

Grande área: Políticas Públicas

**TELEMETRIA POR SATÉLITE DE TARTARUGAS MARINHAS NO BRASIL:
INICIATIVAS RELACIONADAS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE
EMPREENDIMENTOS**

Erik A. P. dos Santos¹, Gabriella T. Pizetta¹, Liliana P. Colman², André F. Barbosa³, João C. A. Thomé¹

¹ Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas e da Biodiversidade Marinha do Leste, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Avenida Nossa Senhora dos Navegantes, 451. Ed. Petro Tower, Sala 1601. 29.050-335. Vitória-ES, Brasil (erik.santos@icmbio.gov.br).

² Centre for Ecology and Conservation, University of Exeter, Penryn Campus, Penryn, TR10 9EZ, UK.

³ Coordenação de Licenciamento Ambiental de Exploração de Petróleo e Gás, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Praça XV de Novembro, 42, Centro. 20.010-010. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

Palavras-chave: Telemetria por satélite, licenciamento ambiental, tartarugas marinhas

Introdução

A telemetria por satélite possibilitou importantes avanços na compreensão da ecologia das tartarugas marinhas (Hays e Hawkes 2018). A técnica permite identificar áreas de uso e movimentos migratórios, o registro de comportamentos (e.g. mergulho e atividade) e variáveis ambientais (e.g. temperatura), além da avaliação de ameaças.

No Brasil, o licenciamento ambiental das atividades potencialmente poluidoras é baseado no processo de Avaliação de Impactos Ambientais e propicia à União, aos estados e municípios a adoção de estratégias de mitigação, monitoramento, controle e compensação de impactos.

O presente trabalho analisa a contribuição do licenciamento ambiental brasileiro para o fomento dos Programas de Monitoramento de Quelônios Marinhos por Telemetria Satelital (PMQTS), realizados enquanto medida de avaliação de impactos de empreendimentos. Os primeiros PMQTS foram realizados em 2014, vinculados ao licenciamento ambiental de atividades de pesquisa sísmica marítima. Atualmente integram também análises de portos e dragagens, exploração e produção (E&P) de hidrocarbonetos, além do monitoramento pós-emergência ambiental na região da foz do Rio Doce, Espírito Santo, devido ao rompimento, em

2015, da barragem de rejeitos de minério de Fundão, sob responsabilidade da Samarco (Sanchez et al. 2022).

O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas e da Biodiversidade Marinha do Leste – Centro TAMAR, é um dos 14 Centros de Pesquisa do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. O Centro TAMAR é responsável pelo Plano de Ação Nacional de Conservação das Tartarugas Marinhas e no âmbito do licenciamento ambiental, propõe medidas de monitoramento e mitigação de impactos às tartarugas marinhas em suas áreas de reprodução, conforme Resolução CONAMA Nº 10/1996, ou outros habitats, quando demandado pelo órgão licenciador. O Guia de Licenciamento (Centro TAMAR/ICMBio 2023) consolida tais recomendações e fornece subsídios para projetos envolvendo telemetria de quelônios marinhos.

Os dados gerados pelas telemetrias ampliaram a compreensão sobre a ecologia e parâmetros demográficos nas áreas de desova (Santos et al. 2021) e podem compor mapas regionais com aplicações diversas, integrar grupos de pesquisa e direcionar os esforços de conservação.

Metodologia

Os PMQTS estabelecidos como condicionantes ambientais de empreendimentos no Brasil foram identificados na base de dados do Centro TAMAR. O levantamento considerou monitoramentos já concluídos, em execução e projetos não iniciados. Os transmissores (*Platform Transmitter Terminal - PTT*), espécies e período dos estudos foram quantificados. Os empreendimentos foram classificados como: pesquisa sísmica marítima, instalação e operação de portos (inclusive dragagem) e E&P de hidrocarbonetos. A análise considerou também o monitoramento executado na região da foz do Rio Doce, Espírito Santo, dada a aplicação de técnica para avaliação de impactos pós desastre ambiental. As localizações geradas pelos PMQTS foram agrupadas por espécie e mapas elaborados com software ArcGIS Pro 3.1.1.

