

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/362203815>

Identificação de Áreas Críticas para Tartarugas Marinhas e sua Relação com Unidades de Conservação no Brasil

Article in *Biodiversidade Brasileira - BioBrasil* · July 2022

DOI: 10.37002/biobrasil.v12i4.2038

CITATIONS

0

READS

26

9 authors, including:



Liliana Colman

University of Exeter

16 PUBLICATIONS 128 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Armando J. B. Santos

Florida State University

36 PUBLICATIONS 760 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Gabriella Pizetta

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

6 PUBLICATIONS 20 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Erik Santos

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

12 PUBLICATIONS 147 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



[View project](#)



Ecology and Conservation of leatherback turtles in Espírito Santo, Brazil [View project](#)



Identificação de Áreas Críticas para Tartarugas Marinhas e sua Relação com Unidades de Conservação no Brasil

Jeferson Andrade dos Santos¹, Liliana Poggio Colman², Armando José Barsante Santos³, Claudio Bellini⁴, Gabriella Tiradentes Pizetta⁴, Marilda Inês Weber⁵, Fábio Lira das Candeias Oliveira⁵, Renata Maria Arruda Ramos⁶ & Erik Allan Pinheiro Dos Santos⁴

Recebido em 24/08/2021 – Aceito em 31/05/2022

- ¹ Universidade Federal de Sergipe, Brasil. <jeferson.em@hotmail.com>.
- ² Centre for Ecology and Conservation, University of Exeter, Penryn Campus, Penryn, TR10 9EZ, UK.. <l.p.colman@exeter.ac.uk>.
- ³ Marine Turtle Research, Ecology, and Conservation Group, Department of Earth, Ocean and Atmospheric Science, Florida State University, Tallahassee, FL 32306, USA. <ajs19bf@my.fsu.edu>.
- ⁴ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas e da Biodiversidade Marinha do Leste/Vitória-ES, Brasil. CEP: 29.050-335. <claudio.bellini@icmbio.gov.br, gabriella.pizetta@icmbio.gov.br, erik.santos@icmbio.gov.br>.
- ⁵ Fundação Projeto Tamar, Aracaju/SE, Brasil. CEP: 49.037-475. <tamarse@tamar.org.br, fabiolira@tamar.org.br>.
- ⁶ ENGEIO Soluções Integradas em Meio Ambiente, Vitória/ES, Brasil. CEP: 29.066-380. <renata@engeosolucoes.com.br>.

RESUMO – As tartarugas marinhas são animais migratórios e o conhecimento de seus movimentos é vital para a definição de estratégias de manejo. Áreas principais de uso de quatro das cinco espécies que ocorrem no litoral brasileiro, a saber: *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Eretmochelys imbricata* e *Dermodochelys coriacea*, foram identificadas através da telemetria por satélite (n = 160 transmissores) e analisadas por meio do método *State-Space Model*. As áreas principais de uso identificadas corresponderam a 3% da distribuição total e localizaram-se, majoritariamente, na costa do Pará, Ceará e Rio Grande do Norte; ao longo da margem leste da plataforma continental do Nordeste, até Salvador, Bahia; no sul da Bahia e Espírito Santo; na plataforma de São Paulo e no estuário do Rio de la Plata, entre o Uruguai e Argentina. Os movimentos das tartarugas intersectaram 89,6% das unidades de conservação marinhas consideradas (52 das 58 UCs), porém, apenas 21,5% das áreas principais de uso sobrepueram unidades de conservação (UCs = 15). Dentre estas, se destacam: APA Plataforma Continental do Litoral Norte, APA Costa dos Corais, APA dos Recifes de Corais e a APA Ponta da Baleia – Abrolhos, dada presença de áreas principais, utilizadas por duas ou três espécies. Os resultados evidenciam a importância das unidades de conservação, assim como apontam a necessidade de essas áreas adotarem medidas para a redução de ameaças, em especial a captura incidental por pescarias. Os resultados mostram também potencial para contribuir com análises de impactos ambientais de empreendimentos marinhos, dentro ou fora dos limites de unidades de conservação.

Palavras-chave: Tartarugas marinhas; telemetria por satélite; unidade de conservação marinha.

Identification of Critical Areas for Sea Turtles and their Relationship with Conservation Units in Brazil

ABSTRACT – Sea turtles are migratory animals, and the knowledge of their movements is vital for management strategies. High use areas for four of the five species that occur on the Brazilian coast, *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Eretmochelys imbricata* and *Dermodochelys coriacea*, were identified by satellite telemetry (n = 160 Platform Transmitter Terminal) and a state-space model was performed. High use areas corresponded to 3% of the total distribution identified here and were located mostly off Pará, Ceará and Rio Grande do Norte; along the eastern margin of the Northeastern continental shelf to Salvador, Bahia; off south of Bahia and Espírito Santo continental shelves; along the São Paulo continental shelf and in the estuary of the Rio de la Plata, between Uruguay and Argentina. The movements intersected 89.6% of the Marine protected areas (MPA) considered (52 of the 58 UCs), however, only 21.5% of the high use areas overlapped Marine Protected Areas (MPA = 15). Among these, the APA Plataforma Continental do Litoral Norte, APA Costa dos Corais, APA dos

Recifes de Corais and APA Ponta da Baleia – Abrolhos were the most relevant, given the presence of high use areas for two or three species. The results show the importance of Marine Protected Areas, as well, highlights the need of those areas integrates threats reduction measures, especially aiming the bycatch. The results also have the potential to contribute with the analysis of the environmental impacts of marine projects, located inside or outside the limits of Marine Protected Areas.

Keywords: Sea turtles; satellite tracking; marine protected areas.

Identificación de Áreas Críticas para las Tortugas Marinas y su Relación con las Unidades de Conservación en Brasil

RESUMEN – Las tortugas marinas son animales migratorios y el conocimiento de sus movimientos es vital para definir estrategias de manejo. Las principales áreas de uso de cuatro de las cinco especies que ocurren en la costa brasileña, a saber: *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Eretmochelys imbricata* y *Dermochelys coriacea*, fueron identificadas por telemetría satelital ($n = 160$ transmisores) y analizadas mediante el método State Space Model. Las principales áreas de uso correspondieron al 3% de la distribución total identificada y se ubicaron, en su mayor parte, en la costa de los estados: Pará, Ceará y Rio Grande do Norte; a lo largo del margen oriental de la plataforma continental noreste hasta Salvador, Bahía; en el sur de Bahía y Espírito Santo; en la plataforma de São Paulo y en el estuario del Río de la Plata, entre Uruguay y Argentina. Los movimientos cruzaron el 89,6% de las unidades marinas de conservación consideradas (52 de las 58 UC), sin embargo, solo el 21,5% de las áreas de uso principal se superpusieron a las unidades de conservación (UC = 15). Entre estos, se destacan: APA Plataforma Continental de la Costa Norte, APA Costa dos Corais, APA de Arrecifes de Coral y APA Ponta da Baleia -Abrolhos, dada la presencia de áreas principales, utilizadas por dos o tres especies. Los resultados muestran la importancia de las unidades de conservación, así como señalan la necesidad de que estas áreas adopten medidas para reducir las amenazas, especialmente las capturas incidentales por parte de las pesquerías. Los resultados también muestran potencial para contribuir a los análisis de impactos ambientales de proyectos marinos, dentro o fuera de los límites de las unidades de conservación.

Palabras clave: Tortugas marinas; telemetría satelital; unidad de conservación marina.

Introdução

As tartarugas marinhas estão sujeitas a uma variedade de impactos e ameaças causadas por atividades antrópicas, dentre as quais se destaca a captura incidental por pescarias costeiras, a exemplo do arrasto para camarões (Da Silva *et al.*, 2010), e oceânicas, a exemplo do espinhel pelágico (Sales *et al.*, 2008); o desenvolvimento costeiro, com supressão e alteração de praias de desova e fotopoluição, assim como fatores associados à poluição, patógenos, coleta de ovos e carne e mudanças climáticas (Wallace *et al.*, 2011).

Quatro das cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil estão incluídas na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022), e todas as cinco espécies constam na “Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN” (IUCN, 2022). Nessa Portaria, as espécies de tartarugas marinhas estão classificadas de acordo com a criticidade de ameaça da seguinte forma: *Dermochelys coriacea* (Criticamente em

perigo), *Eretmochelys imbricata* (Em Perigo), *Caretta caretta* (Vulnerável), *Lepidochelys olivacea* (Vulnerável), *Chelonia mydas* (Quase Ameaçada). A criticidade de ameaça observada para *E. imbricata* pode ser associada ao histórico de captura e uso do casco, dado o alto valor do mesmo para a produção de artesanatos e adornos (Marcovaldi *et al.*, 2007), enquanto *D. coriacea* possui no Brasil uma restrita área de ocorrência reprodutiva e uma pequena população, estimada entre 15 e 18 fêmeas reprodutivas por ano (Colman *et al.*, 2019).

As tartarugas marinhas são, de modo geral, altamente migratórias e quando adultas, realizam movimentos entre os sítios de reprodução e áreas de alimentação que podem envolver centenas de quilômetros, ou mesmo deslocamentos transoceânicos (Hays & Scott, 2013; Grossman *et al.*, 2007; Bellini *et al.*, 2000; Marcovaldi & Filippini, 1991). Atualmente, uma das principais formas de se estudar a ecologia espacial das tartarugas marinhas é por meio do monitoramento de seus movimentos utilizando a telemetria por satélites. A técnica tem evoluído muito desde



os primeiros trabalhos, publicados no início da década de 1980. Os transmissores emitem sinais a partir de qualquer região do oceano para os satélites receptores, o que permite traçar rotas de deslocamento e identificar áreas onde esses animais permaneceram por mais tempo (Godley *et al.*, 2008). Segundo Almeida *et al.* (2011), identificar as áreas de uso, seja para alimentação ou reprodução desses animais, ajuda a entender as diferenças das condições de conservação para as diferentes espécies, informações que têm elevado potencial para a definição de políticas públicas de proteção mais precisas (Hays & Hawkes, 2018; Jeffers & Godley, 2016).

No Brasil, pesquisas com telemetria por satélite de tartarugas marinhas possibilitaram o monitoramento de exemplares de todas as espécies que ocorrem, a saber: *C. mydas* (Godley *et al.*, 2003), *C. caretta* (Marcovaldi *et al.*, 2010, Gandra *et al.*, 2015), *L. olivacea* (Da Silva *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2019) *D. coriacea* (Almeida *et al.*, 2011; Colman, 2019) e *E. imbricata* (Marcovaldi *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2021). Destacam-se, ainda, estudos realizados com tartarugas marinhas marcadas em outros países, com áreas de uso identificadas no litoral do Brasil, como os realizados pela Argentina (Carman *et al.*, 2012; Barceló *et al.*, 2013), Uruguai (López-Mendilaharsu *et al.*, 2009), Guiana-Francesa e Suriname (Baudouin *et al.*, 2015), Ilha de Ascensão, no Atlântico Sul (Hays *et al.*, 2002) e Gabão (Fossette *et al.*, 2010; Witt *et al.*, 2011).

As pesquisas com telemetria por satélite de tartarugas marinhas, realizadas no Brasil, de um modo geral, abordam questões como interações antrópicas, a exemplo do risco de captura acidental em pescarias ou outras atividades *offshore*, além de aspectos da biologia dos animais, como comportamento de fêmeas durante e após o período reprodutivo. Nesses estudos, a relação entre unidades de conservação e áreas utilizadas pelas tartarugas marinhas é ainda pouco investigada, e apenas os estudos realizados por Bellini *et al.* (2016) e Santos *et al.* (2021), que analisam tal sobreposição de áreas de uso para *E. imbricata* foram identificados até o momento.

Os animais rastreados no Brasil demonstraram grande variação nos movimentos realizados, em especial a se considerar as diferentes espécies. Para *D. coriacea*, foi identificada uma grande área de uso marinha internidal, que compreendeu parte da plataforma continental no sudeste do Brasil. Os

movimentos da espécie se estendem do sudeste do Brasil ao estuário do Rio de la Plata, assim como, através do oceano Atlântico até o Gabão (Almeida *et al.*, 2011). O uso predominante de áreas costeiras e oceânicas também foi observado para *L. olivacea*, com amplos deslocamentos ao longo da plataforma continental do Brasil até a região sudeste e movimentos transoceânicos ao longo da região equatorial (Da Silva *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2019). Já para *C. caretta* e *E. imbricata*, movimentos costeiros foram predominantemente observados (Marcovaldi *et al.*, 2010; Marcovaldi *et al.*, 2012).

No Brasil, essas espécies que se distribuem ao longo da costa enfrentam uma série de ameaças antrópicas, com impactos de médios a severos (Halpern *et al.*, 2008, 2012). O grande valor ecológico do ambiente marinho brasileiro e as crescentes ameaças levaram o governo a implementar o Sistema Brasileiro de Unidades de conservação da Natureza (SNUC) (Brasil, 2000). Neste contexto, as unidades de conservação marinhas compreendem 24,5% da zona econômica exclusiva (ZEE) brasileira, no entanto, apenas 2,5% dessas regiões são caracterizadas como áreas de Proteção Integral, com maior potencial para a adoção de medidas mais amplas para conservação (Magris *et al.*, 2020). Devido aos notáveis deslocamentos, as chances de as tartarugas marinhas interagirem com ameaças são ampliadas, assim como, de fazerem uso de áreas marinhas protegidas.

