs), pelas conversas e companheirismo, muito obrigada! Ao Guilherme, Max e Michael pelo trabalho voluntário e toda a ajuda na coleta dos dados.

Ao Vinícius Giglio, por ter me ajudado muito com a estatística. Estou te devendo um final de semana na Ilha, venha quando quiser.

Ao Alexandre Schiavetti, por toda sua confiança em mim durante o mestrado, pelos ensinamentos, pela inspiração e por ser um dos responsáveis para realização dessa etapa.

Ao Mirco Solé, por ter me recebido tão bem, pela confiança e por tantas vezes em que me auxiliou. Você também é um dos responsáveis por eu conseguir concluir essa etapa.

As tartarugas marinhas e ao mar, por me fazerem tão feliz, por me fazerem continuar sem desanimar e pelos inesquecíveis momentos que me proporcionam.

À Universidade Estadual de Santa Cruz e o Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB) pela oportunidade de realizar um mestrado de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) por fornecer apoio financeiro à realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
OBJETIVO GERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
HIPÓTESE.....	6
REFERÊNCIAS .....	7
CAPÍTULO 1: Distribuição espacial e temporal de tartarugas marinhas em área de alimentação (Ilhabela, São Paulo, Brasil).....	11
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO .....	12
MATERIAIS E MÉTODOS .....	14
RESULTADOS .....	20
DISCUSSÃO.....	27
REFERÊNCIAS .....	39
CAPÍTULO 2: Occurrence of adult resident hawksbill turtles ( <i>Eretmochelys imbricata</i> ) at Ilhabela at the southeastern coast of Brazil.....	49
REFERÊNCIAS .....	52
CONCLUSÃO GERAL.....	55

## RESUMO

Atualmente, todas as sete espécies de tartarugas marinhas estão incluídas nas listas de espécies ameaçadas de extinção, sendo que a interferência humana em escala global é a principal causa do colapso das populações destas espécies que enfrentam uma série de ameaças antrópicas em suas áreas de alimentação. Os estudos com tartarugas nas áreas de alimentação têm sido mais escassos com relação aos desenvolvidos durante o período de desova, porém, embora a proteção de áreas de desova seja considerada prioritária, esta terá pouca utilidade, caso os juvenis não sobrevivam para se desenvolver até a maturidade. Devido aos escassos dados existentes sobre as tartarugas marinhas em Ilhabela, Sudeste de São Paulo, Brasil, este estudo investigou quais espécies ocorrem na região, seus comportamentos e suas principais ameaças. A pesquisa foi conduzida através de duas metodologias: observação subaquática (*snorkelling*) e observação em ponto fixo, em seis praias localizadas no Canal de São Sebastião. Do total de animais avistados na observação subaquática, 84% foram da espécie *Chelonia mydas* e 16% da espécie *Eretmochelys imbricata*. Apenas um indivíduo da espécie *Caretta caretta* foi encontrado encalhado na areia. Das tartarugas-verdes avistadas, apenas 7% foram classificadas como subadultas e as demais como juvenis. Os indivíduos juvenis dessa espécie foram observados em todos os pontos amostrados. Entre as tartarugas-de-pente, 47% dos indivíduos avistados foram classificados como subadultos, 41% como juvenis e 12% como adultos. Essa espécie só foi observada na região sul do canal. As duas espécies apresentaram os quatro comportamentos estabelecidos previamente durante a pesquisa, apresentando as seguintes porcentagens: natação (58%), repouso (18%), alimentação (14%) e repouso auxiliado (12%), sendo que nos meses de inverno não foi observado o comportamento de alimentação. O comportamento de camuflagem pelas tartarugas marinhas foi descrito neste trabalho, sendo que não foram encontrados registros anteriores na literatura. As metodologias utilizadas nesta pesquisa mostraram-se complementares, permitindo responder as perguntas do estudo, sendo que quando uma metodologia apresentou limitações para responder determinadas perguntas da pesquisa, a outra metodologia pode fornecer os dados para as respostas. Nesse estudo nós reduzimos a lacuna existente sobre as tartarugas marinhas que ocorrem no Canal de São Sebastião. Os resultados apresentados aqui devem ser considerados em estratégias futuras para mitigação da pesca incidental, da colisão com embarcações e de outros impactos antrópicos, visando aumentar a conservação desses animais ameaçados e garantir sua sobrevivência enquanto residentes na região.

Palavras-chave: Cheloniidae, Canal de São Sebastião, ecologia comportamental, distribuição espaço-temporal, conservação.

## ABSTRACT

Currently, all seven species of sea turtles are included in the list of endangered species, and human interference on a global scale is the main cause of the collapse of populations of these species face several anthropogenic threats in their feeding grounds. Studies with turtles in feeding areas have been scarcer relative to the developed during the nesting period, however, although the protection of nesting beaches is a priority, this is of little use if the juvenile does not survive to develop to maturity. Due to the scarce data on sea turtles in Ilhabela, Southeast of São Paulo, Brazil, this study investigated which species occur in the region, their behavior and their main threats. The research was conducted by two methods: direct observation (snorkelling) and observation at a fixed point in six beaches located in São Sebastião Channel. The total number of the animals sighted in underwater observation, 84% were of the species *Chelonia mydas* and 16% of the species *Eretmochelys imbricata*. Only one individual of *Caretta caretta* was found stranded on the sand. With respect to green turtles sighted, only 7% were classified as subadults and the other as juveniles. The juveniles of this species were observed at all sampling points. Among the hawksbill turtles, 47% of sighted subjects were classified as sub-adults, 41% and 12% as juveniles as adults. This species has only been observed in the south of the channel region. The two species showed the four behaviors previously established during the research, with the following percentages: swimming (58%), resting (18%), foraging (14%) and assisted resting (12%), and in the winter months not was observed feeding behavior. The camouflage behavior by turtles was described in this work, and have not found previous reports in the literature. The methodologies used in this study proved to be complementary, allowing to answer the study questions, and when a methodology presented limitations to answer certain research questions, the other methodology can provide the data for the answers. In this study we have reduced the gap about sea turtles that occur in the São Sebastião Channel. The results presented here should be considered in future strategies for mitigation of incidental fishing, boat collisions and other human impacts, to increase the conservation of these endangered animals and ensure their survival while residents in the region.

Key words: Cheloniidae, São Sebastião Channel, behavioral ecology, spatial and temporal distribution, conservation.

## INTRODUÇÃO GERAL

Por serem animais migratórios e com maturação tardia o ciclo de vida das tartarugas marinhas tende a ser complexo, assim, o completo entendimento da história de vida e da dinâmica populacional desses animais necessita de informações sobre todos os estágios de vida, particularmente quando estão no ambiente marinho (Hamman et al., 2010).

Os estudos com tartarugas na água têm sido mais escassos com relação aos desenvolvidos com animais em terra, durante o período de desova, principalmente devido ao alto custo destas operações. Porém, o período de desova envolve apenas fêmeas adultas e uma pequena fração do seu ciclo de vida (Bowen and Karl, 2007). Embora a proteção de áreas de desova seja considerada prioritária, esta terá pouca utilidade, caso os juvenis não sobrevivam para se desenvolver até a maturidade (Bondioli, 2009).

Os dados coletados em ambiente aquático são vitais para compreender quais parâmetros oceanográficos e biológicos determinam o *home range* de uma tartaruga, como o espaço é utilizado e o que define um habitat “ótimo” de forrageamento (Hamann et. al, 2010). Além disso, dados demográficos das áreas de forrageamento podem ajudar a substanciar informações sobre a transição das áreas de alimentação pelágicas para costeiras, entre os locais de alimentação, e outras informações críticas para o desenvolvimento efetivo de estratégias de conservação (National Research Council, 2010).

Atualmente, todas as sete espécies de tartarugas marinhas estão incluídas nas listas de espécies ameaçadas de extinção (IUCN, 2015). Semelhante a outros vertebrados marinhos de vida longa, as tartarugas marinhas ocupam amplas áreas geográficas, incluindo áreas separadas de reprodução e alimentação utilizadas pelos animais adultos, e em alguns casos habitats ontogenéticos geograficamente distintos para estágios imaturos de vida (Musick & Limpus, 1997). A interferência humana em escala global é a principal causa do colapso das populações destas espécies que enfrentam uma série de ameaças antrópicas em suas áreas de alimentação incluindo o emaranhamento em redes de pesca, perda de hábitat, poluição, mudanças climáticas e doenças (Seminoff, 2004; IUCN, 2015). Entender as complexas relações entre os vários

locais de nidificação, desenvolvimento e alimentação, especialmente no contexto das variações das condições ambientais, é fundamental para quantificar os impactos das ameaças antrópicas, bem como a concepção de respostas eficazes para tais ameaças (Wallace & Saba, 2009; Hamann et al., 2010).

As áreas marinhas protegidas (AMP) são uma alternativa para mitigação dos impactos antrópicos que atingem esses animais. Enquanto as AMPs não puderem oferecer proteção em escalas ecológicas (incluindo todas/maioria das áreas de alimentação, migração e desovas), podem ser eficazes em escalas menores para proteger importantes habitats de forrageamento e desova (Dobbs et al., 2007; Dryden et al., 2008). À luz da crescente degradação dos habitats costeiros, os requisitos de forrageamento das tartarugas marinhas e o papel que desempenham na manutenção da estrutura e funcionamento dos habitats, acredita-se que as áreas de alimentação das tartarugas podem ser agregadas em áreas marinhas protegidas, onde as ameaças devem ser minimizadas e a qualidade do habitat deve ser a melhor possível (Scott et al., 2012).

A integração de várias ferramentas e técnicas, incluindo monitoramento local (em praias de desova e áreas de alimentação), análises genéticas, estudos de marcação e recaptura, e telemetria podem facilitar definições robustas de unidades de conservação para as tartarugas marinhas em múltiplas escalas, atendendo a diferentes desafios de gestão e pesquisa (Wallace et al., 2010).

Alguns estudos têm sido realizados em áreas de alimentação, de maneira a reduzir a lacuna de conhecimento existente nessa área da pesquisa (Hamann et al., 2010). Seminoff et al. (2002) descreveram uma área de alimentação das tartarugas-verdes no Oceano Pacífico Oriental sugerindo que a abundância de recursos alimentares provavelmente explica a afinidade da tartaruga-verde por determinadas localidades. Pesquisas realizadas no Hawaii (Brill et al., 1995) e nas Ilhas Virgens (Ogden et al., 1983) têm indicado que as tartarugas-verdes possuem rotas entre os locais de alimentação e os locais de descanso. Hamabata et al. (2015) em sua pesquisa realizada no Japão, através de análises genéticas, descrevem a migração das tartarugas-verdes entre as principais ilhas japonesas sugerindo que tais ilhas constituem um único local de forrageamento para esses animais, que apresentaram a mesma composição genética.

Léon e Diez (1999) descreveram uma importante área de recrutamento e alimentação para as tartarugas-de-pente na República Dominicana, relatando a predominância de indivíduos juvenis e subadultos e sugerindo que os indivíduos imaturos podem permanecer em áreas específicas durante muitos anos. Velez-Zuazo et

al. (2008) descreveram agregação de tartarugas-de-pente em Porto Rico, sugerindo que o recrutamento em áreas de alimentação é influenciado pela mistura oceânica das populações durante a fase pelágica, indicando também a alta fidelidade de indivíduos juvenis às áreas de alimentação.

Importantes áreas de alimentação têm sido identificadas na costa do Brasil, algumas pesquisas desenvolvidas nessas áreas descrevem a dieta das tartarugas marinhas (Santos et al., 2011; Nagaoka et al., 2012; Reisser et al., 2013; Ghebert-Bartholo et al., 2011), padrões de movimento (Godley et al., 2003; Marcovaldi et al., 2012), taxas de crescimento (Colman et al., 2014), ingestão de resíduos (Bondioli et al., 2014; Bugoni et al., 2001), capturas incidentais (Gallo et al., 2006) e estudos genéticos (Bjorndal et al., 2006; Naro-Maciel et al., 2007; Proietti et al., 2014).

Frente a tais informações, faz-se necessário a identificação dos habitats de alimentação das tartarugas marinhas. A observação direta desses répteis em seu habitat natural pode nos auxiliar a identificar relevantes locais de alimentação, descanso e desenvolvimento para esses animais, contribuindo também com importantes informações sobre como espécies se adaptam a um ambiente particular (Schofield et al., 2006). Informações sobre comportamento e interações em nível de indivíduos é a chave para entender como um animal pode ter impacto na comunidade ao redor, bem como sua função no ecossistema, organização e resposta às perturbações (Piraino et al., 2002).

Embora muito utilizadas, algumas técnicas como telemetria por rádio e satélite não podem descrever toda a gama de padrão de comportamento dos animais na natureza, como a observação direta pode fornecer (Houghton et al. 2002). Observações diretas do comportamento das tartarugas são de grande valor e fornecem muitas informações que são difíceis ou impossíveis de obter-se a partir de métodos mais indiretos (Schofield et al., 2006). Estudos, comparando metodologias diretas e indiretas do comportamento animal, têm mostrado que os dados de sensoriamento remoto podem distinguir entre os estados ativo e inativo, no entanto, não é possível distinguir com segurança os diferentes padrões de comportamento dentro desses estados (Hansen et al., 1992, Heithaus et al., 2001). Ross et al. (2005) compararam metodologias de avistagens aéreas e de observação direta (Snorkelling) no Oceano Índico Ocidental, mostrando que somente as pesquisas através da observação direta permitem uma avaliação simultânea da abundância de tartarugas e suas características, como por exemplo espécies, sexo e tamanho.

A observação direta do comportamento na água é uma abordagem não intrusiva e informativa. Pode ser desenvolvida em habitats naturais e fornece informações sobre como o animal está adaptado ao ambiente (Altmann, 1974). Porém, apesar do grande potencial da observação direta, há poucos estudos observacionais realizados com as tartarugas marinhas (Schofield et al., 2006).

Assim, estudos através da observação direta no ambiente marinho são de grande valor no desenvolvimento de nosso conhecimento sobre o comportamento dos vertebrados marinhos, validando tecnologias remotas e contribuindo para a investigação dos ecossistemas e monitoramento ambiental (Schofield et al., 2006), além de fornecer informações sobre temas ainda mal compreendidos como as relações intra e interespecíficas, seleção de presa, taxas de ingestão, estratégia alimentar e seleção de habitat (Brandis et al., 2010).

## **OBJETIVO GERAL**

Descrever a ocorrência de tartarugas marinhas no Canal de São Sebastião, em Ilhabela e como tais animais utilizam esse habitat, de modo a ampliar os escassos dados existentes sobre esses animais na região e auxiliar o mapeamento das áreas prioritárias para conservação no local de estudo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Descrever as espécies encontradas;

Analizar e descrever o comportamento dos indivíduos observados nas áreas de mergulho;

Verificar a influência das variáveis ambientais nas atividades das tartarugas marinhas;

Verificar a influência do padrão oceanográfico do canal de São Sebastião na distribuição temporal das tartarugas marinhas;

Analizar a interferência do fluxo de embarcações na ocorrência de tartarugas marinhas.

## **HIPÓTESE**

Ilhabela, por sua localização e características ambientais, é uma potencial área de alimentação e desenvolvimento para as tartarugas verdes juvenis.