Resultados e Discussão

Foram identificados 11 PMQTS, estabelecidos entre 2014 e 2023. Destes, 7 foram concluídos, 2 estão em execução e 2 não iniciados (Fig. 1, Tabela 1). 230 PTTs foram instalados em fêmeas adultas de tartarugas marinhas nas praias de reprodução, sendo 185 vinculados a projetos concluídos e 45 a projetos em execução. Em média, $22 \pm 7,5$ PTTs foram instalados por ano (Fig. 2).

Os PMQTS registraram movimentos de 93 *Lepidochelys olivacea*, 66 *Caretta caretta*, 57 *Eretmochelys imbricata* e 14 *Dermochelys coriacea*. Quanto aos empreendimentos, a pesquisa sísmica marítima representou 61% dos PTTs (n = 140), os portos 17% (n = 40), E&P de hidrocarbonetos 13% (n = 30) e monitoramento pós-desastre ambiental 9% (n = 20) (Figs. 3 e 4).

Os movimentos de *L. olivacea*, a partir da área de reprodução em Sergipe, compreenderam a plataforma continental, sentido sul, até Santa Catarina no Brasil e para o norte, até a Guiana Francesa. Movimentos oceânicos foram registrados até a Bacia de Cabo Verde, na África (Fig. 5).

Para *C. caretta*, marcadas em Sergipe, os movimentos compreenderam a plataforma continental, no norte e nordeste do Brasil, com áreas de concentração entre o Maranhão e o Rio Grande do Norte. Os movimentos das marcadas no Espírito Santo e Rio de Janeiro foram principalmente para o sul, na plataforma continental do sudeste e sul do Brasil, assim como na região do Rio de la Plata, se estendendo para o sul, na costa da Argentina (até a latitude 39° S). Foram registrados também movimentos para o norte, na região de Abrolhos no sul da Bahia ao nordeste do Brasil (Fig. 6).

Os movimentos de *E. imbricata*, a partir do Rio Grande do Norte, predominaram ao longo da plataforma continental do nordeste e norte do Brasil, entre o Pará e Sergipe (Fig. 7).

D. coriacea, a partir do Espírito Santo, realizaram movimentos costeiros e oceânicos em sentido sul, alcançando a plataforma continental e talude, no sudeste e sul do Brasil e se estendendo até a região do Rio de la Plata. Os movimentos oceânicos foram em direção à África, com ampla dispersão entre as latitudes 16° S e 41° S do Oceano Atlântico (Fig. 8).

Os projetos não iniciados (n = 2) possibilitarão monitorar até 24 *Chelonia mydas* a partir da Ilha da Trindade, no Atlântico Sul, assim como o estudo de 28 *D. coriacea* no Espírito Santo.

A análise integrada das informações está em fase inicial, mas demonstra relevante potencial dos PMQTS para subsidiar a gestão e criação de Áreas Marinhas Protegidas, com desdobramentos para análises de empreendimentos e da interação com pescarias (Santos et al. 2022). A integração deverá envolver também pesquisas realizadas em outros países, como Suriname e Guiana Francesa (Baudoin et al. 2015), Gabão (Witt et al. 2011) e Ilha de Ascensão (Luschi et al. 1998), com o mapeamento das áreas relevantes no Atlântico Sul Ocidental.

Considerando Santos et al. (2022), a unificação dos 230 PTTs vinculados ao licenciamento ambiental a outros estudos de telemetria de tartarugas marinhas adultas, realizados no Brasil, resultaria em uma amostra de 292 PTTs, totalizando: *L. olivacea* = 103; *C. caretta* = 91; *E.*

imbricata = 72; *D. coriacea* = 25. Tal aspecto reforça a importância do licenciamento ambiental para o desenvolvimento da telemetria por satélites no país.

Os resultados dos PMQTS, por serem públicos, promovem transparência à avaliação de impactos ambientais e favorecem análises diversas, inclusive como base para criação de políticas públicas. Estima-se que a continuidade dos PMQTS, que futuramente integrarão outros empreendimentos marinhos, como mineração e eólicas *offshore*, contribua para aprimorar a avaliação de impactos em áreas biologicamente relevantes.