A sobreposição das áreas utilizadas pelas espécies ameaçadas com unidades de conservação, por si só, não é uma garantia de proteção e em diversas unidades de conservação há atividades que representam ameaças. Há que se considerar também que, nem sempre a informação sobre as áreas utilizadas pelas tartarugas marinhas está disponível durante o processo de criação e planejamento da unidade de conservação, o que limita a definição de políticas públicas para a proteção dessas espécies. Assim, este estudo apresenta uma análise dos movimentos das tartarugas marinhas identificados a partir de, principalmente, fêmeas marcadas no Brasil, de modo a informar as áreas principais de uso (APU) e a disposição dessas em relação ao conjunto de Unidades de conservação do país, como subsídio e oportunidade para a avaliação de estratégias complementares de conservação nesses espaços especialmente protegidos.

Material e Métodos

Amostra analisada

As localizações espaciais produzidas por 10 programas de monitoramento de tartarugas marinhas, que utilizaram a telemetria por satélite como metodologia, foram acessadas a partir dos dados disponíveis no Centro Nacional de Pesquisa e Conservação das Tartarugas Marinhas e Biodiversidade Marinha do Leste (Centro TAMAR), que integra o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). A amostra contou com dados publicados em revistas científicas ou em tese de doutorado, referente às espécies: *Caretta caretta* (Marcovaldi et al., 2010), *Dermochelys coriacea* (López-Mendilaharsu et al., 2009; Almeida et al., 2011; Colman, 2019), *Eretmochelys imbricata* (Marcovaldi et al., 2012; Santos et al., 2021) e *Lepidochelys olivacea* (Da Silva et al., 2011; Santos et al., 2019), assim como informações públicas geradas no âmbito do licenciamento ambiental, a partir de programas de monitoramentos de impactos de pesquisas sísmicas marinhas, estabelecidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Esses estudos contemplaram as espécies *C. caretta*, *E. imbricata* e *L. olivacea*.

As áreas de estudo, ou locais de instalação dos transmissores, compreenderam praias de desova no litoral do Rio Grande do Norte, para *E. imbricata*; litoral de Sergipe, para *L. olivacea* e *C. caretta*; o litoral norte da Bahia, para *E. imbricata* e *C. caretta*; e o litoral do Espírito Santo para *D. coriacea*. Adicionalmente, foram monitorados 4 indivíduos de *D. coriacea* capturados pela pesca oceânica de espinhel no sudeste do Brasil.

Movimentos das tartarugas marinhas e o Modelo de alternância de estado-espço (Switching State-Space Model – SSM)

O processamento dos dados de telemetria por satélite foi iniciado com a filtragem das localizações, de modo a excluir sinais anômalos, em terra ou inválidos, com classe de qualidade ARGOS (LC) Z, e manter as demais classes de localizações (LC) = 3, 2, 1, 0, A e B (CLS/Argos, 2016).

Uma modelagem hierárquica de estado-espço – HDSCRWS (*switching state-space model* – SSM), (Jonsen et al., 2006; Jonsen, 2016)

foi usada para gerar localizações interpoladas com intervalo de seis horas. Os parâmetros consideraram duas Cadeias de MCMC (*Markov chain Monte Carlo*) de amostras, das quais as primeiras 40.000 foram descartadas na fase de *burn-in*. A inferência posterior foi realizada a partir das 60.000 amostras restantes, após o afinamento por um fator de 5 para reduzir a autocorrelação entre os dados (adaptado de Flemming et al., 2010). O diagnóstico do ajuste do modelo foi realizado a partir da análise da convergência das duas cadeias MCMC paralelas e independentes. A análise foi realizada no *software R v.3.5.1* (R Core Team, 2018), e pacote *bsam* (Jonsen, 2016; Jonsen et al., 2017). Apesar do modelo classificar o comportamento dos animais em duas classes denominadas: 'Área de Busca Restrita' (*area-restricted searching*) e 'trânsito' (*transiting*), (Fuentes et al., 2020), no presente estudo, os dados referentes aos distintos comportamentos foram agrupados para uma análise conjunta das áreas.

Identificação das áreas principais de uso das tartarugas marinhas

As grandes variações no número de transmissores por espécie e no número de localizações por transmissor foram ajustadas através dos seguintes procedimentos: A) Para cada espécie, a redução do efeito do número de localizações por transmissor foi realizada ao se determinar o valor percentual para cada localização; B) Para a análise com o conjunto de dados das diferentes espécies, para diminuir o efeito da diferença do número de localizações e de transmissores entre as espécies, um fator de correção, com base na relação entre o número máximo e mínimo de localizações entre as espécies foi utilizado. Após o procedimento, o somatório dos valores atribuídos a cada localização resultou em um valor idêntico para cada transmissor de uma mesma espécie. Para o conjunto dos dados, a soma dos valores atribuídos às localizações, resultou em valor idêntico para as diferentes espécies, independentemente do número de transmissores instalados e do total de localizações. A camada resultante, com os escores atribuídos a cada ponto de localização, foi sobreposta a uma grade hexagonal, com células de aproximadamente 589km² de área (15km de lado). No *software ArcGIS 10.7* (ESRI, 2019), os valores atribuídos a cada localização



foram somados nas respectivas células da grade hexagonal, por meio da ferramenta *Summarize Within*. O método de classificação geométrica foi utilizado para a definição de 15 classes de agrupamento, dentre as quais, as 5 classes com maior valor foram utilizadas para designar as áreas principais de uso. O procedimento foi realizado para o conjunto dos dados, assim como por espécie.

Unidades de conservação marinhas

A camada com a distribuição das unidades de conservação marinhas foi gerada a partir das informações espaciais dos limites das unidades de conservação federais, estaduais e municipais, disponibilizados pelo ICMBio e Ministério do Meio Ambiente (MMA), através dos portais Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – Geoprocessamento (www.icmbio.gov.br) e Download de dados geográficos (www.mma.gov.br). As unidades de conservação foram classificadas conforme Magris *et al.* (2013), de acordo com a categoria de manejo, como: proteção integral (PI), onde apenas atividades não-extrativas, educacionais e científicas são permitidas; reservas extrativistas (RESEX), onde o objetivo é favorecer o uso sustentável por comunidades tradicionais; e de uso múltiplo (Muse), que agrupa as demais categorias de Unidades de conservação que

permitem uso direto e sustentável de seus recursos.

As camadas espaciais com a distribuição total das tartarugas marinhas e as áreas principais de uso identificadas foram analisadas quanto a sobreposição (intersecção) com as unidades de conservação. Dada a amplitude dos movimentos e de modo a enfatizar a importância das áreas principais de uso, o percentual de sobreposição com unidades de conservação foi calculado apenas para essa camada. O procedimento foi realizado a partir da contagem das células hexagonais sobrepostas para o conjunto de espécies e por espécie. A análise foi realizada por meio da ferramenta de seleção espacial no software ArcGIS 10.7 (ESRI, 2019).

Resultados

Os dados gerados pelos 10 programas de monitoramento por satélite consideraram 160 transmissores instalados em tartarugas marinhas durante o período 2005-2018. Os estudos envolveram, predominantemente, o rastreamento de fêmeas adultas ($n = 159$), além de um subadulto de *D. coriacea*. A espécie com o maior número de transmissores, ou PTTs (*Platform Transmitter Terminal*), instalados foi *L. olivacea*, com 71 (44%), seguida de *E. imbricata* com 63 PTTs (40%), *C. caretta* com 16 PTTs (10%) e *D. coriacea*, com 10 PTTs (6%), (Figura 1).

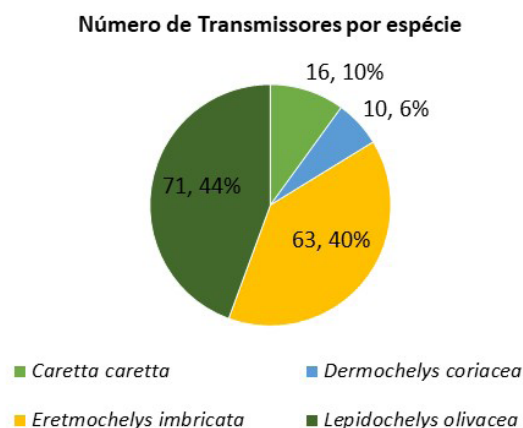


Figura 1 – Proporção do número de transmissores instalados por espécie de tartarugas marinhas ($n = 160$).

O processamento dos sinais Argos através do método SSM possibilitou a obtenção de, aproximadamente, 140 mil localizações interpoladas, com a seguinte contribuição entre

as espécies: *E. imbricata* = 40,6%, *L. olivacea* = 29,7%, *C. caretta* = 23,1% e *D. coriacea* = 6,6% das localizações. Um sumário dos dados analisados é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Sumário dos dados analisados. Espécies, estudos consultados, número de transmissores instalados (*Platform Transmitter Terminal* – PTT), período de realização, autorizações emitidas pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (Sisbio), ICMBio e autorização de captura, coleta e transporte de material biológico-Abio, IBAMA. Pré-Sisbio = estudo realizado antes da publicação da instrução normativa nº 154, de 01 de março de 2007. SSM Loc = número de pontos de localização interpolados, resultantes do *State Space Model*. (%) por spp = Proporção (%) de localizações por espécie.

Espécie	Estudo	PTT	Período	Autorização	SSM Loc.	(%) por spp
<i>C. caretta</i>	Marcovaldi et al., 2010	10	2006 - 2009	Pré-Sisbio	22525	23,1
	Programa SEAL-2014	6	2014 - 2015	Abio 381/2014	9920	
<i>L. olivacea</i>	Da Silva et al., 2011	10	2006 - 2006	Pré-Sisbio	4570	29,7
	Programa SEAL-2018	21	2018 - 2020	Abio 957/2018	11522	
	Santos et al., 2019	40	2014 - 2015	Sisbio 42477-3	25594	
<i>E. imbricata</i>	Marcovaldi et al., 2012	10	2005 - 2007	Pré-Sisbio	11763	40,6
	Programa EI-CE/PO-2015	53	2015 - 2020	Abio 557/2014, 900/2018	45157	
<i>D. coriacea</i>	López-Mendilaharsu et al., 2009	4	2005 - 2008	Pré-Sisbio	5905	6,6
	Almeida et al., 2011	3	2005 - 2007	Pré-Sisbio	2665	
	Colman, 2019	3	2017 - 2018	Sisbio 47845-3	745	
Total		160			140366	100

Os movimentos compreenderam as regiões oceânicas desde a Bacia de Cabo Verde até a Bacia Argentina, assim como, desde a Bacia de

Angola até a região do estuário do Rio de la Plata e Guiana Francesa (Figura 2).

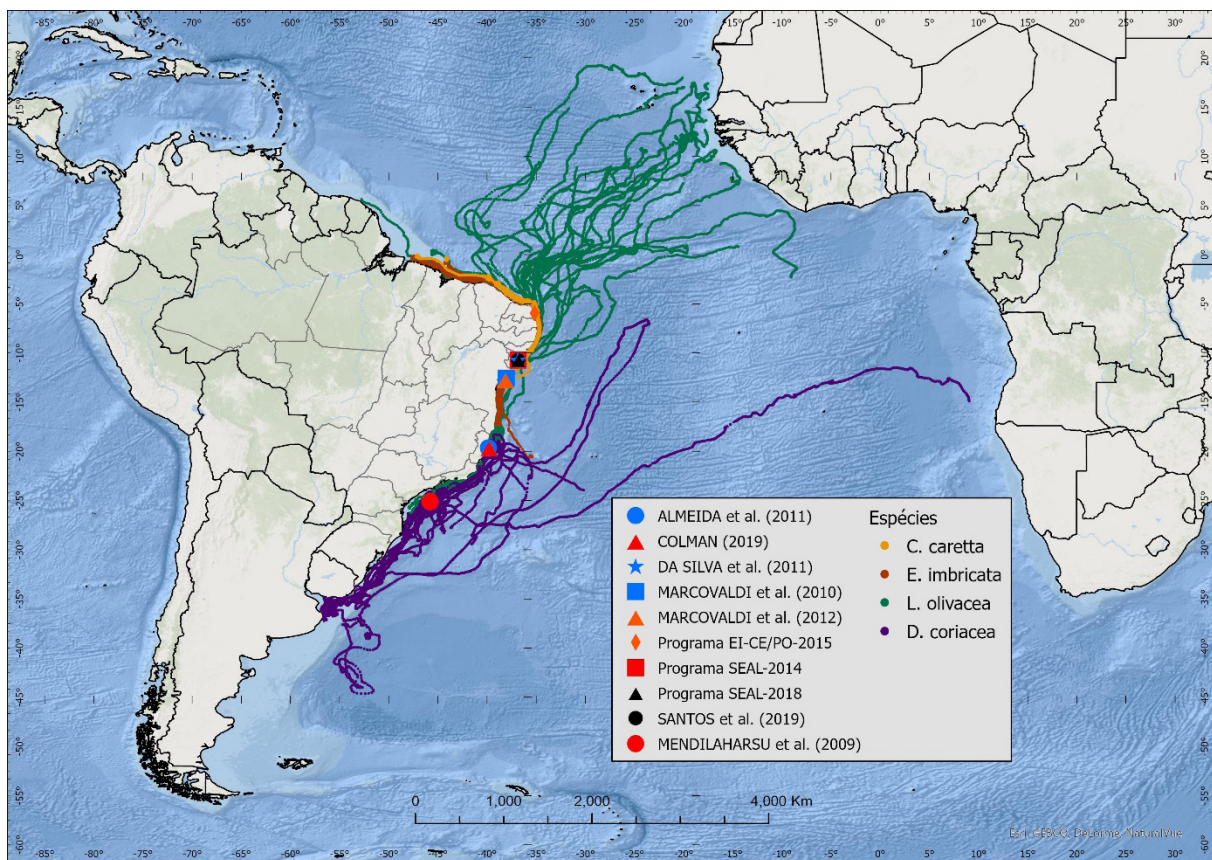


Figura 2 – Localizações obtidas a partir do método *State-Space Model-SSM* e locais de realização dos estudos que geraram os dados originais.