## REFERÊNCIAS

- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 48: 227-267.
- Bjorndal, K.A., Bolten, B.A., Moreira, L., Bellini, C., Marcovaldi, M.A. 2006. Population structure and diversity of Brazilian green turtle rookeries based on mitochondrial DNA sequences. *Chelonian Conservation Biology* 5: 262–268.
- Bjorndal, K. A. 2000. Prioridades para la Investigación Hábitats de Alimentación. In: Eckert, K. L. et al. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista em Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4. pp.13-15.
- Bondioli, A.C.V., Fernandes, A., Guilhon e Sá, M.P. 2014. Sea Turtle Occurrence in Baixada Santista, São Paulo, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 141:1-3.
- Bowen, B. W., Karl, S. A. 2007. Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology* 16: 4886–4907.
- Brandis, R. G. V., Mortimer, J.A., Reilly, B.K. 2010. In-Water Observations of the Diving Behaviour of Immature Hawksbill Turtles, *Eretmochelys imbricata*, on a coral reef at D'Arros Island, Republic of Seychelles. *Chelonian Conservation and Biology* 9(1): 26-32.
- Brill, R.W., Balazs, G.H., Holland, K.N., Chang, R.K.C., Sullivan, S., George, J.C. 1995. Daily movements, habitat use, and submergence intervals of normal and tumor-bearing juvenile green turtles (*Chelonia mydas* L.) within a foraging area in the Hawaiian Islands. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 185: 203–218.
- Bugoni, L., Krause, L., Petry, M.V. Marine Debris and Human Impacts on Sea Turtles in Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 42(12): 1330-1334.
- Colman, L.P., Patrício, A.R.C., McGowan, A., Sontos, A.J.B., Marcovaldi, M.A., Bellini, C., Godley, B.J. 2014. Long-term growth and survival dynamics of green turtles (*Chelonia mydas*) at an isolated tropical archipelago in Brazil. *Marine Biology*: DOI 10.1007/s00227-014-2585-5.
- Crouse, D.T., Crowder, L.B., Caswell, H. 1987. A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology* 68: 1412-1423.
- Doobs, K. A., Fernandes, L., Slegers, S., Jago, B., Thompson, L., Hall, J., Day, J., Cameron, D., Tanzer, J., Macdonald, F. & Limpus, C. 2007. Incorporating marine turtle habitats into the marine protected area design for the Great Barrier Reef Marine Park. *Pacific Conservation Biology* 13: 293-302.

Dryden, J., Grech, A., Moloney, J., Hamman, M. 2008. Rezoning of the Great Barrier Reef World Heritage Area: Does it afford greater protection for marine turtles? *Wildlife Research* 35: 477–485.

Dunbar, S.G., Salinas, L., Stevenson, L. 2008. In-water observations of recently released juvenile hawksbills (*Eretmochelys imbricata*). *Marine Turtle Newsletter* 121: 5–9.

Gallo, B.M.G., Macedo, S., Giffoni, B.B., Becker, J.H., Barata, P.C.R. 2006. Sea Turtle Conservation in Ubatuba, Southeastern Brazil, a Feeding Area with Incidental Capture in Coastal Fisheries. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(1): 93-101.

Gurbert-Bartholo, F.M., Barletta, M., Costa, M.F., Monteiro-Filho, E.L.A. 2011. Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. *Endangered Species Research* 13: 131-143.

Godley, B.J., Lima, E.H.S.M., Akesson, S., Broderick, A.C., Glen, F., Godfrey, M.H., Luschi, P., Hays, G.C. 2003. Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. *Marine Ecology Progress Series* 253:279–288.

Hamann, M., Godfrey, M.H., Seminoff, J.A. et al. 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research* 11: 245-269.

Hansen, M. C., Garner, G.W., Fancy, S.G. 1992. Comparison of 3 methods for evaluating activity of Dall's sheep. *Journal of Wildlife Management* 56(4):661–668.

Houghton, J. D. R., Broderick, A.C., Godley, B. J., Metcalfe, J.D., Hays, G. C. 2002. Diving behaviour during the internesting interval for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) nesting in Cyprus. *Marine Ecology Progress Series* 227: 63–70.

Léon, Y.M., Diez, C.E. 1999. Population structure of hawksbill turtles on a foraging ground in the Dominican Republic. *Chelonian Conservation and Biology* 3(2): 230-236.

Marcovaldi, M., Lopez, G., Soares, L., López-Mendilaharsu, M. 2012. Satellite tracking of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* nesting in northern Bahia, Brazil: turtle movements and foraging destinations. *Endangered Species Research*: 17:123–132.

Musick J. A., Limpus, C. J. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz PL, Musick JA, eds. *The Biology of Sea Turtles*. Boca RatonFL: CRC Press. pp 137–164.

- Nagaoka, S., Martins, A., Santos, R., Tognella, M.M.P., Oliveira-Filho, E.C., Seminoff, J.A. 2012. Diet of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) associating with artisanal fishing traps in a subtropical estuary in Brazil. *Marine Biology* 159:573–589.
- Naro-Maciel, E., Becker, J.H., Lima, E.H.S.M., Marcovaldi, M.A., DeSalle, R. 2007. Testing Dispersal Hypotheses in Foraging Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) of Brazil. *Journal of Heredity* 98: 29-39.
- Ogden, J.C., Robinson, L., Whitlock, K., Daganhardt, H., Cebula, R. 1983. Diel foraging patterns in juvenile green turtles (*Chelonia mydas* L.) in St. Croix, United States Virgin Islands. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 66:199–205.
- Piraino, S., Fenneli, G., Boero, F. 2002. Variability of species' roles in marine communities: change of paradigms for conservation priorities. *Marine Biology* 140: 1067-1074.
- Proietti, M.C., Reisser, J., Marins, L.F., Rodriguez-Zarate, C., Marcovaldi, M.A., Monteiro, D.S., Pattiariatchi, C., Secchi, E.R. 2014. Genetic Structure and Natal Origins of Immature Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Brazilian Waters. *PLoS ONE* 9(2): e88746.
- Roos, D. Pelletier, D., Ciccone, S., Taquet, M., Hughes, G. 2005. Aerial and snorkelling census techniques for estimating green turtle abundance on foraging areas : A pilot study in Mayotte Island ( Indian Ocean ). *Aquatic Living Resources* 18: 193-198.
- Santos, R.G., Martins, A.S., Farias, J.N., Horta, P.A., Pinheiro, H.T., Torezani, E., Baptisotte, C., Seminoff, J.A., Balasz, G.H., Work, T.M. 2011. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 62: 1297-1302.
- Schofield, G., Katselidis, K.A., Dimopoulos, P., Pantis, J.D., Hays, G.C. 2006. Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from direct in-water observation. *Endangered Species Research* 2: 71–79.
- Scott, R., Hodgson, D.J, Witt, M. J. et al. 2012. Global analysis of satellite tracking data shows that adult green turtles are significantly aggregated in Marine Protected Areas. *Global Ecology and Biogeography*.
- Seminoff, J.A., Resendiz, A., Nichols, W.J. 2002. Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 242: 253-265.

Velez-Zuazo, X., Ramos, WD., van Dam, R.P., Diez, C.E., Abreu-Grobois, A., Mcmillan, W.O. 2008. Dispersal, recruitment and migratory behaviour in a hawksbill sea turtle aggregation. *Molecular Ecology* 17: 839–853.

Wallace, B. P., Saba, V. S. 2009. Environmental and anthropogenic impacts on intra-specific variation in leatherback turtles: opportunities for targeted research and conservation *Endangered Species Research* 7: 1–11.

Wallace, B.P., Dimatteo, A.D., Hurley, B.J. et al. 2010. Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. *PLoS ONE* 5(12): e15465.

## CAPÍTULO 1

Distribuição espacial e temporal de tartarugas marinhas em área de alimentação  
(Ilhabela, São Paulo, Brasil).

Amanda Fernandes<sup>1\*</sup>, Ana Cristina Vigliar Bondioli<sup>2</sup>, Mirco S. Kienle<sup>3</sup>,  
Alexandre Schiavetti<sup>4</sup>

1Programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Estadual de Santa Cruz,

Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Jorge Amado, km 16, 45662-900 Ilhéus, Bahia, Brazil.

2 Instituto de Pesca–APTA-SAA/SP, Cananéia, SP, Brazil - CEP 11990-000.

3 Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16, 45662-900  
Ilhéus, Bahia, Brazil.

4 Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16,  
45662-900 Ilhéus, Bahia, Brazil.

\*Corresponding author e-mail:mandfernandes@gmail.com

(A ser submetido ao periódico Chelonian Conservation and Biology)

### RESUMO

Este estudo foi realizado no Canal de São Sebastião em Ilhabela, Brasil, e investigou as espécies de tartarugas marinhas que ocorrem na região, seus principais comportamentos e os impactos antrópicos que ameaçam esses animais. A pesquisa foi conduzida através de observação subaquática (snorkelling) e observação em ponto fixo. Três espécies de tartarugas foram identificadas (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* e *Caretta caretta*) e os resultados das análises indicaram que a tartaruga-verde e a tartaruga-de-pente permanecem no Canal de São Sebastião durante todo ano, não demonstrando migração sazonal. O comportamento de alimentação não foi observado nos meses de inverno, o que pode indicar diminuição das atividades devido ao baixo metabolismo e menor disponibilidade de alimento. Três indivíduos adultos da tartaruga-de-pente foram observados e mostraram-se residentes à área de estudo. O comportamento de camuflagem pelas tartarugas marinhas foi descrito no presente trabalho, sendo que não foram encontrados outros registros na literatura. A lacuna existente sobre as tartarugas marinhas no Canal de São Sebastião foi reduzida através dessa pesquisa e tais resultados devem ser considerados em estratégias futuras para mitigação da pesca incidental, da colisão com embarcações e de outros impactos antrópicos, visando aumentar a conservação desses animais ameaçados e garantir sua sobrevivência enquanto residentes na região.

Palavras-chave: Cheloniidae; Observação direta; Oceano Atlântico; Área de alimentação; Residência; Tartarugas marinhas.

## ABSTRACT

This study was conducted in the São Sebastião Channel in Ilhabela, Brazil, and investigated the species of sea turtles that occur in the region, its main behaviors and human impacts that threaten these animals. The research was conducted through direct observation (snorkelling) and observation in fixed point. Three species of turtles have been identified (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* and *Caretta caretta*) and the results of the analysis indicated that the green turtle and the hawksbill turtle remains in the São Sebastião Channel throughout the year, not showing seasonal migration. The feeding behavior was not observed in the winter months, which may indicate a reduction of activities due to low metabolism and lower food availability. Three adults turtle hawksbill were observed and found to be residents in the study area. The camouflage behavior by turtles was described in this work, and there were no other reports in the literature. The gap on sea turtles in the São Sebastião Channel was reduced through this research and these results should be considered in future strategies for mitigation of incidental fishing, boat collisions and other human impacts, to increase the conservation of these endangered animals and ensure their survival while residents in the region.

Key words: Cheloniidae; Direct observation; Atlantic Ocean; Foraging area; Residence; Sea turtles.

## 1. INTRODUÇÃO

As tartarugas marinhas juvenis passam seus primeiros anos de vida em habitats oceânicos e, posteriormente, migram para as áreas de alimentação. As pesquisas com esses animais são focadas nas praias de desova onde fêmeas e filhotes são prontamente observados, marcados e amostrados (Bowen e Karl, 2007). Apesar da quantidade inferior de pesquisas com relação às desenvolvidas em áreas de desova, os estudos realizados em áreas de alimentação e desenvolvimento de tartarugas juvenis têm implicações importantes para a conservação das tartarugas e dos ecossistemas marinhos (Crouse et al. 1987), pois dados coletados nessas áreas são necessários para a execução de planos de manejo eficientes e determinação de áreas prioritárias para a conservação (Hamann et al., 2010).

Hamann et al. (2010), em seu estudo sobre as prioridades de pesquisa para as tartarugas marinhas, citam a necessidade da identificação das áreas de alimentação para esses animais. Ressaltando também a importância de compreender o grau de fidelidade às áreas de forrageamento, especialmente em áreas aparentemente ‘sub-ótimas’. Schofield et al. (2010) em sua pesquisa sobre a fidelidade das tartarugas ás áreas de alimentação, mostraram que esses animais apresentam alta fidelidade a tais áreas, assim como sugerido por Semionoff et al. (2002) no Oceano Pacífico Ocidental. Um artigo recente que trata das Unidades de Conservação para as tartarugas marinhas, aponta a importância do desenvolvimento de estratégias de conservação utilizando a diversa fonte de dados e reconhecendo que o próximo passo para a conservação das tartarugas é incorporar as áreas de alimentação nas criações de Unidades de Conservação (Wallace et al., 2010).

Importantes locais de alimentação das tartarugas-verdes e das tartarugas-dependente têm sido reportados no Brasil, através de pesquisas com ecologia alimentar, análise genética, padrões de movimento, captura incidental e taxas de crescimento (Bondioli et al., 2009; Bugoni et al., 2003; Colman et al., 2014; Gallo et al., 2006; Marcovaldi et al., 1998; Marcovaldi et al., 2012; Nagaoka et al., 2012; Sanches e Bellini, 1999; Santos et al., 2011; Sazima and Sazima, 1983; Proietti et al., 2012; Reisser et al., 2013). Pesquisas em áreas de alimentação podem responder questões sobre o papel das tartarugas marinhas no ecossistema, auxiliar na identificação de populações, migrações abundância e na elaboração de estratégias mitigadoras para o impacto antrópico (Bjorndal, 1999).

Informações sobre o comportamento e interações em nível de indivíduo são a chave para compreender a função de um animal no ecossistema, sua organização e respostas às perturbações (Piraino et al., 2002). Assim, estudos comportamentais desenvolvidos na natureza são fundamentais para uma conservação efetiva dos animais em seus habitats naturais (Mills et al., 2005). Pois, embora outras técnicas, como marcação e recaptura, rádio e satélite telemetria, sejam uteis e amplamente utilizadas, as mesmas não descrevem a ampla gama de comportamentos dos animais em habitat natural como a observação direta pode descrever (Houghton et al., 2002).

A observação direta do comportamento de animais na água é um método informativo e não intrusivo que pode ser aplicado no habitat natural, fornecendo informações sobre como os animais se adaptam ao meio (Altamann, 1974). Esse tipo de metodologia, que foi amplamente utilizada por naturalistas em estudos de ecologia,

ainda apresenta alto potencial para preencher lacunas em nosso conhecimento ecológico (Reisser, 2013).

A observação direta das tartarugas marinhas em seu habitat natural pode ajudar a elucidar uma gama mais completa dos seus padrões comportamentais (Schofield et al., 2006) e auxiliar para a validação de outras metodologias (Blumenthal et al., 2009). Este tipo de metodologia também tem o potencial de fornecer informações sobre temas pouco conhecidos como interações intra e interespecíficas, seletividade de presas, taxas de ingestão, estratégias de alimentação e preferências de habitats (von Brandis et al., 2010).

Muitas regiões costeiras estão sujeitas a pressão antrópica, através da pesca, desenvolvimento costeiro e turismo (Hays et al., 2003; Schofield et al., 2007; Seminoff, 2004). Informações sobre ocorrência, sazonalidade e o entendimento sobre por que estas espécies ameaçadas utilizam essas áreas, torna possível a implementação de medidas eficazes e melhor gestão das atividades antrópicas (Thompson et al., 2000).

Ilhabela está localizada no litoral norte do estado de São Paulo, ao Sul de Ubatuba, que é caracterizada como uma importante área de alimentação para tartarugas-verdes juvenis (*Chelonia mydas*) (Gallo et al., 2006; Marcovaldi & Marcovaldi, 1999). Atualmente, a maioria dos dados sobre as tartarugas marinhas juvenis no estado de São Paulo provém de Ubatuba (47.5 Km ao Norte de Ilhabela), e há escassas informações disponíveis sobre a variação espacial de habitats de alimentação na região. Essas informações são necessárias para compreender melhor quais recursos são importantes para esses animais, auxiliando assim na orientação de estratégias de conservação para áreas de alimentação (López-Mendilaharsu et al., 2005).