O Centro TAMAR estimula os órgãos ambientais a aplicarem a melhor ciência disponível em processos de tomada de decisão no licenciamento, com o objetivo de evitar impactos deletérios às tartarugas marinhas e seus habitats. Dentre as boas práticas adotadas e recomendadas, se destacam a execução dos PMQTS por profissionais especializados e a estreita supervisão pelo Centro TAMAR, visando o aprimoramento metodológico contínuo, sistematização de dados e utilização na gestão ambiental pública, como observado na última década.

Agradecimentos

Ao IBAMA, INEA e CTBIO/CIF, que têm demandado os programas de monitoramento, cujos dados foram utilizados no presente estudo. Às equipes da PGS, Spectrum, TGS, Petrobras, Porto do Açú, Porto Central e RENOVA, responsáveis pelos PMQTS. À Braço Social e Fundação Projeto Tamar, executoras das rotinas de campo e análises, com recomendações para redução de impactos ambientais e produção de relevante informação sobre ecologia dessas espécies.

Referências

- Baudouin, M, B. Thoisy, P. Chambault, R. Berzins, M. Entraygues, L. Kelle, A. Turny, Y. Maho, D. Chevallier. 2015. Identification of key marine areas for conservation based on satellite tracking of post-nesting migrating green turtles (*Chelonia mydas*). *Biol Conserv* 184:36–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.12.021>
- Centro TAMAR/ICMBio. 2023. Guia de Licenciamento: Tartarugas marinhas – Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos. 2ª Edição. Brasília: ICMBio. 152 p.

- Hays G.C, L.A. Hawkes. 2018. Satellite Tracking Sea Turtles: Opportunities and Challenges to Address Key Questions. *Frontiers Mar Sci* 5:432
<https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00432>
- Luschi P, G. Hays, C. Seppia, R. Marsh, F. Papi. 1998. The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry. *Proc Royal Soc Lond Ser B Biological Sci* 265:2279–2284.
- Sanchez L. E, F.A.R. Barbosa, M.C.W. Brito, P. May, C. Maroun, J. Renshaw, Y. Kakabadse. 2022. The environmental impacts of a major mine tailings spill on coastal and marine environments: Lessons and recommendations for ex post impact assessment. Rio Doce PanelThematic Report No. 5. Gland, Switzerland: IUCN.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2022.11.en>
- Santos A, D. Vieira, C. Bellini, G. Corso, S.A. Ceriani, M.M.P.B. Fuentes. 2021. Using data from nesting beach monitoring and satellite telemetry to improve estimates of marine turtle clutch frequency and population abundance. *Mar Biol* 168, 170.
<https://doi.org/10.1007/s00227-021-03983-z>
- Santos J, L. Colman, A. Santos, C. Bellini, G. Pizetta, M. Weber, F. Oliveira, R. Ramos, E. Santos. 2022. Identificação de Áreas Críticas para Tartarugas Marinhas e sua Relação com Unidades de Conservação no Brasil. *Biodiversidade Brasileira - BioBrasil* v. 12, n. 4.
<https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v12i4.2038>
- Witt M, E. Bonguno, A. Broderick, M. Coyne, A. Formia, A. Gibudi, G. Mounguengui, C. Moussounda, M. NSafou, S. Nougessono, R. Parnell, G-P. Sounguet, S. Verhage, B. Godley. 2011. Tracking leatherback turtles from the world’s largest rookery: assessing threats across the South Atlantic. *Proc Royal Soc B Biological Sci* 278:2338–2347. doi: 10.1098/rspb.2010.2467

Tabela 1. Programas de Monitoramento de Quelônios Marinhos por Telemetria Satelital (PMQTS) vinculados ao licenciamento ambiental no Brasil e ao monitoramento de impactos pós-desastre ambiental*.