As localizações intersectaram 5720 células hexagonais. Apesar da amplitude dos movimentos identificados, a maior densidade de áreas de uso

ocorreu ao longo da plataforma continental e porção oceânica adjacente ao talude (Figura 3).

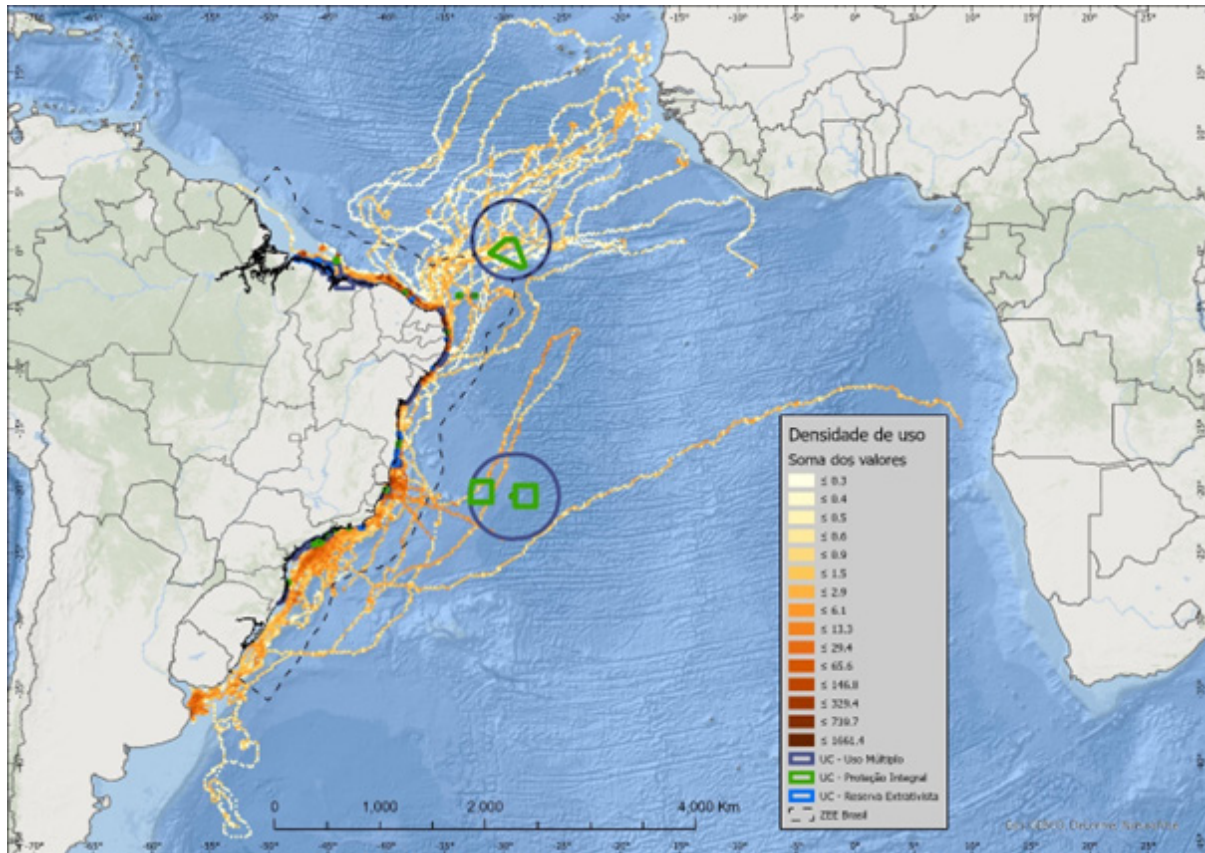


Figura 3 – Distribuição e densidade de uso das áreas identificadas para as tartarugas marinhas. As densidades de uso foram definidas a partir do somatório dos escores das localizações. As cinco classes com maior valor indicam as áreas principais de uso.

Áreas principais de uso identificadas

As áreas principais de uso, quando consideradas todas as espécies, totalizaram 195 células hexagonais, o que corresponde a 3% da distribuição total identificada ($n = 5720$). Essas áreas localizaram-se no litoral do Pará, a oeste da ilha de Marajó até uma distância de, aproximadamente, 80km da costa (Figura 4A). No Maranhão, as áreas foram descontínuas, com distância da costa entre 25 e 190km (Figura 4A). Do Ceará até o Rio Grande do Norte, as áreas principais de uso localizaram-se entre 20 e 70km da costa (Figura 4A). Ao longo da margem leste do Rio Grande do Norte até Salvador na Bahia, as áreas principais de uso formam uma faixa de até 30 a 40km da costa, compreendendo quase toda a plataforma continental (Figura 4B). No

litoral sul da Bahia, destacou-se a presença de áreas de uso no Banco de Royal Charlotte, até 60km da costa (Figura 4C). No Espírito Santo, as Áreas Principais de Uso situaram-se adjacentes às praias prioritárias de reprodução de *D. coriacea*. Essa área alcançou até, aproximadamente, 160km da costa, nos Bancos de Abrolhos e Besnard (Figura 4C). Ao longo do litoral do Rio de Janeiro, as áreas principais de uso foram descontínuas, ao largo de Campos dos Goytacazes, entre 25 e 60km da costa, e Cabo Frio, entre 5 e 28km do litoral (Figura 4C). Desde São Paulo até o Paraná, a áreas principais de uso foi contínua e compreendeu a porção média da plataforma continental, principalmente entre 70 e 170km da costa (Figura 4D). A partir de Santa Catarina, em sentido sul, as áreas principais de uso foram distribuídas de forma descontinuada até cerca de

100km ao sul de Florianópolis, e distribuídas entre 70 e 130km da costa (Figura 4D). Dentre as áreas principais de uso, 5,6%, localizam-se no estuário do Rio de la Plata, entre o Uruguai e Argentina, o que marca o limite sul da distribuição identificada no presente estudo.

Os movimentos registrados para as tartarugas marinhas intersectaram 52 unidades de conservação marinhas (n = 58; 89,6%), sendo 20 de uso múltiplo (Muse), 17 de proteção integral (PI) e 15 reservas extrativistas (RESEX). Dentre as 52 unidades de conservação, 33 eram da esfera

federal, 16 estaduais e 3 municipais. Quinze UCs se sobrepuseram a áreas principais de uso (21,5% dessas áreas), sendo 14,9% de uso múltiplo, 3,6% reserva extrativista e 3,1% proteção integral. A maioria (78,5%) das áreas principais de uso para as tartarugas marinhas, aqui identificadas, não intersecta unidades de conservação marinhas. A Tabela 2 apresenta a lista das unidades de conservação marinhas com sobreposição às áreas principais de uso das tartarugas, enquanto a Tabela Suplementar 1, apresenta a lista total de unidades de conservação que apresentaram alguma sobreposição aos movimentos identificados.

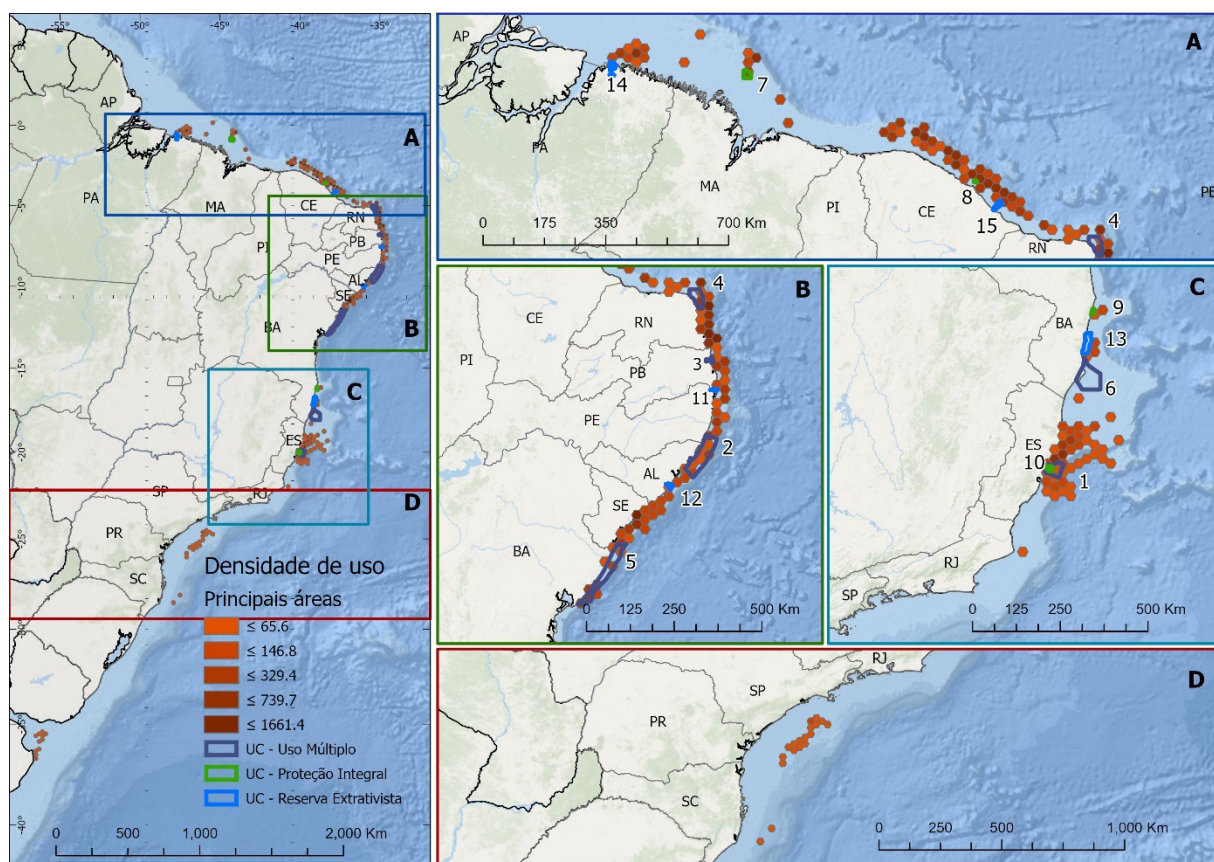


Figura 4 – Áreas principais de uso identificadas para o conjunto dos dados de localização das tartarugas marinhas. APA Costa das Algas (1), APA Costa dos Corais (2), APA da Barra do Rio Mamanguape (3), APA dos Recifes de Corais (4), APA Plataforma Continental do Litoral Norte (5), APA Ponta da Baleia Abrolhos (6), PE Marinho do Parcel de Manuel Luís (7), PE Marinho da Pedra da Risca do Meio (8), PM Coroa Alta (9), REVIS Santa Cruz (10), RESEX Acaú Goiana (11), RESEX Marinha da Lagoa do Jequiá (12), RESEX Marinha do Corumbau (13), RESEX Marinha Mestre Lucindo (14), RESEX Prainha do Canto Verde (15).



Tabela 2 – Localização das 15 unidades de conservação (UC) com sobreposição às áreas principais de uso (APU) identificadas para as espécies de tartarugas marinhas. Área de proteção ambiental (APA), parque estadual (PE), parque marinho (PM), refúgio de vida silvestre (REVIS), reserva extrativista (RESEX), uso múltiplo (Muse), proteção integral (PI). Proporção de área principal de uso Prop (%) APU (total 21,5% da distribuição de movimentos). *Caretta caretta* (Cc), *Eretmochelys imbricata* (Ei), *Lepidochelys olivacea* (Lo), *Dermochelys coriacea* (Dc). *Área principal de uso associada ao efeito conjunto das localizações de mais de uma espécie.