Considerando os fatos apresentados, o presente estudo descreve as espécies de tartarugas marinhas que ocorrem em Ilhabela, seus principais locais de ocorrência e seu comportamento, com o objetivo de fornecer informações para auxiliar em planos de conservação adequados para as tartarugas marinhas em seus habitats de alimentação na região, principalmente para a área caracterizada como santuário ecológico.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### Local de estudo

Ilhabela ( $23^{\circ} 46'S$ ,  $45^{\circ} 21'W$ ) está localizada no litoral norte do estado de São Paulo, no Sudeste do Brasil, a aproximadamente 190 km de distância de São Paulo,

capital do estado. O presente trabalho foi desenvolvido na face do canal voltada para o município de Ilhabela (Figura 1).

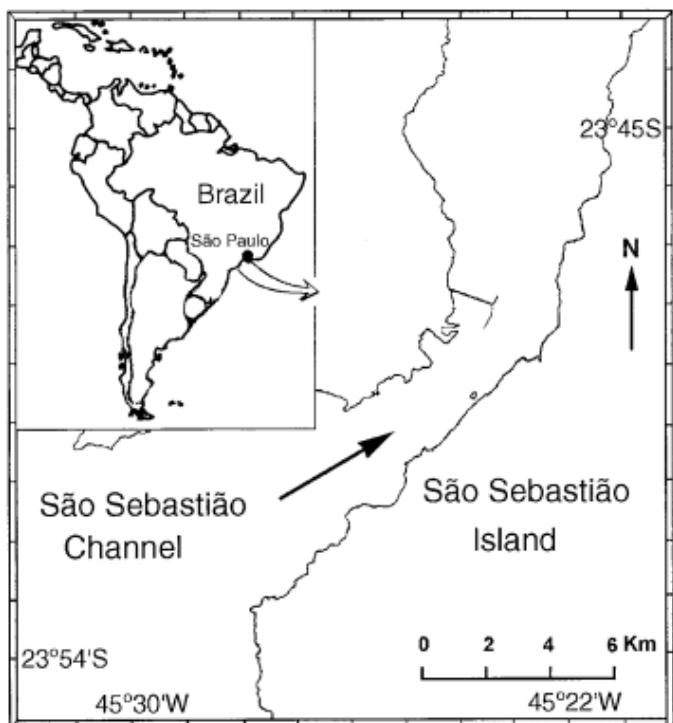


Figura 1: Área de estudo, Canal de São Sebastião e Ilha de São Sebastião (Localizada no Arquipélago de Ilhabela).

## Métodos

Foram adotadas duas metodologias para as observações: monitoramento em ponto fixo e observações diretas subaquáticas através de mergulhos, durante quatro meses no verão (janeiro, fevereiro, março e abril) e quatro meses no inverno (junho, julho, agosto e setembro).

Os pontos de observações subaquáticas foram selecionados aproximadamente a cada cinco quilômetros de distância ao longo do canal de São Sebastião, com exceção da praia do Portinho, que dista apenas 1,5km da praia das Pedras miúdas, mas foi incluída na amostragem por pertencer ao santuário ecológico marinho de Ilhabela. Estes locais foram selecionados visando amostrar as regiões sul, centro e norte de Ilhabela em sua face voltada para o canal, sendo que essas regiões que apresentam diferenças significativas na dinâmica de correntes marinhas (Silva et al., 2005; Oliveira e Marques, 2007), podendo influenciar na distribuição das tartarugas marinhas ao longo do canal. Assim, as áreas de amostragem foram distribuídas em dois pontos ao sul, dois na região central e dois ao norte do canal em sua margem insular (Fig.2).



Figura 2: Mapa com as áreas amostrais ao longo do Canal de São Sebastião.

As observações foram conduzidas através de mergulho livre (*snorkelling*) ao longo de transectos pré-determinados. Antes da realização de cada mergulho foram registrados: data, hora, temperatura da água (através de termômetro com coluna de mercúrio), local de amostragem e visibilidade (em metros). A visibilidade foi medida utilizando-se o seguinte procedimento: um mergulhador segurou a ponta da fita maleável de uma trena de 30m, enquanto o outro se afastou até o ponto em que não enxergava mais sua dupla e, neste momento, a distância entre eles foi anotada (Reisser, 2006). Por apresentar números muito próximos, a visibilidade foi categorizada como: ruim (0-2m), regular (2-4m) e boa (>4m).

Os censos foram conduzidos ao longo dos transectos acima descritos, localizados próximos à costa (Roos et al., 2005; Schofield et al., 2006). O tempo de mergulho em cada transecto foi padronizado em 40 minutos para que não houvesse diferença entre o tempo efetivo de procura entre esses. Durante as amostragens, as tartarugas avistadas foram contadas e suas atividades anotadas, em uma metodologia adaptada daquela descrita por Altmann em 1974, também utilizada por Taquet et al. (2006) e Houghton et al. (2003). O comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) dos

animais observados durante os mergulhos foi estimado em classes amplas, de 10 em 10 cm (i.e. 30-40cm, 40-50cm) e, de acordo com tais classes, os animais foram classificados em juvenis (até 60 cm), subadultos (60 – 90 cm) e adultos (>90 cm) (Chaloupka & Limpus, 1997; Limpus & Chaloupka, 1997; Proietti *et al.*, 2014).

Os transectos foram conduzidos através de 300m de extensão e divididos em três faixas de acordo com a visibilidade da água (Roos *et al.*, 2005). A contagem visual foi realizada por dois mergulhadores, que nadaram em paralelo, lentamente na mesma velocidade, na mesma direção e longitudinalmente ao transecto (Rincon-diaz *et al.*, 2011; Roos *et al.*, 2005.). Os mergulhadores permaneceram ligados por uma corda, cujo comprimento foi determinado pela visibilidade mínima da água em cada mergulho, garantindo que todas as tartarugas presentes no transecto fossem avistadas, mantendo também, a trajetória paralela entre os mergulhadores. Enquanto cada mergulhador monitorava um lado da faixa, ambos monitoravam a faixa central (Roos *et al.*, 2005) (Figura 3).

Depois de cada monitoramento o número total de tartarugas marinhas foi calculado através da soma dos indivíduos avistados nas duas faixas laterais e o número máximo de indivíduos registrados na faixa central. As avistagens registradas na faixa central também serão utilizadas para estimar diferenças entre os observadores (Roos *et al.*, 2005).

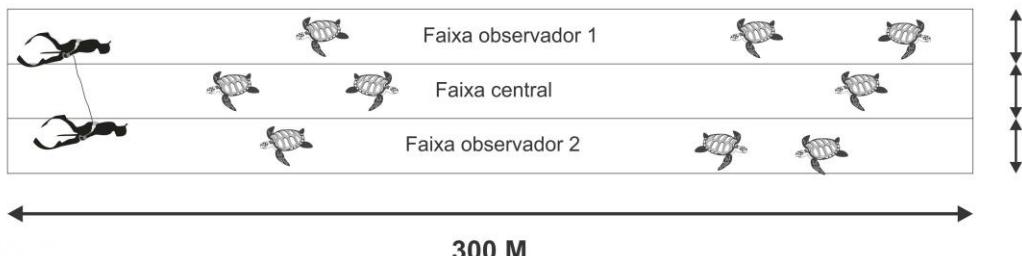


Figura 3: Descrição da metodologia para o censo de tartarugas (adaptado de Roos *et al.*, 2005).

A observação dos comportamentos das tartarugas marinhas foi realizada durante o transecto do censo através da observação subaquática, utilizando-se da mesma metodologia descrita acima.

Durante o transecto, o comportamento das tartarugas avistadas foi anotado (Altmann 1974; Taquet *et al.*, 2006). Registrhou-se também: a espécie observada (Wyneken, 2001); a constituição do fundo (rocha, areia ou areia coberta por algas) e

possíveis características peculiares do local e do animal (como patologias, epibiota, ausência de nadadeiras, presença de marcação) (Reisser, 2006). Quando o fundo era arenoso e possuía apenas algumas rochas espaçadas a constituição do fundo foi classificada como “areia”. O comportamento subaquático foi classificado inicialmente baseado em Houghton et al. (2003): A (alimentação), N (natação), R (repouso sobre o fundo) e RA (repouso auxiliado – ocorre quando a tartaruga está descansando debaixo de alguma estrutura como, por exemplo, as beiradas de uma rocha) (Figura 4), com anotações e descrição de possíveis comportamentos novos ou atípicos. As observações durante o mergulho foram realizadas mantendo uma distância de aproximadamente 4m do animal avistado, de modo a não interferir em seu comportamento (Houghton et al., 2003; Taquet et al., 2006).

Registros fotográficos foram obtidos durante as observações com o objetivo de reconhecer os indivíduos (foto-identificação) e registrar eventuais comportamentos incomuns.



Figura 4: Exemplo do comportamento de repouso auxiliado, Ilhabela, Brasil.

Devido à transparência da água e a boa visibilidade do local, realizou-se avistagens em pontos fixos em regiões altas onde houvesse um bom campo de visão. Estabeleceram-se assim, seis pontos de observação, nos mesmos locais onde foram desenvolvidas as observações subaquáticas. Foi dada prioridade aos costões com maior quantidade de alga, que servem de atrativo para as tartarugas-verdes.

As observações foram realizadas através de adaptação do método de amostragem de varredura descrito por Altmann, 1974, que é utilizada principalmente para obtenção de dados de parâmetros populacionais e para estimar tamanhos de populações (Altmann, 1974; Mann, 1999). Assim, tais amostragens tiveram como objetivo verificar a ocorrência e estimar a abundância de tartarugas marinhas na região

de estudo, além de gerar dados para comparação com aqueles obtidos através das observações subaquáticas.

Cada observação teve duração total de uma hora e dez minutos: divididos em cinco observações de 10 minutos com um espaço de 5 minutos de descanso entre elas. Duas observações (manhã e tarde) foram conduzidas com o objetivo de estimar períodos de maior atividade desses animais na região. Foi anotado o número de indivíduos observados através das cabeças avistadas (mesmo que do mesmo indivíduo), e ao término dos dez minutos de observação foi feita uma estimativa de quantas tartarugas foram avistadas naquele intervalo. Outras observações e comportamentos incomuns foram igualmente registrados.

As seguintes variáveis ambientais foram registradas: temperatura do ar, estado de agitação do mar (baseado na escala Beaufort) e estado da corrente de maré (baixa, vazante, enchente ou cheia com base na tábua de maré). Observações relevantes como passagem de barcos, pescadores, eventos climáticos dos dias anteriores, entre outros fatores também foram anotados, para que pudesse ser inferida alguma relação entre a presença dos animais tais fatores.

Foram utilizadas planilhas de campo que foram preenchidas durante as observações para padronização dos dados.

A análise dos dados foi conduzida através do Programa de estatística R (R Core Team, 2014), através da aplicação de modelos lineares generalizados (GLM) (McCullagh & Nalder, 1989; Zeleis et al., 2008). Foi avaliada a influência de variáveis no número de tartarugas avistadas e nos comportamentos apresentados pelas tartarugas.

Com relação à análise dos comportamentos, para realizar a análise a variável categórica “comportamento” foi transformada em variável numérica. O modelo geral compreendeu uma variável resposta (comportamentos observados) e cinco variáveis preditoras (temperatura da água, local, classes de tamanho, tipo de fundo e estação do ano), sendo que as quatro últimas variáveis foram categóricas. Durante a aplicação dos modelos lineares generalizados no programa R, os dados apresentaram melhor ajuste para a distribuição de Poisson, visto que os mesmos não apresentaram sobredispersão.

Com relação ao censo das tartarugas através da observação subaquática, a análise também foi desenvolvida através da aplicação do GLM, onde foi analisada a influência das variáveis ambientais no número de tartarugas avistadas através de vários modelos. O modelo geral compreendeu uma variável resposta (número de tartarugas

observadas) e quatro variáveis ambientais (temperatura da água, local, visibilidade e estação do ano), sendo que as três últimas variáveis foram categóricas. Como a observação direta de tartarugas através do mergulho é limitada por algumas variáveis ambientais como visibilidade, agitação do mar e até mesmo o comportamento das tartarugas marinhas, a contagem de animais apresentou um elevado número de zeros. Alguns modelos levam em consideração o excesso de zeros nas contagens, que é recorrente em trabalhos ecológicos (Zeleis et al, 2008), como os modelos inflacionados de zeros e os modelos de Hurdle (Lambert, 1992; Mulahy, 1986.). O modelo que apresentou melhor ajuste aos dados foi o modelo de Hurdle. O teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para testar se houve diferença significativa entre os locais de amostragem e a classe etária das tartarugas e entre as categorias de visibilidade e os locais de amostragem foi realizado. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para testar se houve diferença significativa entre as categorias de visibilidade e o número de tartarugas observadas. Para verificar se houve diferença nas observações entre os dois mergulhadores, utilizou-se o teste de Wilcoxon.

Para a análise dos dados das observações em ponto fixo o GLM também foi utilizado. O modelo geral compreendeu uma variável resposta (número de tartarugas observadas) e sete variáveis ambientais (temperatura, número de embarcações, local, grau de agitação do mar, período do dia, estação do ano e estado da maré), sendo que as cinco últimas variáveis foram categóricas. Assim como na observação subaquática, a observação através de ponto fixo possui um fator limitante que pode aumentar o número de zero na contagem dos animais, sendo que nessa observação tal fator é a “agitação do mar”. Assim, foram testados modelos que levassem em consideração a contagem de zeros da amostra como os modelos de Hurdle e modelos inflacionados de zeros (Lambert, 1992; Mulahy, 1986). O modelo que apresentou melhor ajuste aos dados foi novamente o modelo de Hurdle. Para verificar se houve diferença entre o número de tartarugas observadas e o grau de agitação do mar, utilizou-se o teste estatístico de Kruskal-Wallis. O mesmo teste foi utilizado para verificar se houve diferença entre o número de tartarugas observadas e a estação do ano.

### 3. RESULTADOS

As coletas foram realizadas nos meses de janeiro a setembro de 2014, totalizando 378 horas de esforço amostral, distribuídas em 196 horas no verão e 182 no inverno.

Do total de animais avistados na observação subaquática, 84% foram da espécie *Chelonia mydas* (Tabela 1) e 16% da espécie *Eretmochelys imbricata* (Tabela 2). Apenas um indivíduo da espécie *Caretta caretta* foi registrado encalhado no ponto 2 e as outras espécies de tartarugas marinhas registradas no litoral brasileiro não foram observadas. A temperatura da água variou entre 18° e 28.5°C e a visibilidade da água foi de 1 até 6.2 m. Entre os mergulhos, 70% apresentaram visibilidade “ruim”, 20% apresentaram visibilidade “regular” e em 10% dos mergulhos a visibilidade foi classificada como “boa”. No verão a maior porcentagem foi a de visibilidade “regular” (48%) e o inverno apresentou maior porcentagem de visibilidade “boa” (38%).

### 3.1. Observações subaquáticas

Não houve diferenças significativas entre categorias de visibilidade e os locais de amostragem (Pearson’s Chi-squared test,  $X^2 = 17.7637$ ,  $p = 0.1231$ ). Somente os pontos 1, 2 e 3 (localizados ao sul) apresentaram visibilidade “boa”, os demais pontos apresentaram visibilidade entre “ruim” e “regular”. O teste de Kruskal-Wallis apresentou uma relação significativa entre o número de tartarugas observadas e o grau de visibilidade (Kruskal-Wallis: chi-squared = 46.4957;  $p = 8.009e-11$ ).

#### 3.1.1. Diferença de observação entre os mergulhadores

Durante todos os meses de observação foram avistadas 117 tartarugas. As contagens de tartarugas registradas na faixa central não apresentaram diferenças significativas entre os mergulhadores pelo teste de Wilcoxon ( $V=447$  Wilcox;  $p > 0.05$ ).

#### 3.1.2. Influência das variáveis ambientais na avistagem de tartarugas marinhas

Apesar da consideração de um modelo mais complexo envolvendo o efeito de todas as variáveis ambientais coletadas, o melhor modelo, com relação à influência das variáveis ambientais na observação subaquática, considerou apenas a influência da visibilidade e da temperatura da água na previsão do número de animais observados em cada mergulho.