Empreendedor	Tipologia	Espécie-alvo	Local	Período de instalação	Licenciador	Situação	N PTT
PGS-Spectrum	Pesquisa Sísmica	<i>C. caretta</i>	Sergipe	2014-15	IBAMA	Finalizado	6
PGS-Spectrum	Pesquisa Sísmica	<i>L. olivacea</i>	Sergipe	2014-16	IBAMA	Finalizado	41
PGS	Pesquisa Sísmica	<i>E. imbricata</i>	Rio Grande do Norte	2015-21	IBAMA	Finalizado	42
Porto do Açú	Porto/Dragagem	<i>C. caretta</i>	Rio de Janeiro	2016-17	INEA/RJ	Finalizado	25
Spectrum	Pesquisa Sísmica	<i>E. imbricata</i>	Rio Grande do Norte	2018-19	IBAMA	Finalizado	15
PGS	Pesquisa Sísmica	<i>L. olivacea</i>	Sergipe	2018-19	IBAMA	Finalizado	22
RENOVA*	Emergência Ambiental	<i>C. caretta</i>	Espírito Santo	2020-21	CTBIO/CIF	Finalizado	20
TGS	Pesquisa Sísmica	<i>D. coriacea</i>	Espírito Santo	2020-21	IBAMA	Finalizado	14
Finalizados							185
Porto Central	Porto/Dragagem	<i>C. caretta</i>	Espírito Santo	2020-23	IBAMA	Em execução	15
Petrobras	E&P Hidrocarbonetos	<i>L. olivacea</i>	Sergipe	2021-23	IBAMA	Em execução	30
Em execução							45
Petrobras	Pesquisa Sísmica	<i>D. coriacea</i>	Espírito Santo	Previsto	IBAMA	Não iniciado	28
CGG	Pesquisa Sísmica	<i>C. mydas</i>	Ilha da Trindade	Previsto	IBAMA	Não iniciado	24
Previsto							52