Unidade de conservação	Estado	Classe	Gov.	Prop (%) APU	Registros
APA Costa das Algas	ES	Muse	Federal	3.1	Dc
APA Costa dos Corais	PE-AL	Muse	Federal	4.1	Ei, Lo
APA da Barra do Rio Mamanguape	PB	Muse	Federal	0.5	Lo
APA dos Recifes de Corais	RN	Muse	Estadual	1.5	Cc, Lo
APA Plataforma Continental do Litoral Norte	BA	Muse	Estadual	5.1	Cc, Ei, Lo
APA Ponta da Baleia Abrolhos	BA	Muse	Estadual	0.5	Ei,* Lo*, Dc*
PE Marinho do Parcel de Manuel Luís	MA	PI	Estadual	0.5	Ei
PE Marinho da Pedra da Risca do Meio	CE	PI	Estadual	0.5	Cc, Ei
PM Coroa Alta	BA	PI	Municipal	0.5	Ei
REVIS Santa Cruz	ES	PI	Federal	1.5	Dc
RESEX Acaú Goiana	PE	RESEX	Federal	0.5	Ei, Lo
RESEX Marinha da Lagoa do Jequiá	AL	RESEX	Federal	0.5	Lo
RESEX Marinha do Corumbau	BA	RESEX	Federal	1.0	Ei
RESEX Marinha Mestre Lucindo	PA	RESEX	Federal	0.5	Ei
RESEX Prainha do Canto Verde	CE	RESEX	Federal	1.0	Cc, Ei

Áreas principais de uso identificadas para *Caretta caretta*

As áreas principais de uso identificadas para *C. caretta* corresponderam a 19,6% (46 dos 235 hexágonos) de sua distribuição total. Essas áreas localizaram-se desde o Pará, entre 20 e 130km da costa, até Salvador, na Bahia. No Maranhão, as áreas principais de uso situaram-se entre 120 e 170km da costa e no Ceará, grandes áreas foram observadas ao longo da porção média e final da plataforma continental, entre 20 e 60km da costa. No litoral leste do Rio Grande do Norte, as áreas

principais de uso distaram 15 a 50km da costa, já no litoral de Sergipe e no norte da Bahia, foram mais costeiras e associadas às praias prioritárias de reprodução da espécie (Figura 5).

A espécie intersectou dez unidades de conservação, das quais quatro foram associadas às áreas principais de uso e correspondem a 21,7% destas. A maior sobreposição (10,9%) foi observada na Área de Proteção Ambiental (APA) da Plataforma Continental do Litoral Norte, na Bahia (Tabela 3).

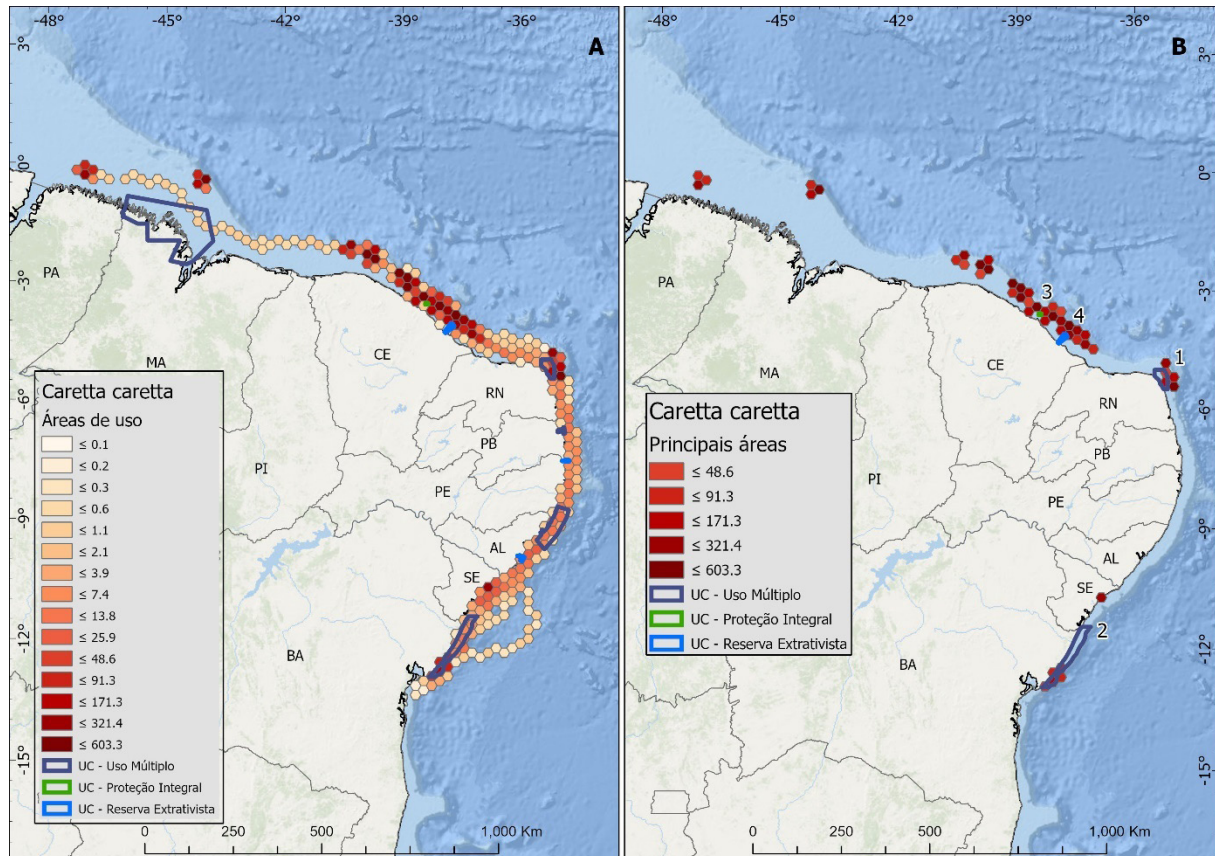


Figura 5 – *Caretta caretta*. Movimentos identificados (A) e áreas principais de uso (B), mostrando sobreposição com unidades de conservação. APA dos Recifes de Corais (1), APA Plataforma Continental do Litoral Norte (2), PE Marinho da Pedra da Risca do Meio (3), RESEX Prainha do Canto Verde (4).

Tabela 3 – Unidades de conservação (UC) com sobreposição às áreas principais de uso (APU) identificadas para as diferentes espécies de tartarugas marinhas. Área de proteção ambiental (APA), parque estadual (PE), parque marinho (PM), refúgio de vida silvestre (REVIS), reserva extrativista (RESEX), uso múltiplo (Muse), proteção integral (PI). Hex. Intersect. = Número de hexágonos com intersecção à UC. Prop (%) APU = proporção de área principal de uso sobreposta à UC.

Espécie	Unidade de conservação	Estado	Classe	Governança	Hex. Intersect.	Prop (%) APU
<i>C. caretta</i>	APA dos Recifes de Corais	RN	Muse	Estadual	2	4,3
	APA Plataforma Continental do Litoral Norte	BA	Muse	Estadual	5	10,9
	PE Marinho da Pedra da Risca do Meio	CE	PI	Estadual	1	2,2
	RESEX Prainha do Canto Verde	CE	RESEX	Federal	2	4,3
	Total – <i>C. caretta</i>				4 (10)	21,7
<i>E. imbricata</i>	APA Costa dos Corais	PE-AL	Muse	Federal	4	7,5
	APA Plataforma Continental do Litoral Norte	BA	Muse	Estadual	5	9,4
	PE Marinho de Areia Vermelha	RN	PI	Estadual	1	1,9
	PE Marinho da Pedra da Risca do Meio	CE	PI	Estadual	1	1,9
	PE Marinho do Parcel de Manuel Luís	MA	PI	Estadual	1	1,9
	PM Coroa Alta	BA	PI	Municipal	1	1,9
	RESEX Acaú Goiana	PE	RESEX	Federal	1	1,9
	RESEX Marinha do Corumbau	BA	RESEX	Federal	1	1,9
	RESEX Marinha Mestre Lucindo	PA	RESEX	Federal	1	1,9
	RESEX Prainha do Canto Verde	CE	RESEX	Federal	1	1,9
	Total – <i>E. imbricata</i>				10 (17)	32,1
<i>L. olivacea</i>	APA Costa dos Corais	PE-AL	Muse	Federal	6	5,5
	APA da Barra do Rio Mamanguape	PB	Muse	Federal	1	0,9
	APA do Pau Brasil	RJ	Muse	Estadual	1	0,9
	APA dos Recifes de Corais	RN	Muse	Estadual	1	0,9
	APA Plataforma Continental do Litoral Norte	BA	Muse	Estadual	11	10,1
	RESEX Acaú Goiana	PE	RESEX	Federal	1	0,9
	RESEX Marinha da Lagoa do Jequiá	AL	RESEX	Federal	1	0,9
	RESEX Marinha do Arraial do Cabo	RJ	RESEX	Federal	1	0,9
	Total – <i>L. olivacea</i>				8 (23)	21,1
<i>D. coriacea</i>	APA Costa das Algas	ES	Muse	Federal	7	5,9
	REVIS Santa Cruz	ES	PI	Federal	3	2,5
	Total – <i>D. coriacea</i>				2 (10)	8,4

Áreas principais de uso identificadas para *Eretmochelys imbricata*

Das áreas identificadas para *E. imbricata*, 14,6% (53 dos 362 hexágonos) foram classificadas como áreas principais de uso. Essas áreas distribuíram-se de forma fragmentada, principalmente, ao longo da plataforma conti-

ental, desde o Pará, até o sul da Bahia, na região do Banco de Abrolhos, a distâncias entre 20 e 60km da costa, porém o máximo compreendeu até 100km da costa, na região do Parcel de Manoel Luís, no Maranhão.

No Rio Grande do Norte, as áreas principais de uso na plataforma continental leste foram

associadas às praias prioritárias de reprodução da espécie. Duas áreas principais de uso foram identificadas no litoral da Paraíba, entre 10 e 40km da costa. Em Pernambuco, uma área principal de uso localizou-se na porção média e sul do estado, entre 5 e 30km do litoral. Em Alagoas, duas áreas principais de uso foram identificadas ao norte de Maceió, entre 10 e 30km da costa. Em Sergipe, a Área Principal de Uso localizou-se próxima à feição submarina cânion do Japarutuba, distando aproximadamente 30km da costa. Na Bahia, quatro áreas principais de uso foram identificadas, no litoral norte, em frente as praias prioritárias de

reprodução até Salvador e no litoral sul, associadas aos Bancos de Royal Charlotte e Abrolhos. Essas áreas foram costeiras e se estenderam a até 40km do litoral (Figura 6).

A distribuição de *E. imbricata* se sobrepôs a 29 unidades de conservação, sendo dez ao longo de áreas principais de uso, o que representou 32,1% destas. A maior sobreposição ocorreu na área de proteção ambiental (APA) da Plataforma do Litoral Norte (9,4%), na Bahia e APA da Costa dos Corais (7,5%) entre Pernambuco e Alagoas (Tabela 3).

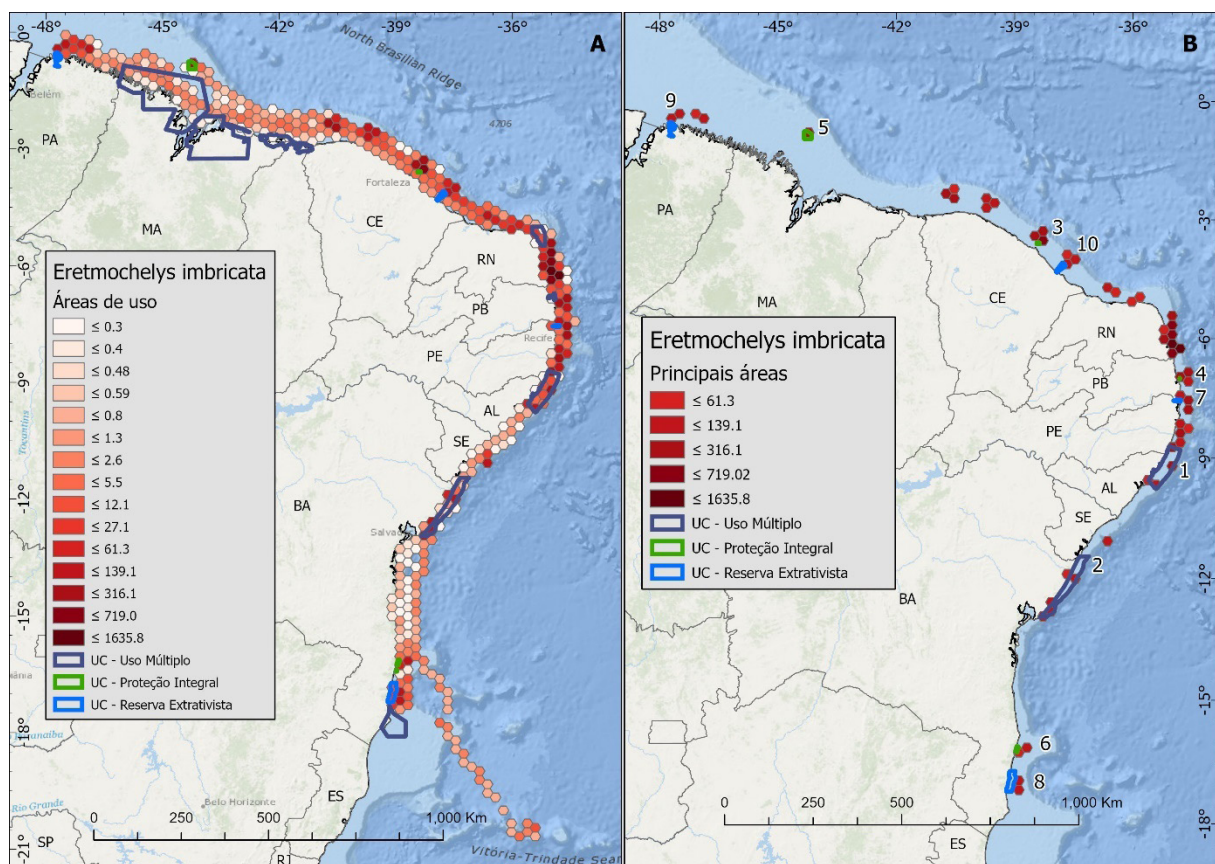


Figura 6 – *Eretmochelys imbricata*. Movimentos identificados (A) e áreas principais de uso (B), mostrando sobreposição com unidades de conservação. APA Costa dos Corais (1), APA Plataforma Continental do Litoral Norte (2), PE Marinho da Pedra da Risca do Meio (3), PE Marinho de Areia Vermelha (4), PE Marinho do Parcel de Manuel Luís (5), PM Coroa Alta (6), RESEX Acaú Goiana (7), RESEX Marinha do Corumbau (8), RESEX Marinha Mestre Lucindo (9), RESEX PRAINHA DO CANTO VERDE (10).