#### 3.1.3. Distribuição da tartaruga-verde

Das tartarugas-verdes avistadas, apenas 7% foram classificadas como subadultas e as demais como juvenis. Os pontos de amostragem diferiram significativamente com relação à classe etária das tartarugas-verdes (Pearson’s chi-squared test,  $X^2 = 19.5779$ ,  $p$

= 0.0014), sendo que 71% dos indivíduos subadultos foram observados no ponto 4, 14,5% no ponto 3 e 14,5% no ponto 5. Os indivíduos juvenis foram observados em todos os pontos amostrados, sendo que o ponto 2 apresentou maior porcentagem de avistagens (33%), seguido pelo ponto 1 (19%), ponto 6 (16%), ponto 4 (12%), ponto 3 (11%) e ponto 5 (9%). Tais porcentagens diferem significativamente entre si (Pearson's Chi-squared test,  $X^2= 73.96$ ,  $p<2.2e^{-16}$ ).

Durante os meses de inverno não foi possível realizar as observações subaquáticas no ponto 4, devido a visibilidade ruim no local durante essa estação (< 0,5m).

Tabela 1: número de tartarugas-verdes nas observações subaquáticas e em ponto fixo, durante verão e inverno.

Pontos	Observação subaquática	
	Verão	Inverno
1	12	07
2	19	12
3	10	01
4	16	-
5	0	09
6	03	12

### 3.1.4. Distribuição da tartaruga-de-pente

Entre as tartarugas de pente, 47% dos indivíduos avistados foram classificados como subadultos, 41% como juvenis e 12% como adultos. Tais porcentagens não apresentaram diferença significativa (Pearson's Chi-squared test,  $X^2 = 3.6471$ ,  $p = 0.1615$ ) e não houve diferença entre os pontos de amostragem com relação à classe etária das tartarugas (Pearson's Chi-squared test,  $X^2 = 3.5366$ ,  $p = 0.4723$ ). Essa espécie só foi observada na região sul do canal, nos pontos 1, 2 e 3. Sendo que 42% dos indivíduos juvenis foram avistados no ponto 1, tendo a mesma porcentagem para o ponto 2 e 14% foram observados no ponto 3. Os indivíduos subadultos foram

observados em maior porcentagem no ponto 2 (62,5%), seguido pelo ponto 3 (25%) e ponto 1 (12,5%). Indivíduos adultos foram avistados apenas no ponto 2.

Tabela 2: número de tartarugas-de-pente nas observações subaquáticas e em ponto fixo, durante verão e inverno.

Pontos	Observação subaquática	
	Verão	Inverno
1	2	2
2	10	0
3	2	1
4	0	0
5	0	0
6	0	0

### 3.1.5. Observações dos comportamentos

Os quatro comportamentos estabelecidos previamente foram observados durante a pesquisa, apresentando as seguintes porcentagens: natação (58%), repouso (18%), alimentação (14%) e repouso auxiliado (12%), sendo que nos meses de inverno não foi observado o comportamento de alimentação. Além dos comportamentos preestabelecidos, houve quatro observações aonde os peixes da espécie *Abudefduf saxatilis* (sargentinho) foram observados limpando indivíduos de tartaruga-de-pente enquanto as mesmas repousavam sobre rochas. As tartarugas-de-pente foram observadas frequentemente repousando inclinadas sobre as rochas, escondendo suas nadadeiras anteriores (Figura 5).



Figura 5: Tartaruga-de-pente repousando inclinada, em Ilhabela, Brasil.

### 3.1.6. Descrição do comportamento de camuflagem

Em diversas ocasiões foi possível observar o comportamento de camuflagem aonde as tartarugas (verde e de-pente), durante o repouso, se localizavam em bancos de algas ou de corais parecidos com sua coloração e tentavam esconder suas nadadeiras e cabeça, se confundindo com o substrato (Figura 6 e 7). Tal comportamento não foi anteriormente descrito na literatura para as tartarugas marinhas, porém os indivíduos observados nessa pesquisa apresentaram-no frequentemente. Os animais utilizam a camuflagem para dificultar o seu reconhecimento e a maioria dos exemplos associados a esse comportamento envolve a coloração do corpo, sendo que na natureza tal comportamento ocorre como forma de evitar que os animais sejam reconhecidos (Stevens e Merilaita, 2009). Acredita-se que as tartarugas marinhas apresentem o comportamento de camuflagem como forma de evitar seu reconhecimento por possíveis predadores durante o comportamento de repouso, quando se encontram mais vulneráveis.



Figuras 6 e 7: Tartaruga-de-pente (esquerda) e tartaruga-verde (direita) apresentando comportamento de camuflagem entre as algas, em Ilhabela, Brasil.

### 3.1.7. Influência das variáveis preditoras no comportamento

Apesar da consideração de um modelo mais complexo envolvendo o efeito de todas as variáveis preditoras, o melhor modelo sugerido pela análise considerou que apenas o local e o tipo de fundo exerceram influências significativas sobre os comportamentos apresentados pelas tartarugas observadas. A seleção do melhor modelo foi realizada a partir do menor valor de AIC.

Não houve observação do comportamento de repouso auxiliado no ponto 6 e o comportamento de alimentação não foi observado no ponto 5, nas demais praias foram observados todos os comportamentos (Figura 8). As maiores porcentagens de

observação do comportamento de alimentação foram nos pontos 4 (36%) e 2 (36%). O comportamento de natação foi observado mais frequentemente no ponto 2 (34%) e no 1(20.5%). O ponto 2 apresentou maior porcentagem também para as observações do comportamento de repouso (28%), seguido pelos pontos 3, 1 e 6 que apresentaram as mesmas porcentagens de observação para esse comportamento (19%). O ponto 2 também apresentou maior porcentagem de observação para o comportamento de repouso auxiliado (40%) seguido pelo ponto 1(27%).

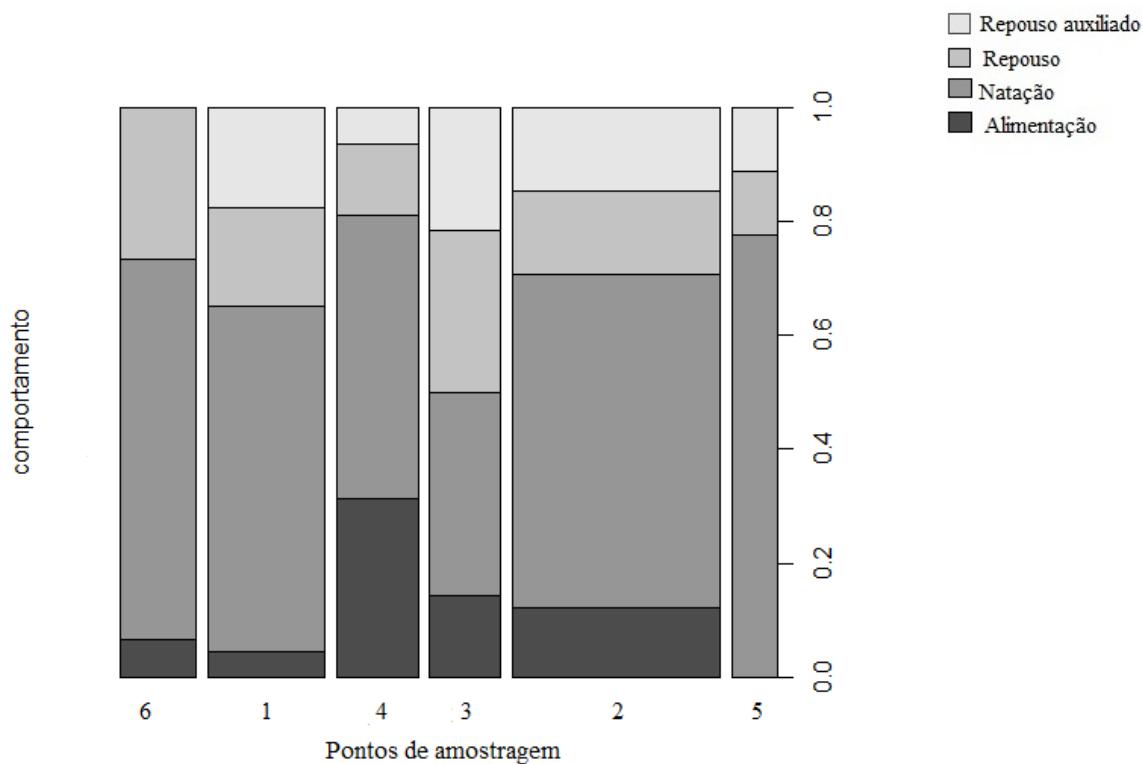


Figura 8: Frequência dos comportamentos com relação aos pontos de amostragem.

Com relação aos tipos de fundo, quando o mesmo era composto por areia coberta por algas (AA), o comportamento de repouso auxiliado não foi observado. Nos outros tipos de fundo, rocha (RO) e areia (AR), os quatro comportamentos foram observados. Quando o fundo era composto por areia coberta por algas o comportamento observado mais frequentemente foi o de alimentação (57%), seguido pelo comportamento de repouso (28.5%). Quando o fundo era composto por areia o comportamento mais observado foi o de natação (67%), seguido pelo comportamento de repouso (20%). O comportamento de natação também foi mais frequentemente

observado quando o fundo era composto por rochas (53%), seguido pelo comportamento de repouso auxiliado (23.5%) (Figura 9).

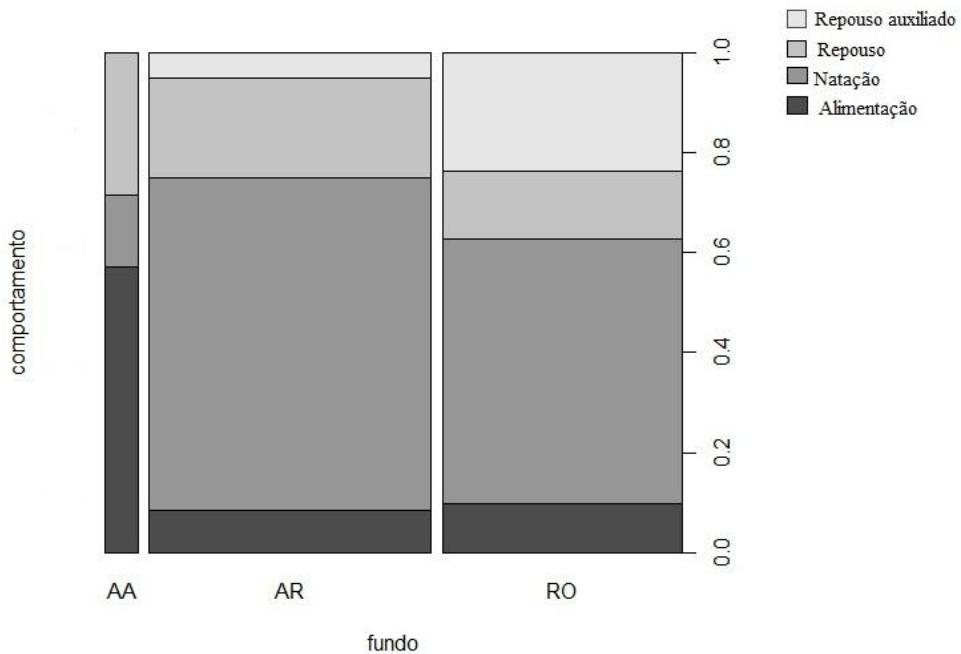


Figura 9: frequência dos comportamentos com relação ao tipo de fundo.

### 3.2. Observações em ponto fixo

Em 157 horas de observação, 2.132 tartarugas marinhas foram avistadas (Tabela 3). Verificou-se uma relação significativa entre o número de tartarugas observadas e grau de agitação do mar (Kruskal-Wallis: chi-squared= 12.75; df=3; p = 0.005), sendo que quanto maior o grau de agitação menor foi o número observado de tartarugas marinhas.

Foi observada uma diferença significativa entre o número de tartarugas observadas no verão e no inverno somente o ponto 3 (Kruskal-Wallie: chi-squared = 17.7068, p-value = 2.577e-05) e o 6 (Kruskal-Wallis: chi-squared = 8.5974, p-value = 0.003366).

#### 3.2.1. Influência das variáveis ambientais na avistagem de tartarugas marinhas

Apesar da consideração de um modelo mais complexo envolvendo o efeito de todas as variáveis ambientais coletadas, o melhor modelo sugerido pelo teste considerou apenas a influência dos locais amostrados e do grau de agitação do mar.

Tabela 3: número de tartarugas observadas durante as observações em ponto fixo.

Observação ponto fixo		
Pontos	Verão	Inverno
1	40	27
2	132	167
3	79	11
4	504	479
5	147	70
6	292	184

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Observação subaquática

#### 4.1.1. Influência das variáveis explanatórias na avistagem de tartarugas marinhas

A distribuição dos membros da família Cheloniidae parece ser restrita pela isoterma superficial de 20°C (Davenport, 1997). As mudanças sazonais na temperatura da água podem ter efeitos profundos sobre o metabolismo e fisiologia desses animais ectotérmicos, sendo que as respostas fisiológicas e comportamentais em tartarugas-verdes dependem da magnitude e velocidade que a temperatura decai (Southwood et al., 2003). O menor número de avistagens de animais com relação às baixas temperaturas pode ser resultado da diminuição dos indivíduos na área de estudo, que podem se dirigir a locais onde as condições sejam mais favoráveis a sua sobrevivência. Pettitet et al. (2009) registraram a diminuição do número de tartarugas em Santa Catarina com a queda da temperatura, sugerindo a migração desses animais para maiores latitudes quando a temperatura não favorece seu metabolismo, tal comportamento é descrito como “migração sazonal” (Avens & Lohmann, 2004; Musick et al., 1997), sendo que no local a temperatura mínima foi de 10°C, oito graus a menos do que a encontrada na presente pesquisa. Durante o período de baixas temperaturas esses quelônios marinhos podem diminuir seu metabolismo, quando as condições ambientais apresentam-se sub-

ótimas (Southwood et al., 2003), podendo apresentar comportamento letárgico, repousando sobre o substrato marinho (Felger et al., 1976) e realizando mergulhos mais longos e profundos (Southwood et al., 2003). Acredita-se que as tartarugas marinhas de Ilhabela apresentem esse comportamento, mas não tenham necessidade de se deslocar para maiores latitudes em busca de águas mais quentes. Tal comportamento pode ter interferido no número de animais avistados durante os mergulhos, que foram realizados apenas na superfície.

Embora alguns autores citem o limiar de inatividade como 15°C (Felger et al., 1976; Seminoff, 2000), as populações de tartarugas-verdes parecem responder de maneira diferente com relação às mudanças de temperatura. O estudo realizado por Seminoff (2000) mostrou que a população do Pacífico Oriental permaneceu durante todo ano em áreas de alimentação no Golfo da Califórnia e mantiveram-se ativas durante os meses de verão e inverno. Experimentos anteriores desenvolvidos com tartarugas-verde em cativeiro têm demonstrado que diminuições agudas na temperatura resultam na diminuição da taxa metabólica entre a faixa de 30°-10°C (Davenport et al., 1982), ocasionam diminuição do batimento cardíaco na faixa de 35-15°C (Smith et al., 1986) e grande redução do fluxo sanguíneo periférico ao longo da faixa de 32-17°C (Hochscheid et al., 2002). Apesar da temperatura da água no presente estudo ter variado apenas entre 18°-28.5°C acredita-se que essa variação possa ter causado diminuição no metabolismo dos animais, fazendo com que diminuíssem as atividades de alimentação e natação, realizando mergulhos mais longos e profundos, dificultando assim a avistagem pelos mergulhadores.

Apesar da variação na temperatura ter apresentado influência no número de tartarugas, não houve diferença da observação desses animais entre verão e inverno. Acredita-se na hipótese de que a diminuição da temperatura ocasionou mudança no comportamento dos animais deixando-os menos ativos e mais associados ao fundo. Porém, acredita-se que o Canal de São Sebastião, devido à influência da Água Costeira, não apresenta temperaturas baixas o suficiente para que as tartarugas marinhas tenham que se deslocar para maiores latitudes.

A variável visibilidade mostrou-se limitante para a pesquisa sendo que menos tartarugas foram observadas quando a visibilidade foi classificada como “ruim”. Salmon et al. (2010) e Roos et al. (2006) também encontraram limitações à pesquisa devido à restrição causada pela visibilidade em estudos desenvolvidos em Mackay, na Austrália e em Mayotte Island, no Oceano Índico. Tais resultados indicam a importância de levar

em consideração essa variável em pesquisas realizadas através do mergulho, pois com baixa visibilidade o animal pode estar presente porém não ser avistado pelo mergulhador.

#### 4.1.2. Distribuição e comportamento da tartaruga-verde

A menor classe de tamanho observada para essa espécie foi de 20-30 cm e a maior foi de 60-70 cm, sendo os indivíduos classificados como juvenis e subadultos (Chaloupka & Limpus, 1997; Limpus & Chaloupka, 1997). A classe de comprimento foi estimada de 10 em 10 cm devido a possíveis erros deste tipo de estimativa, relacionados com a experiência do mergulhador e aumento dos objetos na água (Reisser, 2006). Alguns estudos mostram o tamanho médio dos indivíduos recém-recrutados para áreas de alimentação, Pilcher (2010) em sua pesquisa com tartarugas-verdes na Ilha de Mantatani, na Malásia, registrou que o tamanho médio de comprimento da carapaça dos indivíduos recém-recrutados para a área de alimentação era de 38.1cm. No Pacífico, Balasz e Chaloupka (2004) encontraram média de 35 cm, em Fog Bay na Austrália, a média encontrada foi de 38 cm e em Shoalwater Bay, também na Austrália, de 40 cm. Na baía de Kiholo, no Hawaii, o tamanho mínimo de carapaça foi 33.2 cm e o máximo de 71.5 cm, sendo que os animais apresentaram residência prolongada no local (Balasz, et al. 2000). Em Fernando de Noronha, os indivíduos recém-recrutados apresentaram média de 47.9 cm de comprimento de carapaça, sendo que o menor indivíduo apresentou 27 cm e o maior 87 cm (Colman et al., 2014). Embora os comprimentos de carapaça na presente pesquisa tenham sido estimados visualmente, é possível compará-los com os trabalhos citados, pois estão dentro das classes de comprimento observadas, sendo que entre os animais avistados, 32 % apresentaram comprimento de carapaça de 30-40 cm, o que pode indicar a região como uma área de recrutamento para as tartarugas-verde após sua fase pelágica, segundo a literatura (Balasz and Chaloupka, 2004; Balasz et al., 2000; Colman et al., 2014; Pilcher, 2010).

Pilcher (2010) registra também que tartarugas com comprimento da carapaça maior que 62 cm não foram avistadas, sugerindo que o período de residência desses animais na área de alimentação estudada (calculado a partir da taxa de crescimento dos indivíduos) seja de 6 a 7 anos. O comprimento máximo dos indivíduos de tartarugas-verdes observado nesta pesquisa também apresentou classe de tamanho semelhante ao descrito por Pilcher (2010), sendo de 60-70 cm.

Acredita-se que a ocorrência de indivíduos de maior tamanho no ponto 4 (classificados como subadultos) seja em decorrência das características do assoalho marinho dessa praia, que é composto por sedimentos finos cobertos por grama marinha *Halodule sp.*, sendo a única praia das áreas de amostragem que apresenta tais características. Esse gênero de grama marinha também foi identificado por Reis et al. (2000) apenas 1 km do ponto 4 e é descrito como um dos principais itens alimentares da tartaruga-verde (Arthur et al., 2009; Bjorndal 1997; Limpus et al. 2005). Essa espécie pode ter sua taxa de crescimento modificada pela qualidade do habitat, disponibilidade de alimento, sexo e temperatura da água (Bjorndal & Bolten, 1988). O ponto 4 (juntamente com a praia do Portinho) apresentou maior frequência do comportamento de alimentação com relação aos outros pontos, acredita-se que, por essa praia possuir em abundância um dos principais itens alimentares da espécie, os indivíduos utilizam essa praia para alimentação e podem apresentar uma maior taxa de crescimento possuindo, consequentemente, maiores comprimentos de carapaça, considerando que a tartaruga-verde possui crescimento limitado pela disponibilidade de nutrientes (Bjorndal et al., 2000).

Pesquisas realizadas através da observação direta reportam a grama marinha como um dos principais itens alimentares das tartarugas-verdes e descrevem que esses animais retornam continuamente aos locais de forrageamento em busca desse alimento (Bjorndal, 1980; Mortimer, 1981). Acredita-se que tal comportamento ocorra na Praia do Itaguaçú, visto que os indivíduos foram observados durante todo o ano no local, não demonstrando sazonalidade. Meylan et al. (2014) em seu trabalho de marcação e recaptura realizado em Bermuda, no Caribe, mostraram que as tartarugas-verdes podem ser residentes em um local de desenvolvimento e alimentação por longos períodos, sendo encontradas tartarugas residentes há pelo menos 14 anos. No entanto, sabe-se que as tartarugas-verdes juvenis podem apresentar diferentes padrões de comportamento, desde residência, com alto nível de fidelidade ao local, até área de vida em larga escala (Godley et al., 2003).

O ponto 2 apresentou o maior número de indivíduos juvenis dessa espécie e a maior porcentagem de observação do comportamento de alimentação ( junto com o ponto 4). Este dado pode estar relacionado às características locais; uma baía abrigada com médio hidrodinamismo e presença de rochas (Netto et al., 2005) que podem servir como refúgio para esses animais. A hidrodinâmica das correntes e marés dentro do Canal de São Sebastião influencia o tipo de substrato de cada praia (Netto et al., 2005)

podendo influenciar também na distribuição e concentração de tartarugas marinhas segundo a disponibilidade de alimento e condições para repouso. Porém, a visibilidade também pode ter influenciado no maior número de animais avistados nessa praia e na maior porcentagem de observação do comportamento de alimentação, visto que 23% dos mergulhos realizados no local apresentaram “boa” visibilidade. Tal porcentagem só foi menor do que no ponto 1, que apresentou 27% dos mergulhos com visibilidade classificada como “boa”. O ponto 2 também apresenta grande porcentagem de suas rochas cobertas pela espécie *Palythoa caribaeorum*, (Chimetto et al., 2011) que foi observada como item alimentar da tartaruga-verde na Ilha dos Arvoredos, em Santa Catarina (Reisser et al., 2013). Apesar de somente a tartaruga-de-pente ter sido observada *in situ* se alimentando dessa espécie, foram observadas marcas de mordidas nesses zoantídeos que acredita-se que sejam da tartaruga-verde (Figura 10), sendo mais superficial do que as mordidas deixadas pela tartaruga-de-pente na mesma espécie (Figura 11). Ocasionalmente, indivíduos de tartarugas-verdes foram observados repousando sobre o substrato marinho, ou flutuando um pouco acima do substrato enquanto se alimentavam. Esse comportamento de flutuação durante a alimentação também foi observado por Houghton et al. (2003) na Ilha de Mahé, sugerindo que as tartarugas conseguem realiza-lo através de uma flutuação neutra ou ligeiramente positiva.



Figura 10 e 11: Detalhe de mordidas no zoantídeo *Palythoa caribaeorum* que acredita-se ser da tartaruga-verde (esquerda) e mordidas da tartaruga-de-pente na mesma espécie de zoantídeo.

O ponto 2 também apresentou maior frequência de observação para os comportamentos de natação, repouso e repouso auxiliado. A melhor visibilidade dessa praia com relação às outras pode ter influenciado na maior frequência de observações dos comportamentos, porém, acredita-se que o ponto 2 apresenta características mais favoráveis à presença das tartarugas marinhas que as demais praias de estudo.

A prevalência e maior número dos indivíduos juvenis nas praias localizadas na região sul do Canal de São Sebastião (pontos 1 e 2) pode estar relacionada também com a dinâmica das correntes marinhas no canal. A Água Central do Atlântico Sul (ACAS) é uma massa rica em nutrientes e sua ressurgência é importante para o crescimento da biomassa fito e zooplânctonica e, consequentemente, para a manutenção de todo o ecossistema da região (Oliveira & Marques, 2005). A ACAS adentra o canal pela força do gradiente de pressão, sempre maior na entrada sul (Silva *et al.*, 2005), podendo aumentar o número de tartarugas marinhas nessa área pelo incremento em nutrientes trazidos por essa massa d'água. A região norte do canal recebe a Água Costeira (AC) em níveis mais altos, principalmente no inverno, fazendo com que a temperatura da água nessa região tenda a ser mais elevada (Silva *et al.*, 2005). Apesar de não receber tantos nutrientes como a região sul, que recebe níveis mais altos da ACAS, acredita-se que as temperaturas mais altas da região norte também podem atrair as tartarugas marinhas, auxiliando-as a manter o metabolismo ativo.

A distribuição das tartarugas-verdes juvenis ao longo do canal pode indicar a região de estudo como uma importante área de recrutamento desses animais após sua fase pelágica, devido ao tamanho dos indivíduos observados na região, oferecendo alimento e descanso. Quando esses indivíduos são recrutados também modificam seus padrões de movimento, tendendo a estabelecer uma área de vida mais limitada associada ao forrageamento bentônico e locais de repouso durante longos períodos (Makowski *et al.* 2006; Mendonça, 1983).

Em todas as praias do CSS, com exceção do ponto 6, e durante todo o ano foram observados os comportamentos de repouso e repouso auxiliado pela tartaruga-verde. Sendo que, quando o comportamento de alimentação diminuiu no inverno, os comportamentos de repouso aumentaram, indicando que as tartarugas-verdes permanecem no canal durante todo o ano mesmo quando os recursos alimentares parecem diminuir. Tal dado corrobora com os dados encontrados com relação ao menor número de tartarugas avistadas com relação às baixas temperaturas e às mudanças na disponibilidade de alimento, o que pode diminuir as atividades desses animais devido à indução do torpor no metabolismo (Southwood *et al.*, 2003; Felger *et al.*, 1976; Seminoff, 2000). Makowski *et al.* (2006) descrevem que quando os recursos são suficientemente disponíveis, indivíduos podem desenvolver afinidades a áreas específicas, tanto para alimentação quanto para descanso.

Portanto, acredita-se que Ilhabela oferece às tartarugas-verdes juvenis a possibilidade de desenvolvimento durante esta etapa do seu ciclo de vida, assim como registrado em Ubatuba (Gallo et al., 2006) que fica aproximadamente 50Km ao norte da região de estudo. A partir desses dados, acredita-se que as tartarugas-verdes juvenis de Ilhabela utilizem a região como habitat de alimentação, desenvolvimento e descanso.

#### 4.1.3. Distribuição e comportamento da tartaruga-de-pente

Diferente da tartaruga-verde, a tartaruga-de-pente apresentou predominância de indivíduos subadultos, porém sua maior porcentagem também ocorreu na região sul do canal. Faz-se necessário considerar a melhor visibilidade dessa área com relação às outras, o que pode ter influenciado no maior número de avistagens. Sabe-se que o crescimento somático das tartarugas é separado ontogeneticamente em fases: (1) alimentação pelágica pós-nascimento seguida pela (2) alimentação bentônica (Chaloupka & Musick, 1997). Chaloupka & Limpus (1997) consideram apenas as tartarugas maiores que 35 cm nesta última fase.

Acredita-se na hipótese de que a ocorrência dessa espécie apenas nos pontos 1, 2 e 3 pode estar vinculada com a maior ocorrência da espécie *Palythoa caribaeorum* nesses locais, sendo que tal espécie é descrita como item alimentar da tartaruga-de-pente em outros locais do Brasil como na Ilha do Arvoredo em Santa Catarina (Reisser et al., 2009), em Abrolhos, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Proietti & Secchi, 2011) e na Laje de Santos (Stampar et al., 2007). A tartaruga-de-pente foi observada nesta pesquisa se alimentando dessa espécie de zoantídeo no ponto 3 (Figura 8) e no ponto 2. A predação de zoantídeos pela tartaruga-de-pente também foi documentada para *Zoanthus sociatus* nas Ilhas Virgens (USA), aonde a predação ocorreu por alguns indivíduos juvenis de tartaruga-de-pente e um indivíduo adulto na Ilha de Buck, quando havia pouca ou nenhuma esponja presente (Pemberton et al., 2000). Porém, pesquisas realizadas no Canal de São Sebastião revelam mais 120 espécies de esponjas presentes na região (Hajdu et al 1996, 1999;. Hajdu 1998; Pinheiro & Hadju , 2001), o que também pode atrair as tartarugas marinhas, sendo que as esponjas marinhas são consideradas um dos principais itens alimentares da espécie (León & Bjorndal 2002; Meylan 1988; van Dam & Diez 1997). Acredita-se também que esses animais estejam presentes na região sul devido ao aporte de nutrientes trazidos pela ACAS, que possui grande influência na região sul do canal (Oliveira e

Marques, 2005) e pode fazer com que tais itens alimentares da tartaruga-de-pente estejam presentes em maior quantidade do que nas outras regiões do canal.

A residência dos animais adultos no ponto 2 durante todo o ano indica o local como uma importante área de alimentação e repouso para essa espécie. A presença de uma baía abrigada, com águas calmas e grande quantidade de rochas, são características locais que proporcionam repouso e proteção para esses animais. Sabe-se que as tartarugas-de-pente juvenis podem apresentar comportamento relativamente sedentário quando encontram área de forrageamento adequada (Pritchard & Trebbau, 1984) e permanecer em tais locais por longos períodos. Quando adultos esses animais costumam iniciar seus movimentos migratórios (van Dam & Diez, 1998); porém a maturidade sexual para uma tartaruga que já apresenta comprimento de carapaça de um indivíduo adulto pode levar décadas (Limpus, 1992). Uma população de tartarugas-de-pente na República Dominicana composta principalmente por indivíduos juvenis e subadultos, apresentou alta fidelidade ao local de alimentação (Léon & Diez, 1999). A maioria dos estudos com indivíduos de tartarugas-de-pente em áreas de alimentação reportam apenas animais juvenis ou subadultos com comprimento máximo de 85 cm de carapaça (Chaloupka & Limpus, 1997; Limpus, 1992; Meylan et al., 2011; Pritchard and Trebbau, 1984). Dois, dos três indivíduos, encontrados no ponto 2 e que foram classificados como adultos, durante esse estudo, apresentaram entre 90 a 100 cm de carapaça e o terceiro indivíduo, também classificado como adulto, apresentou de 70-80 cm (Fernandes et al., 2015). A residência de indivíduos adultos de tartarugas de pente em áreas de alimentação no Brasil foi registrada por Marcovaldi et al. (2012) em regiões do Nordeste do País, porém não existem registros de residência desses animais adultos na região Sudeste e Sul. Acredita-se que esses animais adotaram comportamento sedentário devido às boas condições para alimentação e repouso, permanecendo residentes durante todo o ano de observação. Pescadores e moradores locais relatam a permanência dos indivíduos adultos nessa praia por pelo menos há cinco anos (comunicação pessoal). Meylan et al. (2011) descrevem, através do estudo da taxa de crescimento, que indivíduos de tartaruga-de-pente em Bermuda, após serem recrutados para a área de desenvolvimento, podem permanecer residentes por até 30 anos.