Áreas principais de uso identificadas para *Lepidochelys olivacea*

Apesar da ampla distribuição de *L. olivacea*, as Áreas Principais de Uso corresponderam a apenas 3,4% (109 dos 3787 hexágonos) da distribuição

e se estenderam desde o Pará até São Paulo. As áreas principais de uso foram mais fragmentadas no litoral do Pará, Maranhão e Ceará, enquanto do Rio Grande do Norte ao sul da Bahia tiveram distribuição contínua. Entre o Espírito Santo e o Rio de Janeiro, as áreas principais de uso foram

também mais fragmentadas e uma grande área foi observada na plataforma continental de São Paulo. Com relação à distância da costa, as áreas foram muito variáveis, compreendendo desde segmentos mais costeiros, entre 8 e 60km, a até 140 a 200km no litoral do Maranhão e 70 a 200km em São Paulo. A área principal de uso no litoral de Sergipe foi relacionada à presença de praias

prioritárias de reprodução da espécie no Brasil (Figura 7). A distribuição de *L. olivacea* intersectou 43 unidades de conservação, das quais, oito foram sobrepostas a Áreas Principais de Uso (21%). A área de proteção ambiental (APA) da Plataforma Continental do Litoral Norte (10,1%) e APA Costa dos Corais (5,5%) foram as mais representativas (Tabela 3).

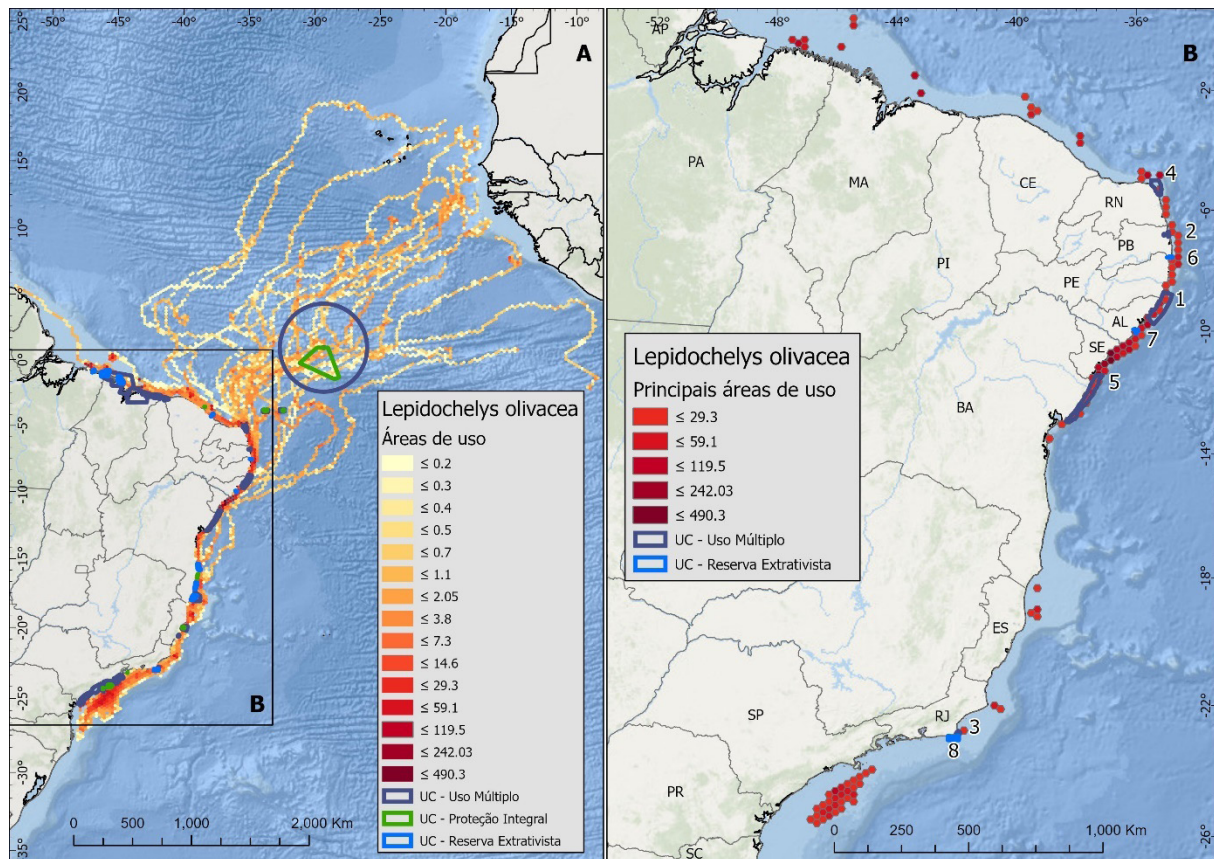


Figura 7 – *Lepidochelys olivacea*. Movimentos identificados (A) e áreas principais de uso (B), mostrando sobreposição com unidades de conservação. APA Costa dos Corais (1), APA da Barra do Rio Mamanguape (2), APA do Pau Brasil (3), APA dos Recifes de Corais (4), APA Plataforma Continental do Litoral Norte (5), RESEX Acaú Goiana (6), RESEX Marinha da Lagoa do Jequiá (7), RESEX Marinha do Arraial do Cabo (8).

Áreas principais de uso identificadas para *Dermochelys coriacea*

Da distribuição identificada para *D. coriacea*, 5,7% (119 dos 2071 hexágonos) corresponderam às áreas principais de uso. Essas áreas estiveram associadas às praias de reprodução da espécie no Espírito Santo, desde a costa até cerca de 200km, assim como fragmentadas ao longo da plataforma continental de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Destaca-se

a área de uso identificada no estuário do Rio de la Plata (Figura 8) entre o Uruguai e a Argentina, que representou 26,8% das áreas principais de uso identificadas para a espécie. Os movimentos intersectaram 12 unidades de conservação, das quais somente duas foram sobrepostas a áreas principais de uso (8,4%), sendo elas a área de proteção ambiental (APA) Costa das Algas (5,95%) e o Refúgio da Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz (2,5%) no Espírito Santo (Tabela 3 e Tabela Suplementar 1).

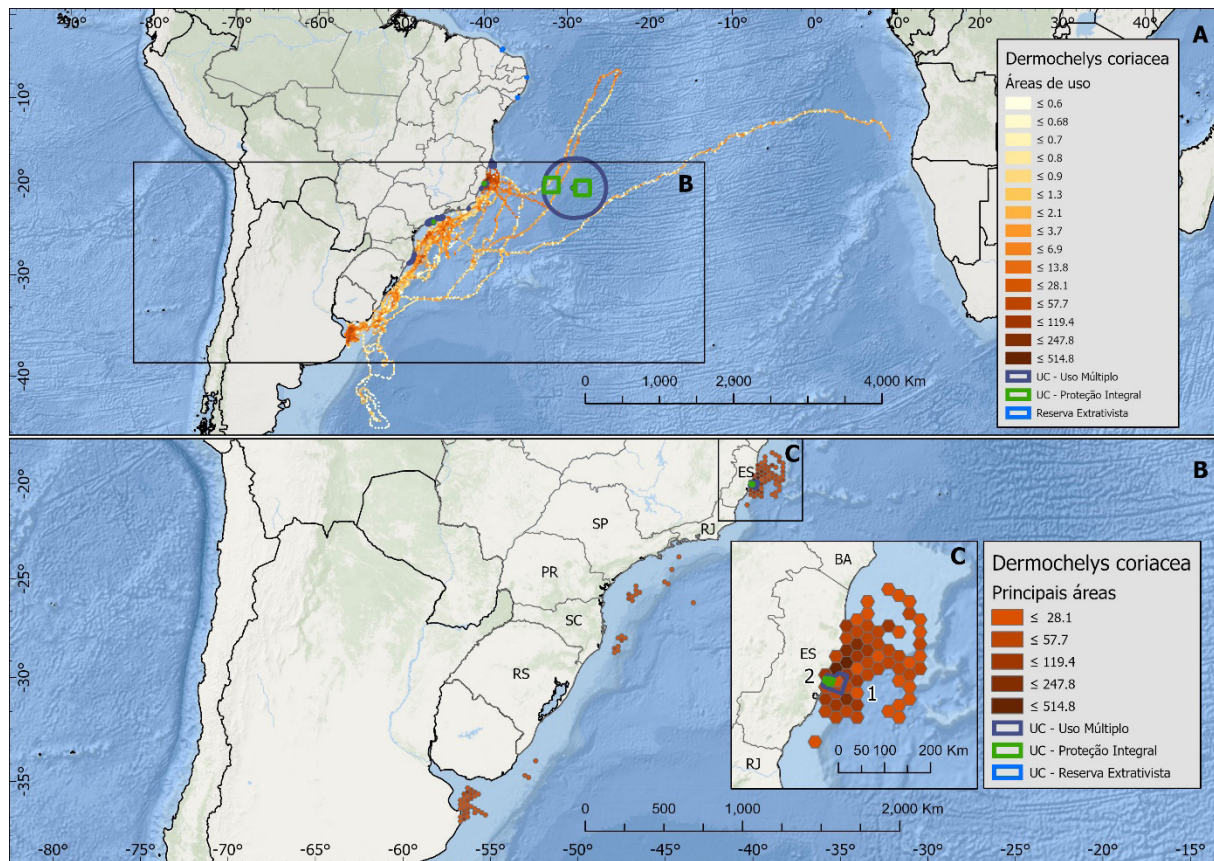


Figura 8 – *Dermochelys coriacea*. Movimentos identificados (A) e áreas principais de uso (B), mostrando sobreposição com unidades de conservação. APA Costa das Algas (1), REVIS Santa Cruz (2).

Discussões e Conclusões

Este estudo utilizou dados de diversos programas de monitoramento por satélite de tartarugas marinhas para identificar as áreas principais de uso no Brasil, bem como evidenciar a relação entre a distribuição espacial das tartarugas e a localização das unidades de conservação brasileiras. Nossos resultados sugerem que grande parte das UCs são visitadas pelas tartarugas durante os seus movimentos, porém somente 21,5% das áreas principais de uso estavam dentro de UCs (n = 15 UCs). Essa incompatibilidade sugere que as tartarugas podem estar mais expostas a ameaças. Abaixo discutimos a importância do acesso às informações de estudos já realizados, as áreas principais de uso identificadas, bem como diversos fatores que devem ser considerados para que as Unidades de conservação possam atuar de maneira eficaz na proteção destas espécies.

O monitoramento de tartarugas marinhas por meio da telemetria por satélite tem se tornado uma prática padrão para a identificação dos

movimentos e áreas de uso críticas utilizadas por esses animais (Hays *et al.*, 2021). De modo geral, dado o custo envolvido nesses estudos, o número de transmissores é um fator limitante e os resultados são apresentados de forma mais individualizada, por espécie ou área de reprodução. A presente pesquisa, realizada a partir da integração das localizações geradas em 10 diferentes programas de monitoramento para quatro das cinco espécies que ocorrem no Brasil, exemplifica como as informações espaciais geradas por diferentes estudos, quando disponíveis, podem ser continuamente revisitadas, de modo a se aproveitar o potencial da informação e compor cenários mais regionais e de mais ampla aplicação em medidas voltadas ao manejo e conservação das espécies.

Dentre os estudos que integram informações espaciais de várias espécies, pode-se destacar Block *et al.* (2011), que analisaram os resultados do monitoramento de 23 espécies e 4306 dispositivos de rastreamento, que incluíram

cetáceos, pinípedes, albatrozes, tartarugas marinhas, peixes, com destaque para atuns e tubarões, além da lula-de-Humboldt. Os animais foram monitorados a partir de diferentes áreas no Oceano Pacífico, hemisfério norte, e demonstraram a importância do grande ecossistema marinho associado à corrente da Califórnia para variadas espécies, com o registro de fidelidade a áreas de uso e movimentos sazonais associadas às águas frias e ricas em nutrientes nessa região. Fossette *et al.* (2014) agruparam e analisaram dados de 106 transmissores instalados em *D. coriacea* no Oceano Atlântico, de modo a indicar áreas em que essa espécie estava sujeita a uma maior probabilidade de interação com a pesca, enquanto Scott *et al.* (2012), a partir dos resultados do monitoramento de 146 *C. mydas*, constataram globalmente a importância das áreas marinhas protegidas para essa espécie. Na Austrália, Ferreira *et al.* (2021) agruparam os resultados de diferentes estudos, totalizando o rastreamento de 96 *C. mydas*, e constataram a disposição dos movimentos desses exemplares em relação ao sistema de áreas marinhas protegidas do país. O referido estudo indicou que, para as áreas de reprodução, há uma adequação da disposição das áreas marinhas protegidas, no entanto, nas áreas de forrageio, a medida é ainda subestimada. A pesquisa alerta para a importância da avaliação integrada dos diferentes monitoramentos, em especial como base quantitativa para o manejo.

A presente pesquisa destacou a ampla distribuição dos movimentos de quatro espécies de tartarugas marinhas que reproduzem no Brasil e para sua execução foi muito importante o acesso às informações espaciais, geradas por estudos pretéritos e já publicados, inclusive com acesso a informações de exemplares de *D. coriacea* capturadas pela pesca de espinhel, estudo executado por pesquisadores do Uruguai (López-Mendilaharsu *et al.*, 2009). Avanço considerável está associado ao acesso às informações públicas, geradas através de programas de monitoramento, realizados como condicionantes no âmbito do licenciamento de atividades de pesquisas sísmicas marinhas, demandadas pelo IBAMA. O acesso a tais informações permitiu a inclusão dos resultados de 120 dos 160 transmissores. Há ainda que se considerar o cenário de revisão dos resultados aqui obtidos, uma vez que, a telemetria por satélite tem sido empregada para o monitoramento de impactos de desastre ambiental e de impactos de outras tipologias de empreendimentos, como

portos, além de potencial para aplicação em avaliações relacionadas a termoelétricas e usinas eólicas marinhas, durante o continuado processo de identificação de áreas com elevada relevância para diversas espécies.

Dentre as áreas principais de uso identificadas, destacam-se aquelas associadas às praias prioritárias de reprodução das tartarugas marinhas (ver Sforza *et al.*, 2017). Essas áreas mesclam-se a localizações que caracterizam os corredores migratórios de diferentes espécies, formados pelos movimentos pós-reprodutivos e compõem um trecho quase que contínuo ao longo da plataforma continental, entre os estados do Rio Grande do Norte e Espírito Santo. Destaque é dado para a amplitude da área utilizada por *D. coriacea*, por ocupar grande parte da plataforma continental do Espírito Santo, além de porção oceânica, assim como, para a área utilizada por *L. olivacea*, dada a sobreposição com áreas de pesca de camarões (Da Silva *et al.*, 2010).

Foi observada uma variação entre as espécies na representatividade das áreas principais de uso em relação à totalidade dos movimentos. Para *C. caretta*, as áreas principais de uso representaram 19,6% dos movimentos, para *E. imbricata* 14,6%, para *D. coriacea* 5,7% e para *L. olivacea* 2,9%. As mais baixas representatividades das APU observadas para *D. coriacea* e *L. olivacea* podem estar relacionadas a longas distâncias migratórias em águas oceânicas. Considerando a sobreposição com as unidades de conservação, os movimentos de *C. caretta* destacam a intersecção com dez áreas protegidas, das quais, quatro sobrepostas a áreas principais de uso (21,7%). *E. imbricata*, intersectou 29 unidades de conservação, com 10 sobrepostas a áreas principais de uso (32,1%). A ampla dispersão registrada para *L. olivacea*, resultou na sobreposição com 43 unidades de conservação, com 8 representativas das áreas principais de uso (21%). Por sua vez, *D. coriacea* intersectou 12 unidades de conservação, com apenas 2 associadas às áreas principais de uso (8,4%). A avaliação da baixa representatividade das unidades de conservação, em relação às áreas principais de uso, deve considerar que, de modo geral, essas informações não estavam disponíveis, não integrando os processos de criação de UCs marinhas. A baixa sobreposição entre áreas de uso e unidades de conservação no Brasil foi também observada por Santos *et al.* (2021). Os autores destacam que, além da necessidade

de aplicar as novas informações espaciais ao planejamento de novas UCs marinhas, é preciso considerar objetivos claros e escalas ecológicas ao invés de fronteiras políticas, aqui explicitadas pelo amplo contraste entre os movimentos neríticos e oceânicos, além da previsão de um gerenciamento adaptativo, conforme novas informações se tornem disponíveis.

A sobreposição de áreas principais de uso utilizadas por diferentes espécies foi mais notável na porção costeira do litoral do Pará, ao sul da ilha de Marajó, utilizada por exemplares de *C. caretta*, *E. imbricata* e *L. olivacea*. O amplo uso da porção média da plataforma continental do Ceará, já evidenciado por (Marcovaldi et al., 2010), e a grande área de uso ao longo da plataforma continental do estado de São Paulo também se destacaram. O estuário do Rio de la Plata, entre o Uruguai e Argentina, marcou o limite sul das áreas principais de uso identificadas e esteve associado às localizações de *D. coriacea*. Além do registro feito para *D. coriacea*, a tartaruga-oliva, *L. olivacea*, também realizou movimentos para outros países, em especial para a costa equatorial da África. Para *L. olivacea*, registros de deslocamentos oceânicos foram realizados na região oriental do Pacífico, a partir de Angola e Índia (Ram et al., 2009, Swimmer et al., 2009, Plotkin, 2010, Maxwell et al., 2011, Pikesley et al., 2013). Para *D. coriacea* o monitoramento de exemplares da região do Caribe demonstrou dispersão ao longo do Atlântico, alcançando áreas na região do Canadá, costa da África e Europa (Eckert, 2006). A partir do Gabão, no oeste africano, essa espécie migra para áreas situadas no Atlântico Equatorial, sudeste do Brasil e o estuário do Rio de la Plata (Witt et al., 2011). Tal amplitude de movimentos é um alerta para o desafio de se estabelecerem medidas internacionais de proteção dessas espécies, enquanto para *E. imbricata* e *C. caretta*, ações adotadas em âmbito nacional têm elevado potencial de sucesso.

Os movimentos identificados mostraram que, embora as tartarugas transitem por 52 unidades de conservação, apenas um quarto dessas ($n = 13$) mostram sobreposição com áreas principais de uso. Desse total, apenas três unidades de conservação são categorizadas como de Proteção Integral, o que reflete a raridade dessa categoria de UC marinha no Brasil, representativas de apenas 2,5% da zona econômica exclusiva do país (Magris et al., 2020).

Os trechos mais densamente utilizados pelas tartarugas marinhas mostraram pequena sobreposição com áreas marinhas protegidas, variando de 8 a 30%, e 20% para o conjunto dos dados. Além de aspectos relacionados à cobertura das áreas marinhas protegidas na costa do Brasil, a taxa e sobreposição é também influenciada pela amplitude dos movimentos realizados pelas tartarugas marinhas. No oceano Índico, estudo realizado com o rastreamento de tartarugas marinhas marcadas na área marinha protegida BIOT (*British Indian Ocean Territory*), a maior do mundo, demonstrou que apenas 20% dos animais permaneceram dentro dos limites da área protegida (Hays et al., 2020). Porém, elevada variação pode ser encontrada, a exemplo dos 84% de sobreposição observada no Golfo da Arábia para *C. mydas* ao longo da Reserva Marinha da Biosfera de Marawah (Pilcher et al., 2021).

A ampla dispersão registrada para as tartarugas marinhas permite sugerir como estratégia a definição de áreas específicas para a proteção e manejo. No Brasil, desde a década de 1980, as principais áreas de reprodução das tartarugas marinhas são parcialmente protegidas por unidades de conservação, a exemplo das Reservas Biológicas do Atol das Rocas (RN), de Comboios (ES) e de Santa Isabel (SE), muito relevantes para a recuperação das espécies em nível nacional (Marcovaldi & Chaloupka, 2007, Silva et al., 2007, Colman et al., 2019).

Os dados hoje disponíveis apontam para a necessidade de medidas protetivas também no mar, o que pode ser conseguido a partir da inclusão de áreas marinhas adjacentes às praias de reprodução, a exemplo daquelas já protegidas pelas Reservas Biológicas de Comboios e de Santa Isabel, ou ainda, a partir de definição de novas áreas sobrepostas a trechos em que se registra elevada densidade de uso, exemplo da porção ao sul da Ilha de Marajó, no Pará, na porção média da plataforma continental do Ceará e de São Paulo. Destaca-se, ainda, o corredor migratório utilizado pelas espécies *C. caretta*, *L. olivacea* e *E. imbricata*, ao longo da plataforma continental, entre a região nordeste e sudeste do Brasil. O registro dessa elevada densidade de movimentos, indica que a criação de áreas marinhas protegidas ao longo dessas rotas, que interligam áreas de reprodução e de alimentação, tem elevado potencial de beneficiar a conservação dessas espécies.

A extensão da proteção prevista para as áreas prioritárias de reprodução para o mar é aplicada na Austrália, a partir de um raio de 20km (Ferreira *et al.*, 2021). Um exemplo do uso das informações espaciais para orientar políticas públicas de proteção das tartarugas marinhas é observado na costa da África, entre o Gabão e a República do Congo (Maxwell *et al.*, 2011). No Brasil, se tais medidas fossem também aplicadas, como a extensão dos limites das Reservas Biológicas de Comboios e de Santa Isabel para incluir limites no mar, seria possível proteger parte das principais áreas utilizadas por *D. coriacea* e *L. olivacea*. Destaca-se, ainda, a importância de planos de manejo nessas áreas considerarem medidas associadas à redução da captura incidental pela pesca.

Dentre as áreas marinhas protegidas, aquelas com maior recorrência quanto à sobreposição com as áreas de uso das tartarugas marinhas foram a APA Costa dos Corais, localizada entre Pernambuco e Alagoas, por compreender áreas utilizadas por *E. imbricata*, assim como por compor corredor migratório de *L. olivacea* e *C. caretta*. Destaca-se ainda a APA Plataforma Continental do Litoral Norte, na Bahia, dada sua dimensão e sobreposição com áreas de reprodução de *C. caretta* e *E. imbricata* e com o corredor migratório de *L. olivacea*. Não se localizaram informações sobre o nível de implantação desta unidade de conservação, de modo que, se efetivada e com previsão de regras de uso, a área marinha protegida tem potencial de contribuir para a conservação dessas espécies.

No sudeste do Brasil, apesar do conjunto de áreas marinhas protegidas, pouca sobreposição com as áreas principais de uso foi identificada, em especial quanto a ausência de unidades de conservação sobrepostas à grande área de uso identificada para *L. olivacea*, ao longo da plataforma média do estado de São Paulo. Essa grande área de uso mostra potencial para uma avaliação quantitativa e criação de áreas marinhas protegidas que objetivem a proteção da porção média da plataforma continental do sudeste do Brasil.

O método empregado possibilitou a identificação de áreas mais utilizadas pelas fêmeas adultas das espécies. No entanto, para *L. olivacea* e *D. coriacea* o método não destacou os importantes movimentos oceânicos realizados por essas espécies (Santos *et al.*, 2019; Almeida *et al.*,

2011; López-Mendilaharsu *et al.*, 2009; Colman, 2019). Esse efeito pode estar associado à ampla dispersão dos animais e à pouca sobreposição das localizações na porção oceânica. Para sanar tal problema, associado aos escores obtidos, o método proposto por (Block *et al.*, 2011), por atribuir escores mais elevados às localizações de transmissores com maior duração, pode ser uma alternativa, assim como, ampliar as análises, de modo a contemplar os diferentes comportamentos ou etapas do deslocamento dos animais.

O estudo não contou com informações sobre monitoramentos da tartaruga-verde, *C. mydas*, de modo que atualizações devem integrar informações sobre essa espécie, inclusive a partir de estudos já executados (Fuentes *et al.*, 2020), assim como, a partir de novas pesquisas, a exemplo de animais em áreas de reprodução, como as Ilhas de Trindade/ES, Atol das Rocas/RN e Fernando de Noronha/PE ou, ainda, a partir de áreas de alimentação na costa do Brasil, conforme elucidado por Baudouin *et al.* (2015) e Hays *et al.* (2001). Já para *C. caretta*, espécie com maior distribuição de praias de reprodução na costa do Brasil (Sforza *et al.*, 2017), a caracterização de áreas de uso com base nas informações de apenas fêmeas marcadas na Bahia pode subestimar a área total de uso da espécie. Atualizações do presente mapeamento das áreas de uso devem considerar os resultados de estudos a serem realizados em outras praias de reprodução, a exemplo do litoral norte dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Além da representatividade das espécies e áreas de reprodução, há que se considerar ainda as diferentes fases de vida das espécies, uma vez que, a exemplo de *E. imbricata*, as áreas de alimentação dos juvenis compreendem, principalmente, as ilhas oceânicas de Fernando de Noronha/PE e Atol das Rocas/RN (Marcovaldi *et al.*, 2012), além de registros na costa norte e nordeste do Brasil, na Ilha da Trindade/ES, São Pedro e São Paulo/PE, em Abrolhos/BA e Arvoredo/SC (Santos *et al.*, 2019).