Meylan (1999) sugere que a alta taxa de recaptura de *Eretmochelys* imaturas na área de alimentação em que foram marcadas em seu estudo indica uma residência de longo prazo em habitats de desenvolvimento. Em um estudo desenvolvido na Ilha de Mona, em Porto Rico, van Dam e Diez (1998) concluíram que tartarugas-de-pente

imaturas presentes no local também pareciam ser residentes por longos períodos. É possível afirmar que indivíduos dessa espécie permanecem residentes em áreas relativamente pequenas e a residência pode se estender por período de tempo de cinco a dez anos (Meylan et al., 2011). Porém, tais estudos foram desenvolvidos apenas com animais juvenis. Estudos com relação à residência de tartarugas-de-pente adultas em áreas de alimentação, como na presente pesquisa, são raros, o que dificulta a comparação do comportamento desses animais com outros no mesmo estágio do ciclo de vida, porém torna relevante a observação de tal registro.

#### 4.2.Observações em ponto fixo

##### Influência das variáveis explanatórias na avistagem de tartarugas marinhas

A influência do grau de agitação do mar mostrou-se um fator limitante na avistagem de tartarugas, pois, mesmo que os animais estivessem presentes no local, o maior grau de agitação do mar dificultou as avistagens. Isto indica a importância de levar-se em consideração tal variável em pesquisas realizadas através da observação em ponto fixo, pois o maior grau de agitação do mar pode influenciar o número de animais avistados e aumentar o número de zeros nas contagens, interferindo no número real da ocorrência de tartarugas marinhas, o que deve ser levado em conta nas análises estatísticas.

A diferença do número de tartarugas observadas entre os locais amostrados mostrou significância relevante para o ponto 4 ( $P= 1.64e-06$ ), ponto 2 ( $P= 0.02327$ ), ponto 3 ( $P= 1.98e-13$ ) e ponto 5 ( $P= 8.29e-07$ ). Sendo que somente o ponto 4 e 2 apresentaram incremento significativo no número de tartarugas com relação às outras praias, enquanto as demais demais apresentaram diminuição no número de animais avistados. Acredita-se que o maior número de tartarugas-verdes avistadas no ponto 4 (que só apresentou ocorrência desta espécie) esteja relacionado com a disponibilidade de alimento no local, que apresenta o assoalho marinho coberto pela grama marinha *Halodule sp.*, sendo a única praia das áreas de amostragem que apresenta essa caracterização.

A hipótese para o número significativo de avistagens no ponto 2 é dada pelas características locais, sendo que essa praia apresenta uma baía abrigada, com águas calmas e muitas rochas cobertas pela espécie *Palythoa caribaeorum* (Chimetto et al., 2011) que foi observada como item alimentar da tartaruga-verde na Ilha dos Arvoredos,

em Santa Catarina (Reisser et al., 2013). Assim como discutido anteriormente com relação ao maior número de avistagens subaquáticas nesse local, acredita-se que a dinâmica de correntes marinhas no Canal de São Sebastião também tenha grande influência na distribuição das tartarugas marinhas no canal devido ao aporte de nutrientes trazidos pelas massas d'água (principalmente pela ACAS), influenciando na distribuição e abundância dos itens alimentares e, consequentemente, das tartarugas marinhas. O alto número de indivíduos nessas áreas, e as observações dos comportamentos realizadas através da observação subaquática, indicam-nas claramente como importantes locais de recrutamento, alimentação e descanso para a tartaruga-verde e para a tartaruga-de-pente.

Apesar do ponto 2 estar dentro dos limites do Santuário Ecológico Marinho de Ilhabela, o mesmo não está dentro das categorias do Sistema de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e, portanto, não possui fiscalização e medidas de conservação necessárias para a sobrevivência desses animais ameaçados. Nessa área, assim como em toda a extensão do CSS, há diversas modalidades de pesca e tráfego intenso de embarcações em alta velocidade próximas à costa. Tais atividades, desenvolvidas sem as corretas instruções e fiscalização, são ameaças potenciais à população de tartarugas marinhas que passa parte do seu ciclo de vida na região. Durante esta pesquisa houve o registro de um encalhe em massa de quinze tartarugas-verdes, sendo que a avaliação das carcaças permitiu inferir que o encalhe ocorreu por conta da pesca incidental. É necessário que haja fiscalização das embarcações, com relação a sua velocidade e distância da costa, e da ocorrência de redes de espera ilegais na região.

O número de tartarugas marinhas observado não apresentou dependência com a variável ambiental “estação do ano” ( $P=0.30130$ ), indicando que os animais não apresentam sazonalidade. Considerando que o tempo de residência em habitats de alimentação é influenciado pela disponibilidade de alimento e competição (Heppel et al., 2003), conclui-se que área de estudo oferece boas condições de desenvolvimento para as tartarugas durante todo o ano, apresentando também poucos predadores potenciais. No verão as condições do canal são propícias para a alimentação das tartarugas sendo que no início da primavera há a entrada da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), fria, salina e rica em nutrientes (Castro & Miranda, 1998), promovendo pulsos de eutrofização em profundidades médias (Braga, 1999). Já no inverno, quando as temperaturas são mais baixas e as tartarugas poderiam migrar para áreas mais

quentes, a ACAS retira-se para a quebra da plataforma continental e a plataforma interna é preenchida com a Água Costeira (AC), quente e de baixa salinidade (Silveira et al., 2000), diminuindo a queda de temperatura da água e possibilitando que as tartarugas marinhas continuem no canal.

A ausência da relação do número de tartarugas avistadas com relação às embarcações mostra que esses animais não sofrem interferência pela presença dos barcos, o que os torna mais susceptíveis a acidentes com essas embarcações. A colisão com embarcações contribui para a mortalidade das tartarugas marinhas (Hazel & Gyuris 2006; Lutcavage et al. 1997). Hazel et al. (2007) em sua pesquisa na baía de Moreton, Austrália, concluíram que quanto maior a velocidade da embarcação maior é a probabilidade das tartarugas não conseguirem fugir e, consequentemente, maior o risco de colisão, ao menos que seja mantida uma distância vertical adequada entre a embarcação e o animal, diminuindo tal risco.

O som do motor das embarcações tem utilidade mínima para as tartarugas marinhas submersas identificarem a ameaça e é provável que esses animais se habituem a esse som como ruído de fundo (Hazel et al., 2007). Como as tartarugas marinhas tendem a manter uma fidelidade a longo prazo com as áreas de alimentação costeiras, o risco de colisão com embarcações persiste durante décadas, sendo que o risco cumulativo de colisões é alto, podendo causar ferimentos graves ou a morte do animal (Hazel et al., 2007). Um dos indivíduos classificados como adulto de tartaruga-de-pente foi avistado durante as observações subaquáticas com a parte inferior direita do seu casco quebrado, provavelmente devido à colisão com embarcação (Figura 12). Venizelos (1993) relatou a morte de seis tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) com diversas fraturas na carapaça causadas por colisão com embarcação na Grécia. O Canal de São Sebastião é uma região turística com alto fluxo de embarcações, principalmente em finais de semana e temporada de férias, época em que aumenta-se o risco de colisão com as tartarugas marinhas. Durante o desenvolvimento desta pesquisa foram encontradas duas carcaças de tartarugas-verdes, uma com 85 cm e outra com 50 cm de comprimento de carapaça, próximas ao ponto 4, com grandes lesões na carapaça causadas pela hélice do motor de embarcação e um indivíduo de tartaruga-verde com 35cm de comprimento de carapaça encalhado na praia ainda vivo, com uma nadadeira amputada e diversas lesões causadas também por colisão . Três indivíduos de tartarugas-verdes e um indivíduo de tartaruga-de-pente também foram observados pelos pesquisadores, durante as observações subaquáticas, com a carapaça lesionada pelas

colisões com embarcações. O risco de colisões com as embarcações tende a aumentar progressivamente com o aumento da população, a menos que a velocidade permitida das embarcações seja reduzida consideravelmente.



Figura 12: Tartaruga-de-pente com o casco lesionado provavelmente por colisão com embarcação, Ilhabela, Brasil.

#### 4.3.Comparação dos métodos

As técnicas utilizadas na pesquisa possuem vantagens e desvantagens na observação das tartarugas marinhas. A observação em ponto fixo permitiu avistar as tartarugas quando a visibilidade da água não permitia a avistagem, evitando assim que falsa ausência dos animais fosse registrada. Tal metodologia permitiu também uma avistagem mais ampla dos indivíduos na área de estudo, sendo que os locais escolhidos para as observações foram regiões altas que permitiam ao observador realizar uma varredura do local. Entretanto, tal metodologia não permitiu identificar com precisão a espécie das tartarugas, ao menos que as mesmas estivessem muito próximas ao local de observação e a água apresentasse boa visibilidade.

A observação subaquática permitiu identificar as espécies de tartarugas marinhas, registrar seus principais comportamentos e suas classes de tamanho. Sendo fundamental para descrição do uso de área das tartarugas marinhas no CSS. Porém, o número de observações foi limitado pela visibilidade da água. Essa metodologia também parece ser afetada pela influência dos observadores sobre as tartarugas, que em algumas ocasiões podem modificar seu comportamento com a presença dos mesmos.

O ponto 2 mostrou-se o melhor local para a avistagem subaquática e o ponto 4 foi o melhor local para a avistagem em ponto fixo. Ambas apresentam potencial para a atividade de “turtle watching” que consiste na observação das tartarugas marinhas em seu habitat natural (Landry & Taggart, 2009) com o objetivo de conscientizar a população local e os turistas com relação à conservação desses animais e os benefícios que isso pode trazer ao ecossistema marinho local e até mesmo à população. Tais atividades devem ser conduzidas por profissionais treinados e serem voltadas para a conservação das tartarugas marinhas e do habitat em que vivem (Landry & Taggart, 2009).

As metodologias utilizadas mostraram-se complementares, permitindo responder as perguntas do presente estudo, sendo que quando uma metodologia apresentou limitações para responder determinadas perguntas da pesquisa, a outra metodologia pode fornecer os dados para as respostas. O uso das duas metodologias concomitantemente também tornou possível verificar a ausência de sazonalidade na ocorrência das tartarugas, pois, apesar de na observação subaquática a temperatura da água mostrar-se uma variável significante na ocorrência desses animais (provavelmente devido à diminuição causada no metabolismo das tartarugas), a estação do ano não apresentou significância em nenhuma das metodologias utilizadas, confirmando a hipótese de que as tartarugas ocorrem na área de estudo durante todo o ano.

## 5. REFERÊNCIAS

Arthur, K.E., McMahon, K.M., Limpus, C.J. & Dennison, W.C., 2009. Feeding Ecology of Green Turtles (*Chelonia mydas*) from Shoalwater Bay, Australia. *Marine Turtle Newsletter* 123: 6-12.

Altmann, J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 48:227-267.

Avens, L. & Lohmann, K.J., 2004. Navigation and seasonal migratory orientation in juvenile sea turtles. *Journal Experimental Biology* 207:1771-1778.

Balazs, G.H., Rice, M., Murakawa, S.K.K., Watson, G., 2000. Growth rates and residency of immature green turtles at Kiholo Bay, Hawaii. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC 436: 283-285.

Balazs, G., Chaloupka, M., 2004. Spatial and temporal variability in somatic growth of green sea turtles resident within the Hawaiian Archipelago. *Marine Biology* 145: 1043–1059.

Bjorndal, K.A., 1980. Nutrition and grazing behavior of the Green turtle *Chelonia mydas*. Marine Biology 56:147–154.

Bjorndal, K. A., Bolten, A.B., 1988. Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas. Copeia 1988:555–564.

Bjorndal, K.A., 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: P.L. Lutz & J.A. Musick (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, London. pp.199-231.

Bjorndal, K.A., 1999. Priorities for research in foraging habitats. In: Eckert, K., Bjorndal, K.A., Abreu-Gorbois, A., Donnelly, M. (eds) *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*. IUCN-SSC Marine Turtle Specialist Group, No. 4: 12–15.

Bjorndal, K.A., Bolten, A.B, Chaloupka, M. Y. 2000., Green turtle somatic growth model: evidence for density dependence. *Ecological Applications* 10: 269-282.

Bowen, B. W., Karl, S. A. 2007. Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology* 16: 4886–4907

Blumenthal, J.M., Austin, T.J., Bell, C.D.L., Bothwell, J.B., Broderick, A.C., Ebanks-Petrie, G., Gibb, J.A., Luke, K.E., Olynik, J.R., Orr, M.F., Solomon, J.L., Godley, B.J., 2009. Ecology of hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, on a western Caribbean foraging ground. *Chelonian Conservation and Biology* 8:1–10.

Braga, E.S., 1999. Seasonal variation of atmospheric and terrestrial nutrients and their influence on primary production in an oligotrophic coastal system southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 47(1): 47-57.

Bugoni, L., Krause, L., Petry, M.V., 2003. Diet of sea turtles in southern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 4:15–18.

Castell E.D., López-Mendilaharsu M., Izquierdo G., 2005. Hábitos Alimentarios de Juveniles de Tortuga Verde (*Chelonia mydas*) en Cerro Verde, Rocha-Uruguay. Anais II Jornada de Conservação e Pesquisa de Tartarugas Marinhas no Atlântico Sul Ocidental, Praia do Cassino, Brasil, p.15-18.

Castro, B.M., Miranda, L.B., 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S coastal segment (4, W). In: A.R. Robinson & K.H. Brink (eds.). *The sea*. John Wiley, New York, pp. 209-251.

Chaloupka, M. Y., Limpus, C. J., 1997. Robust statistical modelling of hawksbill sea turtle growth rates (southern Great Barrier Reef). *Marine Ecology Progress Serie* 146: 1-8.

Chaloupka M. Y., Musick, J.A., 1997. Age, growth and population dynamics. In: Lutz PL, Musick, J.A. (eds) The biology of sea turtles, Chap 9. CRC Marine Science Series. CRC Press Inc. Boca Raton, p 235-278.

Chimetto, L. A., Cleenwerck, I., Moreira, A.P., Brocchi, M., Willems,A., De vos, P. & Thompson, F.L., 2011. *Vibrio variabilis* sp. nov. and *Vibrio maritimus* sp. nov., isolated from *Palythoa caribaeorum*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 61: 3009-3015.

Crouse, D.T., Crowder, L.B., Caswell, H., 1987. A stagebased population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. Ecology 68:1412-1423.

Colman, L. P., Patrício, A.R.C., McGowan, A., Sontos, A.J.B., Marcovaldi, M.A., Bellini, C., Godley, B.J., 2014. Long-term growth and survival dynamics of green turtles (*Chelonia mydas*) at an isolated tropical archipelago in Brazil. Marine Biology: DOI 10.1007/s00227-014-2585-5.

Davenport, J., Ingle, G., Hughes, A.K., 1982. Oxygen uptake and heart rate in young green turtles (*Chelonia mydas*). Proc. Soc. Zool., Lond. 198: 399–412.

Davenport, J., 1997. Temperature and the life-history strategies of sea turtles. Journal of Thermal Biology 22: 479-488.

Dunbar, S. G., Salinas, L., Stevenson, L., 2008. In-Water Observations of Recently Released Juvenile Hawksbills (*Eretmochelys imbricata*). Marine Turtle Newsletter 121: 5-9.

Felger, R. S., Cliffton, K., Regal, P.J., 1976. Winter dormancy in sea turtles: Inde- pendent discovery and exploitation in the Gulf of California by two local cultures. Science 191:283-285.

Gallo, B. M. G.; Macedo, S.; Giffoni, B. B.; Becker, J. H. & Barata, P. C. R., 2006. Sea turtle conservation in Ubatuba, southeastern Brazil, a feeding area with incidental capture in Coastal Fisheries. Chelonian Conservation and Biology 5(1): 93-101.

Godley, B.J., Lima, E.H.S.M., Akesson, S., Broderick, A.C., Glen, F., Godfrey, M.H., Luschi, P., Hays, G.C., 2003. Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. Mar Ecol Prog Ser 253:279–288.