Outro aspecto a ser considerado é a limitação associada ao número de animais rastreados e a capacidade da amostra fornecer informações seguras quanto à totalidade das áreas de uso no mar. O método desenvolvido por Shimada *et al.* (2021) pode representar uma alternativa para esse problema, uma vez que permite identificar se dentre os animais rastreados, há sobreposição das áreas de uso ou se novas áreas continuam a

serem identificadas, assim como, indicar espécies com maiores lacunas de informações. Porém, uma vez que tal avaliação não foi ainda realizada para o Brasil, reforça-se a relevância das áreas aqui identificadas, dada a fidelidade das tartarugas marinhas às áreas de reprodução e alimentação (Broderick *et al.*, 2007; Limpus, 2009; Schofeld *et al.*, 2010; Marcovaldi *et al.*, 2010; Pilcher *et al.*, 2021).

O presente estudo ilustra como informações espaciais sobre a distribuição das espécies podem ser utilizadas para informar o potencial das unidades de conservação integrarem os esforços para a proteção dessas espécies. Mesmo que uma unidade de conservação não tenha sido criada com esse objetivo específico, medidas podem ser adotadas, com resultados para a conservação do grupo faunístico. Os programas de monitoramento de praias realizados no Brasil apontam as tartarugas marinhas como grupo mais representativo dentre os encalhes e mortalidade, com especial atenção para a contribuição das pescarias costeiras (Monteiro *et al.*, 2016; Cantor *et al.*, 2020) e oceânicas (Sales *et al.*, 2008). Dentre as áreas marinhas protegidas que mostraram sobreposição com áreas principais de uso das tartarugas marinhas, as de uso sustentável, em especial APA e RESEX, poderiam incluir zoneamentos específicos para limitar atividades como a pesca de camarões com redes de arrasto durante os períodos de migração e reprodução das tartarugas marinhas. Já para as pescarias com redes de emalhe, a disposição das redes em áreas de alimentação de tartarugas, a exemplo do entorno de recifes ou bancos de algas e fanerógamas marinhas, poderia ser regulamentada, ou ainda, recomendado o uso de elementos como *lightsticks* associados às redes (Wang *et al.*, 2010). Tais medidas têm elevado potencial de contribuir para a redução da mortalidade associada à interação com a pesca.

Além da pesca, no sul do Brasil, Fuentes *et al.* (2020) destacaram o tráfego de embarcações como relevante impacto no que se refere às tartarugas e áreas marinhas protegidas, a definição de limite de velocidade para circulação de embarcações nessas áreas, a exemplo de velocidades inferiores a 6 Nós, teria o potencial de reduzir as colisões com os animais (Sforza *et al.*, 2017). Em relação à espacialização das áreas marinhas protegidas, Magris *et al.* (2020) destacam que os principais impactos à biota estão mais concentrados nas regiões mais próximas do litoral e que muitas

áreas de conservação poderiam ser ampliadas, de modo a efetivamente alcançarem seus objetivos de conservação.

Conforme Jeffers & Godley (2016), muitos estudos realizados com tartarugas marinhas e que tiveram a telemetria por satélites como método não apresentam de forma clara recomendações para a conservação e Hays *et al.* (2019) citam exemplos de sucesso do uso dessas informações como base para políticas públicas, que abrangeram aves marinhas, mamíferos marinhos e tartarugas marinhas, com destaque para as práticas adotadas no Gabão (Maxwell *et al.*, 2011; Casale *et al.*, 2017; Dawson *et al.*, 2017), México (Méndez *et al.*, 2013; Cuevas *et al.*, 2008) e Indonésia (Hitipeuw *et al.*, 2007).

A disposição das áreas marinhas protegidas em relação às utilizadas pelas tartarugas marinhas no Brasil sugere a necessidade de uma avaliação do seu número e localização, assim como, ajustes em unidades de conservação já existentes. Outro conjunto de medidas está associado à atualização de planos de manejo das unidades de conservação, de modo a prever o monitoramento e a proteção dessas espécies. Os resultados aqui gerados têm o potencial também de contribuir com variadas avaliações de impactos e discussão de alternativas para uma gama de empreendimentos marinhos, em especial quanto à análise de alternativas locais que minimizem a sobreposição com áreas principais de uso. Dada a perspectiva continuada de aporte de informações espaciais, oriundas de estudos vinculados a empreendimentos, estima-se que será possível estabelecer um processo de revisão e atualização das áreas de uso identificadas, procedimento fundamental para a construção de uma base de informações. Tais informações, se amplamente divulgadas, têm o potencial de representar um avanço na forma de compreender a representatividade e efetividade das unidades de conservação para essas espécies, assim como, a disposição de campos de exploração de petróleo, pesquisas sísmicas, portos, dragagens, usinas eólicas *offshore* e a pesca, como base para avaliação de alternativas e medidas de monitoramento e manejo.

Agradecimentos

Agradeço ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pela bolsa

concedida e ao Centro Tamar – Aracaju pelo apoio. À Universidade Federal de Sergipe e ao Departamento de Engenharia de Pesca pelo espaço cedido, apoio didático. Ao meu orientador, Erik Allan, por toda ajuda, orientação, paciência e conhecimento compartilhado. Ao professor e chefe do departamento de Engenharia de Pesca, Roberto, pelo incentivo e apoio e colaboração. Agradecemos ainda aos pesquisadores e responsáveis pelos programas de monitoramento que forneceram acesso aos dados que tornaram possível esse trabalho.

Referências

- Almeida A *et al.* Satellite-tracked movements of female *Dermochelys coriacea* from southeastern Brazil. *Endangered Species Research*, 15(1): 77-86, 2011.
- Barceló C *et al.* High-use areas, seasonal movements and dive patterns of juvenile loggerhead sea turtles in the Southwestern Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 479: 235-250, 2013.
- Baudouin M *et al.* Identification of key marine areas for conservation based on satellite tracking of post-nesting migrating green turtles (*Chelonia mydas*). *Biological Conservation*, 184: 36-41, 2015.
- Bellini C, Sanches TM & Formia A. Hawksbill turtle tagged in Brazil captured in Gabon, Africa. *Marine Turtle Newsletter* 87: 11-12, 2000.
- Bellini C, Santos EAP, Camargo FS & Santos AJB. 2016. O SNUC é um instrumento eficaz para proteção das tartarugas marinhas no Brasil? Um ensaio sobre as tartarugas-de-pente, *Eretmochelys imbricata*, que nidificam no litoral do Rio Grande do Norte. In: Anais do VIII Seminário de Pesquisa e Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 117p.
- Block BA *et al.* Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. *Nature*, 475(7354): 86-90, 2011.
- Brasil. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção I, Brasília, DF, n. 138, p. 1-6, 19/07/2000.
- Broderick A, Coyne M, Fuller W, Glen F & Godley B. Fidelity and over-wintering of sea turtles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1617): 1533-1539, 2007.
- Cantor M *et al.* High incidence of sea turtle stranding in the southwestern Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science*, 77(5): 1864-1878, 2020.
- Carman VG, Acha EM, Maxwell SM, Albareda D, Campagna C & Mianzan H. Revisiting the ontogenetic shift paradigm: The case of juvenile green turtles in the SW Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 429: 64-72, 2012.
- Casale P *et al.* A first estimate of sea turtle bycatch in the industrial trawling fishery of Gabon. *Biodiversity and Conservation*, 26(10): 2421-2433, 2017.
- CLS/Argos. 2016. Argos user's manual. France: CLS/Argos. 60p.
- Colman LP. 2019. Ecology and conservation of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) nesting in Brazil. PhD thesis. University of Exeter, United Kingdom, 205p.
- Colman LP *et al.* Thirty years of leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting in Espírito Santo, Brazil, 1988–2017: reproductive biology and conservation. *Endangered Species Research* 39: 147-158, 2019.
- Cuevas E, Abreu-Grobois F, Guzmán-Hernández V, Liceaga-Correa M & Dam R. Post-nesting migratory movements of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in waters adjacent to the Yucatan Peninsula, Mexico. *Endangered Species Research*, 10: 123-133, 2008.
- Da Silva A, De Castilhos J, Dos Santos E, Brondízio L & Bugoni L. Efforts to reduce sea turtle bycatch in the shrimp fishery in Northeastern Brazil through a co-management process. *Ocean & Coastal Management*, 53(9): 570-576, 2010.
- Dawson T *et al.* Informing Marine Protected Area Designation and Management for Nesting Olive Ridley Sea Turtles Using Satellite Tracking. *Frontiers in Marine Science*, 4: 312, 2017.
- Eckert S. High-use oceanic areas for Atlantic leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) as identified using satellite telemetered location and dive information. *Marine Biology*, 149(5): 1257-1267, 2006.
- ESRI. 2019. ArcGIS version 10.7.
- Ferreira L *et al.* Multiple satellite tracking datasets inform green turtle conservation at a regional scale. *Diversity and Distributions*, 27(2): 249-266, 2021.
- Flemming JM, Jonsen ID, Myers RA & Field CA. Hierarchical State-Space Estimation of Leatherback Turtle Navigation Ability. *PLoS ONE*, 5(12): e14245, 2010.
- Fossette S *et al.* Atlantic Leatherback Migratory Paths and Temporary Residence Areas. *PLoS ONE* 5(11): e13908. doi:10.1371/journal.pone.0013908, 2010.
- Fossette S *et al.* Pan-Atlantic analysis of the overlap of a highly migratory species, the leatherback turtle, with pelagic longline fisheries. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780): 20133065, 2014. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.3065>.

- Fuentes M, Wildermann N, Gandra T & Domit C. Cumulative threats to juvenile green turtles in the coastal waters of southern and southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 29(6): 1783-1803, 2020.
- Gandra TBR *et al.* Análise de imagens de temperatura superficial do mar (TSM) para detecção de frentes oceânicas e correlação com movimentos de tartarugas-cabeçuda (*Caretta caretta*) no sul do Brasil. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa/PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.
- Godley B *et al.* Satellite tracking of sea turtles: Where have we been and where do we go next? *Endangered Species Research*, 4: 3-22, 2008.
- Godley B *et al.* Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. *Marine Ecology Progress Series*, 253: 279-288, 2003.
- Grossman A *et al.* Second TAMAR – tagged hawksbill recaptured in Corisco Bay, West Africa. *Marine Turtle Newsletter*, 1: 16:26, 2007.
- Halpern B *et al.* A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science*, 319(5865): 948-952, 2008.
- Halpern B *et al.* An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature*, 488(7413): 615-620, 2012.
- Hays G *et al.* Biphasal long-distance migration in green turtles. *Animal Behaviour*, 64(6): 895-898, 2002.
- Hays G *et al.* Translating Marine Animal Tracking Data into Conservation Policy and Management. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(5): 459-473, 2019.
- Hays G, Broderick A, Glen F, Godley B & Nichols W. The movements and submergence behaviour of male green turtles at Ascension Island. *Marine Biology*, 139(2): 395-400, 2001.
- Hays G & Hawkes L. Satellite Tracking Sea Turtles: Opportunities and Challenges to Address Key Questions. *Frontiers in Marine Science*, 5: 432, 2018.
- Hays G, Laloë J, Rattray A & Esteban N. Why do Argos satellite tags stop relaying data? *Ecology and Evolution*, 11(11): 7093-7101, 2021.
- Hays G, Rattray A & Esteban N. Addressing tagging location bias to assess space use by marine animals. *Journal of Applied Ecology*, 57(10): 1981-1987, 2020.
- Hays G & Scott R. Global patterns for upper ceilings on migration distance in sea turtles and comparisons with fish, birds and mammals. *Functional Ecology*, 27(3): 748-756, 2013.
- Hitipeuw C, Dutton P, Benson S, Thebu J & Bakarbesy J. Population Status and Internesting Movement of Leatherback Turtles, *Dermochelys coriacea*, Nesting on the Northwest Coast of Papua, Indonesia. *Chelonian Conservation and Biology*, 6(1): 28-36, 2007.
- IUCN (The International Union for Conservation of Nature). 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org>>. Acesso em janeiro/2022.
- Jeffers V & Godley B. Satellite tracking in sea turtles: How do we find our way to the conservation dividends? *Biological Conservation*, 199: 172-184, 2016.
- Jonsen I. Joint estimation over multiple individuals improves behavioural state inference from animal movement data. *Scientific Reports*, 6(1): 20625, 2016. DOI: 10.1038/srep20625 .
- Jonsen I, Bestley S, Wotherspoon S, Sumner M & Mills-Flemming J. bsam: Bayesian State-Space Models for Animal Movement (2017) <https://cran.r-project.org/web/packages/bsam/index.html>.
- Jonsen I, Myers R & James M. Robust hierarchical state-space models reveal diel variation in travel rates of migrating leatherback turtles. *Journal of Animal Ecology*, 75: 1046-1057, 2006.
- Limpus CJ. A biological review of Australian marine turtle species Green turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus). Queensland Environ Protect Agency, 2: 10-96, 2009.
- López-Mendilaharsu M, Rocha C, Miller P & Domingo A, Prosdocimi L, Insights on leatherback turtle movements and high use areas in the Southwest Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 378(1-2): 31-39, 2009.
- Magris RA *et al.* A blueprint for securing Brazil's marine biodiversity and supporting the achievement of global conservation goals. *Diversity and Distributions*, 00: 1-18, 2020.
- Magris RA, Mills M, Fuentes M & Pressey R. Analysis of Progress Towards a Comprehensive System of Marine Protected Areas in Brazil. *Natureza & Conservação*, 11(1): 81-87, 2013.
- Marcovaldi MA & Filippini A. Trans-Atlantic movement by a juvenile hawksbill turtle. *Marine Turtle Newsletter*, 52: 3, 1991.
- Marcovaldi MA, Lopez GG, Soares LS, Santos AJB, Bellini C & Barata PCR. Fifteen Years of Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Nesting in Northern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 6(2): 223-228, 2007.
- Marcovaldi MA, Lopez GG, Soares LS, Lima EHSM, Thomé JCA & Almeida AP. Satellite-tracking of female loggerhead turtles highlights fidelity behavior in northeastern Brazil. *Endangered Species Research*, 12(3): 263-272, 2010.