González Carman, G.V., Falabella, V., Maxwell, S., Albareda, D., 2012. Revising the ontogenetic shift paradigm: the case of juvenile green turtles in the SW Atlantic. Journal of Experimental Biology and Ecology 429:64–72.

Guebert-Bartholo, F.M., Barletta, M., Costa, M.F., Monteiro-Filho, E.L.A., 2011. Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranagua Estuary, Brazil. *Endangered Species Research* 13:131–143.

Hajdu, E., Muricy, G., Berlink, R.G.S. & Freitas, J.C., 1996. Marine poriferan diversity in Brasil: through knowledge to management, p. 157-172. In: C.E.M. BICUDO & N.A. MENEZES (Eds). *Biodiversity in Brazil: a first approach*. Sao Paulo, CNPq, 326p.

Hajdu, E., 1998. Lista dos poriferos (Phylum Pori fera) marinhos citados para o Estado de Sao Paulo- Novembro de 1997. Base de Dados do BIOTA: <http://www.biota.org.br/biodiv/biodiversidade/poriferos/porifera>.

Hajdu, E.; Berlink, R.G.S., Freitas, J.C., 1999. Porifera, p. 19-32. In: A.E. MIGOTTO & C.G. TIAGO (Eds). *Biodiversidade do Estado de Sao Paulo, Brasil (3): Invertebrados Marinhos*. Sao Paulo, Fundacao de Amparo II Pesquisa do Estado de Sao Paulo, 31 Op.

Hamann, M., Godfrey, M.H., Seminoff, J.A., Arthur, K., Barata, P.C.R., et al., 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research* 11: 245–269.

Hansen, M.C., Garner, G.W., Fancy, S.G., 1992. Comparison of 3 methods for evaluating activity of Dall's sheep. *Journal of Wildlife Management* 56(4):661–668.

Hays, G.C., Broderick, A.C., Godley, B.J., Luschi, P., Nichols, W.J., 2003. Satellite telemetry suggests high levels of fishing-induced mortality in marine turtles. *Marine Ecology Progress Series* 262: 305–309.

Hazel, J., Lawler, I.R., Hamann, M., 2009. Diving at the shallow end: Green turtle behaviour in near-shore foraging habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 371: 84–92.

Hazel, J. & Gyuris, E., 2006. Vessel-related mortality of sea turtles in Queensland, Australia. *Wildlife Research* 33:149–154.

Heppel, S., Snover, M., Crowder, L., 2003. Sea turtle population ecology. In P. Lutz, J. Musick, and J. Wyneken (eds.), *The Biology of Turtles*. Vol. II, pp. 275–306. CRC Press, Boca Raton, FL.

Heithaus, M.R., 2001. The biology of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in Shark Bay, Western Australia: sex ratio, size distribution, diet, and seasonal changes in catch rates. *Environmental Biology of Fishes* 61:25–36.

Houghton, J. D. R., Woolmer, A., Hays, G. C., 2000. Sea turtle diving and foraging behavior around the Greek Island of Kefalonia. *Journal of Marine Biology Association of the U.K.* 80, 761-762.

Hochscheid, S., Bentivegna, F., Speakman, J.R., 2002. Regional blood flow in sea turtles: implications for heat exchange in an aquatic ectotherm. *Physiological and Biochemical Zoology* 75: 66–76.

Houghton, J.D.R., Broderick, A.C., Godley, B.J., Metcalfe, J.D., Hays, G.C., 2002. Diving behaviour during the internesting interval for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) nesting in Cyprus. *Marine Ecology Progress Series*: 227:63–70.

Houghton, J.D.R., Callow, M. J. & Hays, G. C., 2003. Habitat utilization by juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766) around a shallow water coral reef. *Journal of Natural History* 37: 1269–1280.

Lambert, D., 1992. Zero-inflated Poisson Regression, With an Application to Defects in Manufacturing. *Technometrics* 34: 1–14.

Landry, M.S., Taggart, C.T., 2009. “Turtle watching” conservation guidelines: green turtle (*Chelonia mydas*) tourism in nearshore coastal environments. *Biodiversity Conservation* 19:305–312.

León, Y.M., Diez, C.E., 1999. Population structure of hawksbill turtles on a foraging ground in the Dominican Republic. *Chelonian Conservation and Biology* 3 (2): 230-236.

Lima, M. V., Diaz-Brito, D., Milanelli, J.C.C., 2008. Mapeamento de sensibilidade ambiental a derrames de óleo em Ilhabela – SP. *Revista Brasileira de Cartografia* (ISSN 1808-0936): 145-154.

Lopez-Mendilaharsu, M., Gardner, S.C., Seminoff, J.A., Riosmena-Rodriguez, R., 2005. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems* 15: 259–269.

Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B., Lutz, P.L., 1997. Human impacts on sea turtle survival. In: Lutz PL, Musick JA (eds) *The biology of sea turtles*, Vol I. CRC Press, Boca Raton, FL, p 387–409.

Limpus, C.J., 1992. The hawksbill turtle *Eretmochelys imbricate* in Queensland: population structure within a southern Great Barrier Reef feeding ground. *Wildlife Res* 19: 489-506.

Limpus, C. J., Chaloupka, M. Y., 1997. Nonparametric regression modelling of green sea turtle growth rates (southern Great Barrier Reef). *Marine Ecology Progress Series* Serie 146: 23-34.

Limpus, D. G., Arthur, K.E., Parmenter, C.J., 2005. Monitoring of green turtle population dynamics in Shoalwater Bay: 2000-2004. *Great Barrier Reef Marine Park Authority Research Publication Series, Research Publication No.83*, Townsville. 60.pp.

Maldonado, W., 1997. Comunidades caiçaras e o parque estadual de Ilhabela. *Ilhas e sociedades insulares*. São Paulo: NUPAUB – USP.

Mann, J., 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine Mammal Science* 15(1):102-122.

Marcovaldi, M.A., Silva, A.C.C.D., Gallo, B.M.G., Baptistotte, C., Vieitas, C.F., Bellini, C., Lima, E.H.S.M., Castilhos, J.C., Thomé, J.C.A., Sanches, T.M., 1998. Sea turtle feeding grounds of Brazil. In: Abreu-Grobois FA, Briseño R, Márquez R, Sarti L (eds) *Proc 18th Annu Symp Sea Turtle Biol Conserv. NOAA Tech Memo NMFS-SEFSC 436*: 150–152.

Marcovaldi, M.A. & Marcovaldi, G.G., 1999. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR - IBAMA. *Biological Conservation* 91: 35 - 41.

Marcovaldi, M., Lopez, G., Soares, L. & López-Mendilaharsu, M., 2012. Satellite tracking of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* nesting in northern Bahia, Brazil: turtle movements and foraging destinations. *Endangered Species Research*: 17:123–132.

Makowski, C., Semmioff, J.A., Salmon, M., 2006. Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas* L.) on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA.

Mendonça, M.T., 1983. Movements and feeding ecology of immature green turtles (*Chelonia mydas*) in a Florida lagoon. *Copeia* (4):1013- 1023.

Meylan, A., Arenas, A., Zurita, J.C., Harrison, E., Gray, F. & Meylan, P., 2014. Turtles Tagged in Developmental Habitat in Bermuda Nest in Mexico and Costa Rica. *Marine Turtle Newsletter* 141:15-17.

McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. Generalized linear models, Chapman & Hall/CRC, London, 456pp.

Monteiro, C. A. DE F., 1973. A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo (estudo geográfico feito sob a forma de atlas), IGEOG –USP, São Paulo - SP.

Mortimer, J.A., 1981. The feeding ecology of the west Caribbean green turtle (*Chelonia mydas*) in Nicaragua. *Biotropica* 13:49–58.

Mills D.J., Verdouw, G., Frusher, S.D., 2005. Remote multi-cam- era system for in situ observations of behaviour and predation/prey interactions of marine benthic macrofauna. *NZ J Marine Freshwater Research* 39:347–352.

Mullahy, J., 1986. “Specification and Testing of Some Modified Count Data Models.” *Journal of Econometrics* 33: 341–365.

Musick J.A, Limpus, C. J., 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz PL, Musick JA, eds. *The Biology of Sea Turtles*. Boca RatonFL: CRC Press. pp 137–164.

Nagaoka, S., Martins, A., Santos, R., Tognella, M.M.P., Oliveira Filho, E.C., Seminoff, J.A., 2012. Diet of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) associating with artisanal fishing traps in a subtropical estuary in Brazil. *Marine Biology* 159:573–589.

Netto, L.F., Hadel, V.F. & Tiago, C.G., 2005. Echinodermata from São Sebastião Channel (São Paulo, Brazil). *Biologia Tropical* 53: 207-218.

Oliveira, O.M.P., Marques, A.C., 2005. Population biology of *Eudendrium caraiuru* (Cnidaria, Anthoathecata, Eudendriidae) from São Sebastião Channel, southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*. 95(3): 241-246.

Peres, S. M. D. P., Barbosa, S. D. C. S., 2008. Ilhabela - SP: Transformações Sócio-Ambientais e Processos Saúde-Doença. IV Encontro Nacional da ANPPAS. Brasília: [s.n.].

Petitet, R., Reissr, J. & Secchi, E., 2009. Tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) dos molhes da barra de Rio Grande-RS. IV Jornadas de Conservación e Investigación de Tortugas Marinas del Atlántico Sur Occidental ( ASO ): 184-188.

Pritchard, P.C.H., P. Trebbau., 1984. *The Turtles of Venezuela*. Athens, Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403p.

Pilcher, N., 2010. Population Structure and Growth of Immature Green Turtles at Mantanani, Sabah, Malaysia. *Journal of Herpetology* 44(1):168-171.

Pinheiro, U. S., Hadju, E. Shallow-water *Aplysina* Nardo (Aplysinidae, Verongida, Demospongiae) from the Sao Sebastiao Channel and its environs (Tropical southwestern Atlantic), with the description of a new species and a literature review of other brazilian records of the genus., 2001. *Revista Brasileira de Zoologia* 18: 143-160.

Piraino, S., Fanelli, G. & Boero, F., 2002. Variability of species' roles in marine communities: change of paradigms for conservation priorities. Mar Biol 140:1067–1074.

Proietti, M.C., Reisser, J., Marins, L.F., Rodriguez-Zarate, C., Marcovaldi, M.A. et al., 2014. Genetic Structure and Natal Origins of Immature Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Brazilian Waters. PLoS ONE 9(2): e88746.

Proietti, M.C., Secchi, E.R., 2011. Ocorrência de tartarugas-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) nos Arquipélagos de Abrolhos (BA) e São Pedro e São Paulo (RN), Brasil. V Jornada sobre Tartarugas Marinhas do Atlântico Sul Ocidental, Florianópolis – Brasil, p.133 – 136.

Reis, M.O., Morgado, E.H., Denadai, M.R., Amaral, C.Z., 2000. Polychaete zonation on sandy beaches of São Sebastião Island, São Paulo State, Brazil. Revista brasileira de oceanografia 48(2):107-117.

Reisser, J., Proietti, M.C., Sazima, I., Kinas, P., Horta, P. & Secchi, E., 2007. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. Marine Biology DOI 10.1007/s00227-013-2304-7.

Reisser, J., Proietti, M., Kinas, P., Sazima, I., 2008. Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss. Endangered Species Research 5: 73–82.

Rincon-Diaz, M.P., C.E. Diez, R.P. van Dam, and A.M. Sabat., 2011. Effect of food availability on the abundance of juvenile hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in in shore aggregation areas of the Culebra Archipelago, Puerto Rico. Chelonian Conservation and Biology 10(2):213-221.

Rincon-Diaz, M.P., Diez, C.E., van Dam, R.P., Sabat, A.M., 2011. Effect of Food Availability on the Abundance of Juvenile Hawksbill Sea Turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Inshore Aggregation Areas of the Culebra Archipelago, Puerto Rico. Chelonian Conservation and Biology, 10(2): 213–221.

Roos, D., Pelletier, D., Ciccione, S., Taquet, M., & Hughes, G., 2005. Aerial and snorkelling census techniques for estimating green turtle abundance on foraging areas : A pilot study in Mayotte Island ( Indian Ocean ). Aquatic Living Resources 18: 193-198.

Salmon, M., Hamann, M. & Wyneken, J., 2010. The Development of Early Diving Behavior by Juvenile Flatback Sea Turtles (*Natator depressus*). Chelonian Conservation and Biology, 9(1):8-17.

Sanches, T.M., Bellini, C., 1999. Juveniles *Eretmochelys imbricata* and *Chelonia mydas* in the Archipelago of Fernando de Noronha, Brazil. Chelonian Conservation and Biology 3: 308–311.

Santos, R.G., Martins, A.S., Farias, J.N., Horta, P.A., Pinheiro, H.T., Torezani, E., Baptista, C., Seminoff, J.A., Balazs, G.H., Work, T.M., 2011. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. Marine Pollution Bulletin 62: 1297–1302.

Sazima, I., Sazima, M., 1983. Aspectos de comportamento alimentar e dieta da tartaruga marinha, *Chelonia mydas*, no litoral norte Paulista. Boletim do Instituto Oceanográfico 32:199–203.

Schofield, G., Katselidis, K. A., Dimopoulos, P., Pantis, J.D., Hays, G.C., 2006. Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from direct in-water observation. Endangered Species Research 2: 71–79.

Schofield, G., Bishop, C.M., MacLeod, G., Brown, P., Baker, M., Kastelidis, K.A., Dimopoulos, P., Pantis, J.D., Hays, G.C., 2007. Novel GPS tracking of sea turtles as a tool for conservation management. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 347, 58–68.

Schofield, G., Hobson, V.J., Fossette, S., Lilley, M.K.S., Katselidis, K.A., Hays, G.C. 2010. Fidelity to foraging sites, consistency of migration routes and habitat modulation of home range by sea turtles. Diversity and Distributions 16: 840–853.

Silva, L.S., Miranda, L. B., Castro Filho, B. M., 2005. Numerical Study of Circulation and thermohaline structure in the São Sebastião Channel. Revista Brasileira de Geofísica 23(4): 407-425.

Seminoff, J.A., 2000. Biology of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas agassizii*, at a warm temperate feeding area in the Gulf of California, Mexico. Ph.D. thesis, University of Arizona, Tucson.

Seminoff, J.A., Resendiz, A., Nichols, W.J. 2002. Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. Marine Ecology Progress Series 242: 253–265.

Seminoff, J. A., Resendiz, A., Resendiz, B. & Nichols, W. J., 2004. Occurrence of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) in the Gulf of California, México: Evidence of Life-History Variation in the Pacific Ocean. Herpetological Review 35(1), 24–27.

Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Campos, E.J.D., Godoi, S. S., Ikeda, Y., 2000. A corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. *Brazilian Journal of Oceanography.*, 48: 171-183.

Smith, E.N., Long, N.C., Wood, J., 1986. Thermoregulation and evaporative water loss of green sea turtles, *Chelonia mydas*. *J. Herpetol.* 20: 325–332.

Southwood, A.L., Reina, R.D., Jones, V.S., Jones, D.R., 2003. Seasonal diving patterns and body temperatures of juvenile green turtles at Heron Island, Australia. *Canadian Journal of Zoology* 81: 1014–1024.

Stampar, S.N., da Silva, P.R., Luiz Jr., O. J., 2007. Predation on the Zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa, Cnidaria) by a Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) in Southeastern Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 117: 03-05.

Stevens, M., Merilaita, S. 2009. Animal camouflage: current issues and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364: 423-427.

Thompson, P.M., Wilson, B., Grellier, K. & Hammond, P.S., 2000. Combining power analysis and population viability analysis to compare traditional and precautionary approaches to conservation of coastal cetaceans. *Conservation Biology* 14, 1253–1263.

Valls, F.C.L., Basler, A.B., Bobsin, T.R., Scherer, J.F.M., Scherer, A.L., Marchetto, C. & Petry, M.V., 2011. Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) (Linnaeus, 1766) found alive on the middle coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 6(3):244-246.

Van Dam, R. P., Diez, C., 1998. Caribbean hawksbill turtle morphometrics. *Bulletin of Marine Science* 62: 145-155.

Venizelos, L., 1993. Speed Boats Kill Turtles in Laganas Bay, Zakynthos. *Marine Turtle Newsletter* 63:15.

Von Brandis, R.G., Mortimer, J.A., Reilly, B.K., 2010. In-Water Observations of the Diving Behaviour of Immature Hawksbill Turtles, *Eretmochelys imbricata*, on a coral reef at D'Arros Island, Republic of Seychelles. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(1):26-32.

Wyneken, J., 2001. Guide to the Anatomy of Sea Turtles. NMFS Tech. Publication. NOAA Tech., Memo NMFS-SEFSC-470.

Zeleis, A., Kleiber, C., Jackman, S. ,2008. Regression Models for Count Data in R. *Journal of Statistical Software*, 27.

## CAPÍTULO 2

(Submetido ao periódico Herpetology Notes)

Occurrence of adult resident hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) at Ilhabela, southeastern coast of Brazil

Amanda Fernandes<sup>1</sup>, Ana Cristina Vigliar Bondioli<sup>2</sup>, Mirco Solé Kienle<sup>3</sup>, Alexandre Schiavetti<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia, Brazil - CEP 45662-900.

<sup>2</sup>Instituto de Pesca–APTA-SAA/SP, Av. Prof. Besnard s/nº, Morro São João, Cananéia, São Paulo, Brazil - CEP 11990-000.

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia, Brazil- CEP 45662-900.

<sup>4</sup>Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia, Brazil - CEP 45662-900.

\*Corresponding author e-mail: mandifernandes@gmail.com

Hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* are widely distributed throughout the tropics and are currently listed as Critically Endangered by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) Redbook (Mortimer and Donnelly, 2008).

Juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) from foraging areas have been reported on the north Pacific coast of Costa Rica and on Brazilian Islands (São Pedro e São Paulo Archipelago, Abrolhos Marine Park and Arvoredo Marine Reserve) to show a curved carapace length (CCL) of up to 75 cm (Proietti et al., 2012; Carrión-Cortez et al., 2013). Some studies report the residence of juveniles of this species in feeding areas at Costa Rica (Bjorndal et al., 1985), Queensland (Limpus, 1992), the U.S. Virgin Islands (Boulon, 1984) and other islands in the Caribbean (van Dam and Diez, 1998). However, there is no information regarding foraging habitats of adult individuals in Brazil (Marcovaldi et al., 2012). In this note we report the occurrence of

three resident adult hawksbill turtles from Portinho Beach on the south shore of Ilha de São Sebastião (known as Ilhabela), state of São Paulo, Brazil ( $23^{\circ}50'S$ ,  $45^{\circ}24'W$ ). This area can be characterized as a feeding and resting ground for sea turtles, mainly for juveniles of the green turtle (*Chelonia mydas*) (Gallo et al., 2006), but the presence of resident adult animals is rare. Some of the main diet items of the hawksbill turtle as hydroids (Pritchard, 1979; Den Hartog, 1980; Pemberton et al. 2002) and sponges (Meylan, 1988; van Dam and Diez, 1997; León and Bjorndal, 2002) can be found in the studied region (Migotto, 1996; Pinheiros and Hadju, 2001), as well as colonies of the White Encrusting Zoanthid (*Palythoa caribaeorum*) at rocky shores at 1–3 m depth (Boscolo and Silveira, 2005). This species has also been reported as part of the diet of the juveniles of hawksbill turtle at “Parque Estadual Marinho da Laje de Santos” (Stampar et al., 2007). Portinho beach is characterized by a sheltered bay with calm waters, small waves and a lot of rocks, features that provide rest and protection for sea turtles.

In the present study hawksbills were sighted through snorkelling and observation at fixed points between January and September 2014. The CCL was visually estimated, at a distance of four meters of the animal, in size classes of 10 to 10 cm avoiding interference on their behavior. Behaviours were classified according Houghton et al. (2003). The observations were performed by the same three divers during the search.

Two individuals were estimated to measure between 90 and 100 cm and the other between 70 and 80 cm. The sighted animals showed assisted resting behavior (using rocks as support or refuge), swimming or were feeding.

The hawksbills was frequently observed resting on the same rocks (Fig. 1) and one of them showed aggressive behavior, facing the divers when they approached the your resting site. This turtles was also observed being cleaned by the Sergeant Major *Abudefduf saxatilis* as previously reported by Sazima et al. (2010) for this species from Fernando de Noronha archipelago.



**Figure 1.** Hawksbill showing assisted resting behavior.

While assisted resting behaviour has commonly been reported as happening during the night (Blumenthal et al., 2009; Stimmelmayr et al., 2010) our observations took place in the morning. Assisted resting can improve buoyancy control, allowing the animals to perform fewer ascents to the surface to breathe (Houghton et al., 2003), and thereby improves the protection against natural predators (Blumenthal et al., 2009). In the same way, assisted resting areas also offer advantages such as improved thermoregulation or cleaning services (Sazima et al., 2004), and they probably will be preferred over other areas.

Juvenile hawksbill turtles can show sedentary behavior when they find adequate foraging areas (Pritchard and Trebbau, 1984) remaining at those places for long periods, whereas adults often become migratory (van Dam and Diez, 1998). Marcovaldi et al. (2012) recorded the residence of adult hawksbills turtles in foraging areas in northeastern region of Brazil, but there are no records for southeastern. The presence of the individuals reported by us indicates that the area offers feeding and resting facilities for these turtles.

Marcovaldi et al. (2012) observed that most of areas where foraging turtles became residents between spawning episodes are located near marine protected areas. The marine surroundings of archipelago of Ilhabela are part of a marine protected area (APA Marinha LN), but there is no protected area in the São Sebastião Channel, region where this research was developed. Protected areas are characterized by stricter rules on fishing activities, which can guarantee the protection of the principal feeding grounds of these animals (Marcovaldi et al., 2012).

Therefore, the records hereby provided highlight the need to develop management plans and design marine protected areas for the conservation of these

critically endangered animals residents in this foraging area in southeastern Brazil, assisting in the protection of priority areas for the conservation of hawksbill turtles in the country.

Acknowledgements. We are grateful to FAPESP (18042-9/2012) and CAPES and CNPq for grants and scholarships.

## References

- Bjorndal, K.A., Carr, A., Meylan, A.B., Mortimer, J.A. (1985): Reproductive biology of the hawksbill *Eretmochelys imbricata*, at Tortuguero, Costa Rica, with notes on the ecology of the species in the Caribbean. *Biology Conservation* 34: 353–368.
- Boulon, R. (1984): Some notes on the population biology of Green *Chelonia mydas* and Hawksbill *Eretmochelys imbricata* turtles in the northern U.S. Virgin Islands: 1981–83. Report to NMFS Grant No. NA82-GA-A-00044.
- Boscolo, H.K., Silveira, F.L. (2005): Reproductive Biology of *Palythoa caribaeorum* and *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea) from the southeastern coast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 65(1): 29-41.
- Blumenthal, J.M., Austin, T.J., Bothwell, J.B., Broderick, A.C., Ebanks-Petrie, G., Olynik, J.R., Orr, M.F., Solomon, J.R., Witt, M.J., Godley, B.J. (2009): Diving behavior and movements of juvenile hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* on a Caribbean coral reef. *Coral Reefs* 28: 55–65.
- Carrión-Cortez, J.C. et al. (2013): Habitat Use and Diet of Juvenile Eastern Pacific Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the North Pacific Coast of Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 12(2): 235–245.
- Den Hartog, J.C. (1980): Notes on the food of sea turtles: *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus) and *Dermochelys coriacea* (Linnaeus). *Netherlands Journal of Zoology* 30: 595-610.
- Gallo, B. M. G.; Macedo, S.; Giffoni, B. B.; Becker, J. H. & Barata, P. C. R. (2006): Sea turtle conservation in Ubatuba, southeastern Brazil, a feeding area with incidental capture in Coastal Fisheries. *Chelonian Conservation and Biology* 5(1): 93-101.

Houghton, J.D.R., Callow M.J., Hays, G.C. (2003): Habitat utilization by juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766). *Journal of Natural History* 37:1269–1280.

Limpus, C.J. (1992): The hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Queensland: population structure within a Southern Great Barrier Reef feeding ground. *Wildlife Research* 19: 489–506.

León, Y.M., Bjorndal, K.A. (2002): Selective foraging in the hawksbill turtle, an important predator in coral reefs ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 245: 249-258.

Marcovaldi, M.A., Lopez, G. G., Soares, L.S. (2012): Satellite tracking of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* nesting in northern Bahia, Brazil: turtle movements and foraging destinations. *Endangered Species Research* 17: 123-132.

Meylan, A. (1988): Spongivory in hawksbill turtles: A diet of glass. *Science* 239: 393-395.

Migotto, A.E. (1996): Benthic shallow-water hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) of the ocean of São Sebastião, Brazil, including a checklist of Brazilian hydroids. *Zoologische Verhandelingen* 306: 1-125.

Mortimer, J.A., Donnelly, M. (2008): *Eretmochelys imbricata*. In: IUCN Red List of Threatened Species V. 2010.1. Available at [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (accessed 13 January 2015).

Pemberton, R.A., Coyne, M., Musick, J.A., Phillips, B., Hillis-Starr, Z. (2002): Habitat utilization of hawksbill sea turtles at Buck Island Reef National Monument: the zoanthid question. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC* 477: 69-70.

Pinheiro, U.S., Hajdu, E. (2001): Shallow-water Aplysina Nardo (Aplysinidae, Verongida, Demospongiae) from the São Sebastiao Channel and its environs (Tropical southwestern Atlantic), with the description of a new species and a literature review of other Brazilian records of the genus. *Revista Brasileira de Zoologia* 18 (Supl. 1): 143 - 160.

Pritchard, P.C.H., Trebbau, P. (1984): *The Turtles of Venezuela*. Athens, Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403p.

Pritchard, P.C.H. (1979): *Encyclopedia of Turtles*. T.F.H. Publ. Inc., New Jersey, Neptune.

Proietti, M.C., Reisser, J., Secchi, E.R. (2012): Foraging by Immature Hawksbill Sea Turtles at Brazilian Islands. *Marine Turtle Newsletter* 135:4-6.

Proietti, M.C., Reisser, J., Marins, L.F., Rodriguez-Zarate, C., Marcovaldi, M.A., Monteiro, D.S., Pattiarratchi, C., Secchi, E.R. (2014): Genetic Structure and Natal Origins of Immature Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Brazilian Waters. *PLoS ONE* 9(2): e88746.

Sazima, C., Grossman, A., Bellini, C., Sazima, I. (2004): The moving gardens: reef fishes grazing, cleaning, and following green turtles in SW Atlantic. *Cybium* 28: 47-53.

Sazima, C., Grossman, A., Sazima, I. (2010): Turtle cleaners: reef fishes foraging on epibionts of sea turtles in the tropical Southwestern Atlantic, with a summary of this association type. *Neotropical Ichthyology* 8: 187-192.

Stampar, S. N., Silva, P.F., Luiz Jr., O.J. (2007): Predation on the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa, Cnidaria) by a hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) (Reptilia, Vertebrata) in southeastern Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 117: no page available.

Stimmelmayr, R., Latchman, V., Sullivan, M. (2010): In-water observations of Hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) and Green (*Chelonia mydas*) Turtles in St. Kitts, Lesser Antilles. *Marine Turtle Newsletter* 127:17–19.

van Dam, R.P., Diez, C.E. (1997): Diving behavior of immature hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in a Caribbean reef habitat. *Coral Reefs* 16: 133-138

van Dam, R.P., Diez, C.E. (1998): Home range of immature hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus)) at two Caribbean islands. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 220:15–24.

## CONCLUSÃO GERAL

Este estudo fornece informações valiosas sobre as tartarugas marinhas do Canal de São Sebastião (CSS) e destaca a importância da continuação de pesquisas com essa população, auxiliando no melhor entendimento da sua dinâmica e na elaboração de propostas para sua conservação. As principais respostas encontradas foram: (1) As espécies que ocorrem no canal, (2) como os indivíduos estão distribuídos, (3) que variáveis ambientais interferem na ocorrência das tartarugas no canal, (4) os principais comportamentos desenvolvidos pelas tartarugas marinhas no canal e (5) a partir dessas respostas, que eram desconhecidas para a região, a definição dos locais prioritários para conservação desses animais em Ilhabela.

Três espécies de tartarugas marinhas foram identificadas no Canal de São Sebastião (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* e *Caretta caretta*). Nossos resultados indicaram que as espécies *C. mydas* e *E. imbricata* não apresentam sazonalidade, estando presentes no CSS durante todo o ano. A distribuição dos indivíduos juvenis de tartaruga-verde ao longo da região de estudo durante todas as estações do ano e o registro de seus comportamentos indica a região de estudo como uma importante área de desenvolvimento e alimentação para essa espécie que encontra no CSS alimento disponível e áreas para descanso e refúgio. A influência das correntes marinhas no CSS e na ocorrência de tartarugas marinhas também foi evidenciada na presente pesquisa, principalmente com relação a ACAS que possui maior influência na região sul do canal, aumentando a quantidade de nutrientes e, consequentemente, de tartarugas.

O ponto 4 apresentou ocorrência de animais maiores, classificados como subadultos e os impactos antrópicos nessa área de desenvolvimento e alimentação podem afetar seriamente a população de tartarugas-verdes no CSS. Assim como no ponto 2, que apresentou o maior índice de indivíduos juvenis dessa espécie.

Os pontos 2 e 4 apresentaram grande relevância na ocorrência de tartarugas marinhas e devem ser tratadas como prioridade com relação à mitigação dos impactos antrópicos e conservação, apesar de todas as áreas de estudo terem apresentado ocorrência desses animais. É importante que a área costeira de Ilhabela tenha a proteção de seu habitat garantida em longo prazo, permitindo a sustentação da população de tartarugas marinhas residentes na região.

O registro dos indivíduos classificados como adultos e subadultos de tartaruga-de-pente na região sul da Ilha é um importante dado que pode indicar a relevância desse local para essa espécie, proporcionando refúgio e alimentação. Tais registros reforçam a necessidade do desenvolvimento de planos de manejo e criação de áreas protegidas para a conservação desses animais criticamente ameaçados que são residentes nessa área de forrageamento.

A partir dos dados apresentados também pode-se indicar as Praia do Portinho e de Itaguaçú como áreas potenciais para o desenvolvimento de “turtle watching”, com o objetivo de conscientizar os turistas e a população local com relação à conservação das tartarugas marinhas e de seu habitat. Os resultados dessa pesquisa indicaram as principais praias em que as tartarugas marinhas ocorrem em Ilhabela, ressaltando a importância da readequação da área do Santuário Ecológico Marinho a partir das categorias do SNUC. Este trabalho também auxiliará em outras estratégias de mitigação, como ações de educação ambiental, não só para os turistas e moradores de Ilhabela como também para as autoridades e instituições ambientais da região, auxiliando para que o município tenha um planejamento adequado ao receber turistas, minimizando os impactos na conservação local e fornecendo ferramentas e informações para que os moradores e pescadores se conscientizem com relação ao descarte inadequado de resíduos antrópicos e à pesca incidental.

Nesse estudo nós reduzimos a lacuna existente sobre as tartarugas marinhas que ocorrem no Canal de São Sebastião. Os resultados apresentados aqui devem ser considerados em estratégias futuras para mitigação da pesca incidental, da colisão com embarcações e de outros impactos antrópicos, visando aumentar a conservação desses animais ameaçados e garantir sua sobrevivência enquanto residentes na região.