- Marcovaldi M, Lopez G, Soares L & López-Mendilaharsu M. Satellite tracking of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* nesting in northern Bahia, Brazil: turtle movements and foraging destinations. *Endangered Species Research*, 17(2): 123-132, 2012.
- Marcovaldi M & Chaloupka M. Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. *Endangered Species Research*, 3: 133-143, 2007.
- Maxwell S *et al.* Using Satellite Tracking to Optimize Protection of Long-Lived Marine Species: Olive Ridley Sea Turtle Conservation in Central Africa. *PLoS ONE*, 6(5): e19905, 2011.
- Méndez D, Cuevas E, Navarro J, González-Garza BI & Guzmán-Hernández V. Rastreo satelital de las hembras de tortuga blanca *Chelonia mydas* y evaluación de sus ámbitos hogareños en la costa norte de la península de Yucatán, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(3): 497-509, 2013.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2022. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. PORTARIA Nº 148, DE 7 DE JUNHO DE 2022. Diário Oficial da União de 8 de junho de 2022.
- Monteiro D *et al.* Long-term spatial and temporal patterns of sea turtle strandings in southern Brazil. *Marine Biology*, 163(247), 2016. DOI 10.1007/s00227-016-3018-4 .
- Pikesley S *et al.* On the front line: integrated habitat mapping for olive ridley sea turtles in the southeast Atlantic. *Diversity and Distributions*, 19(12): 1518-1530, 2013.
- Pilcher N *et al.* Movements of green turtles from foraging areas of the United Arab Emirates: regional habitat connectivity and use of marine protected areas. *Marine Biology*, 168(10), 2021. <https://doi.org/10.1007/s00227-020-03815-6>.
- Plotkin P. Nomadic behaviour of the highly migratory olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* in the eastern tropical Pacific Ocean. *Endangered Species Research*, 13(1): 33-40, 2010.
- R Core Team. (2018). R software: Version 3.5.1. R Found. Stat. Comput.
- Ram P, Rao S & Sadharam Y. Drifting and Meandering of Olive Ridley Sea Turtles in the Bay of Bengal: Role of Oceanic Rossby Waves. *Marine Geodesy*, 32(4): 372-378, 2009.
- Sales G, Giffoni B & Barata P. Incidental catch of sea turtles by the Brazilian pelagic longline fishery. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(4): 853-864, 2008.
- Santos A *et al.* Effectiveness and design of marine protected areas for migratory species of conservation concern: A case study of post-nesting hawksbill turtles in Brazil. *Biological Conservation*, 261: 109229, 2021.
- Santos AJB *et al.* Long-Range Movements and Growth Rates of Brazilian Hawksbill Turtles: Insights from a Flipper-Tagging Program. *Chelonian Conservation and Biology* 18(1):75-81, 2019b. <https://doi.org/10.2744/CCB-1343.1>.
- Santos E *et al.* Olive ridley inter-nesting and post-nesting movements along the Brazilian coast and Atlantic Ocean. *Endangered Species Research*, 40: 149-162, 2019.
- Schofield G, Hobson VJ, Fossette S, Lilley MKS, Katselidis KA & Hays GC. Biodiversity Research: Fidelity to foraging sites, consistency of migration routes and habitat modulation of home range by sea turtles. *Diversity and Distributions*, 16(5): 840-853, 2010.
- Scott R *et al.* Global analysis of satellite tracking data shows that adult green turtles are significantly aggregated in Marine Protected Areas. *Global Ecology and Biogeography*, 21: 1053-1061, 2012.
- Sforza R, Marcondes ACJ & Pizetta GT. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas - Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos. Brasília: ICMBio, 2017. 130p.
- Shimada T *et al.* Optimising sample sizes for animal distribution analysis using tracking data. *Methods in Ecology and Evolution*, 12(2): 288-297, 2021.
- Silva A, Castilhos J, Lopez G & Barata P. Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(4): 1047-1056, 2007.
- Silva A *et al.* Satellite-tracking reveals multiple foraging strategies and threats for olive ridley turtles in Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 443: 237-247, 2011.
- Swimmer Y, Mcnaughton L, Foley D, Moxey L & Nielsen A. Movements of olive ridley sea turtles *Lepidochelys olivacea* and associated oceanographic features as determined by improved light-based geolocation. *Endangered Species Research*, 10: 245-254, 2009.
- Wallace B *et al.* Global Conservation Priorities for Marine Turtles. *PLoS ONE*, 6(9): e24510, 2011.
- Wang J, Fisler S & Swimmer Y. Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, 408: 241-250, 2010.
- Witt M *et al.* Tracking leatherback turtles from the world's largest rookery: assessing threats across the South Atlantic. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1716): 2338-2347, 2011.

Tabela Suplementar 1 – Unidades de conservação no Brasil que apresentaram sobreposição aos movimentos identificados para as quatro espécies de tartarugas marinhas. Área de proteção ambiental (APA), parque estadual (PE), parque marinho (PM), refúgio de vida silvestre (REVIS), reserva extrativista (RESEX), uso múltiplo (Muse), proteção integral (PI). Governança da UC (Gov.), proporção (%) da área principal de uso sobreposta à UC (APU), *Caretta caretta* (Cc), *Eretmochelys imbricata* (Ei), *Lepidochelys olivacea* (Lo), *Dermodochelys coriacea* (Dc).

Unidade de Conservação	Estado	Classe	Gov.	Espécies	<i>C. caretta</i>	<i>D. coriacea</i>	<i>E. imbricata</i>	<i>L. olivacea</i>	Registros
APA Costa das Algas	RN	Muse	Federal	APU (3,1%)		APU (5,9%)		X	Dc, Lo
APA Costa dos Corais	PE-AL	Muse	Federal	APU (4,1%)	X		APU (7,5%)	APU (5,5%)	Cc, Ei, Lo
APA da Baleia Franca	SC	Muse	Federal	X		X			Dc
APA da Barra do Rio Mamanguape	PB	Muse	Federal	APU (0,5%)	X		X	APU (0,9%)	Cc, Ei, Lo
APA de Fernando de Noronha - Rocas - São Pedro e São Paulo	PE	Muse	Federal	X				X	Lo
APA de Três Ilhas	ES	Muse	Estadual	X		X		X	Dc, Lo
APA Delta do Parnaíba	PI	Muse	Federal	X			X	X	Ei, Lo
APA do Arquipélago de São Pedro e São Paulo	PE	Muse	Federal	X				X	Lo
APA do Arquipélago de Trindade e Martim Vaz	ES	Muse	Federal	X		X			Dc
APA do Pau Brasil	RJ	Muse	Estadual	X		X	X	APU (0,9%)	Dc, Ei, Lo
APA dos Recifes de Corais	RN	Muse	Estadual	APU (1,5%)	APU (4,3%)		X	APU (0,9%)	Cc, Ei, Lo
APA Fóz do Rio Preguiças	PA	Muse	Estadual	X			X	X	Ei, Lo
APA Jabotitua-Jatium	PA	Muse	Municipal	X			X	X	Ei, Lo
APA Marinha Litoral Centro de São Paulo	SP	Muse	Estadual	X		X		X	Dc, Lo
APA Marinha Litoral Norte de São Paulo	SP	Muse	Estadual	X		X		X	Dc, Lo
APA Marinha Litoral Sul de São Paulo	SP	Muse	Estadual	X				X	Lo
APA Plataforma Continental do Litoral Norte	BA	Muse	Estadual	APU (5,1%)	APU (10,9%)		APU (9,4%)	APU (10,1%)	Cc, Ei, Lo
APA Ponta da Baleia Abrolhos	BA	Muse	Estadual	APU (0,5%)		X	X	X	Dc, Ei, Lo

APA Reentrâncias Maranhenses	MA	Muse	Estadual	X	X		X	X	Cc, Ei, Lo
APA Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiça	PA	Muse	Estadual	X			X	X	Ei, Lo
ESEC Tupinambás	SP	PI	Federal	X				X	Lo
MONA das Ilhas de Trindade e Martim Vaz e do Monte Columbia	ES	PI	Federal	X		X			Dc
MONA do Arquipélago das Ilhas Cagarras	RJ	PI	Federal	X				X	Lo
MONA do Arquipélago de São Pedro e São Paulo	PE	PI	Federal	X				X	Lo
PARNA Marinho de Fernando de Noronha	PE	PI	Federal	X				X	Lo
PARNA Marinho dos Abrolhos	BA	PI	Federal	X			X	X	Ei, Lo
PE Marinho da Laje de Santos	SP	PI	Estadual	X		X		X	Dc, Lo
PE Marinho da Pedra da Risca do Meio	CE	PI	Estadual	X	APU (2,2%)		AUC (1,9%)	X	Cc, Ei, Lo
PE Marinho de Areia Vermelha	RN	PI	Estadual	X	X		APU (1,9%)	X	Cc, Ei, Lo
PE Marinho do Aventureiro	RJ	PI	Estadual	X				X	Lo
PE Marinho do Parcel de Manuel Luís	MA	PI	Estadual	APU (0,5%)			APU (1,9%)		Ei
PM Coroa Alta	BA	PI	Municipal	APU (0,5%)			APU (1,9%)	X	Ei, Lo
PM Recife de Fora	BA	PI	Municipal	X			X	X	Ei, Lo
REBIO do Atol das Rocas	RN	PI	Federal	X				X	Lo
REBIO Marinha do Arvoredo	SC	PI	Federal	X		X			Dc
REVIS do Arquipélago de Alcatrazes	RJ	PI	Federal	X				X	Lo
REVIS Santa Cruz	ES	PI	Federal	APU (1,5%)		APU (2,5%)		X	Dc, Lo
RESEX Marinha de Arai-Peroba	PA	RESEX	Federal	X				X	Ei
RESEX Acaú Goiana	PE	RESEX	Federal	APU (0,5%)	X		APU (1,9%)	APU (0,9%)	Cc, Ei, Lo

RESEX Arapiranga-Tromaí	MA	RESEX	Federal	X			X	X	Ei lo
RESEX de Canavieiras	BA	RESEX	Federal	X			X	X	Ei lo
RESEX de Cassurubá	BA	RESEX	Federal	X				X	Lo
RESEX de Cururupu	MA	RESEX	Federal	X			X	X	Ei, Lo
RESEX Maracanã	PA	RESEX	Federal	X			X		Ei
RESEX Marinha do Corumbau	BA	RESEX	Federal	APU (1,0%)			APU (1,9%)	X	Ei, Lo
RESEX Marinha Mestre Lucindo	PA	RESEX	Federal	X			APU (1,9%)		Ei
RESEX Prainha do Canto Verde	CE	RESEX	Federal	APU (1,0%)	APU (4,3%)		APU (1,9%)	X	Cc, Ei, Lo
RESEX Marinha da Lagoa do Jequiá	AL	RESEX	Federal	APU (0,5%)	X		X	X	Cc, Ei, Lo
RESEX Marinha de Caeté-Taperaçu	PA	RESEX	Federal	X			X		Ei
RESEX Marinha de Gurupi-Piriá	PA	RESEX	Federal	X			X	X	Ei, Lo
RESEX Marinha de Tracuateua	PA	RESEX	Federal	X			X	X	Ei, Lo
RESEX Marinha do Arraial do Cabo	RJ	RESEX	Federal	X				X	Lo
Total - UCs Marinhas	-	-	-	52	10	12	29	43	-
Total - UCs Marinhas e APU(%)	-	-	-	13 (20,3%)	4 (21,7%)	2 (8,4%)	10 (32,1%)	8 (21,1%)	-

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.
Fluxo Contínuo
n.4, 2022

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886