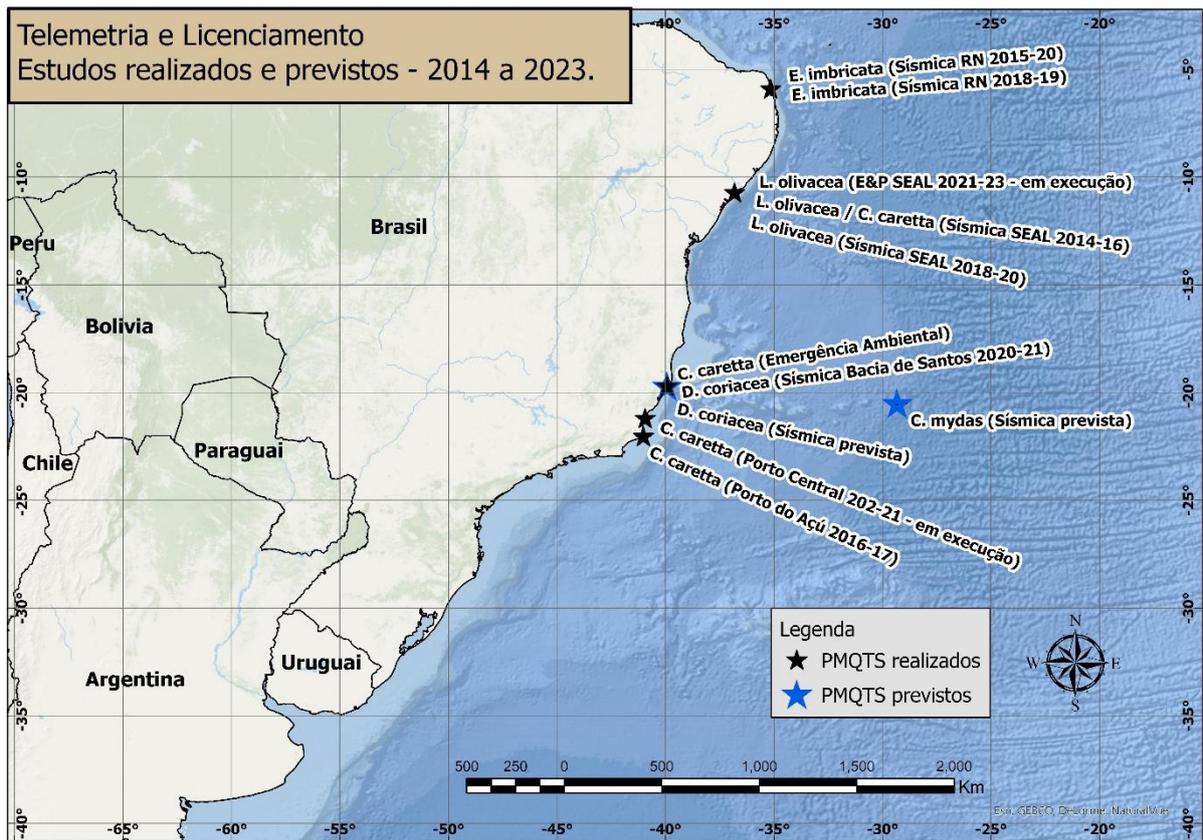


Figura 1. Programas de Monitoramento de Quelônios Marinhos por Telemetria Satelital (PMQTS) realizados no Brasil, associados ao licenciamento ambiental e ao monitoramento pós-desastre ambiental.

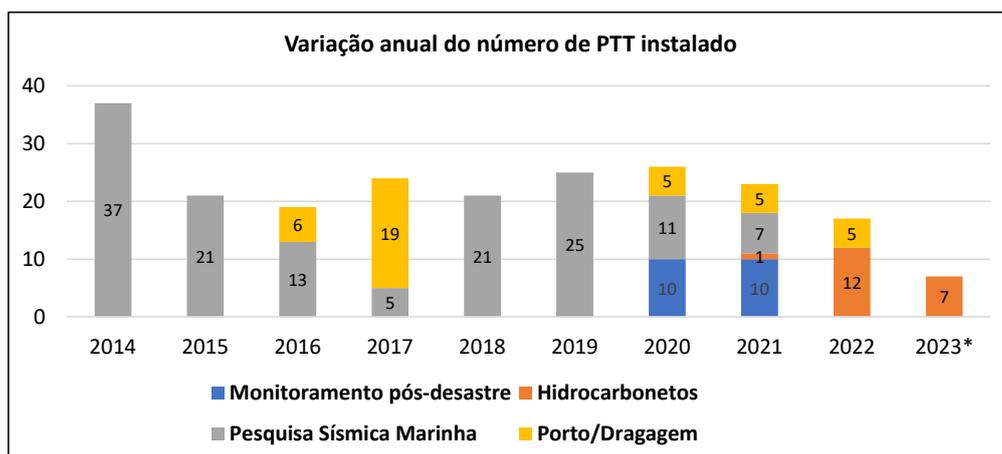


Figura 2. Variação anual de número de transmissores (PTT) instalados, por programas de monitoramento de tartarugas marinhas, vinculados ao licenciamento ambiental e ao monitoramento pós-desastre ambiental. 2023* = transmissores ainda a serem instalados.

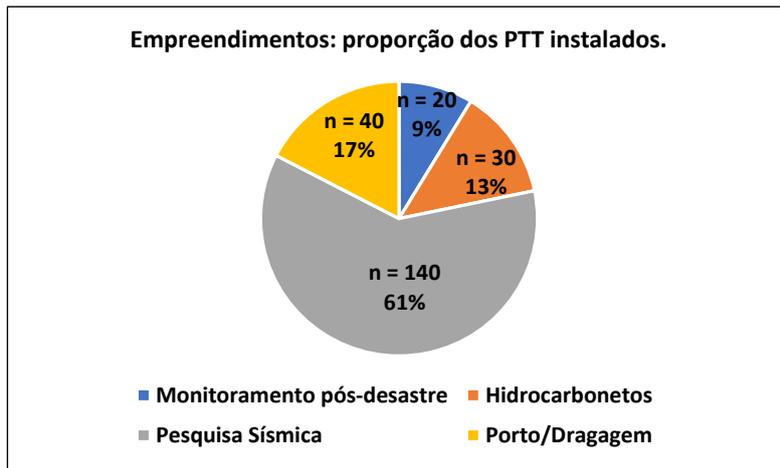


Figura 3. Proporção de transmissores por satélites instalados em tartarugas marinhas de acordo com a categoria de empreendimento.

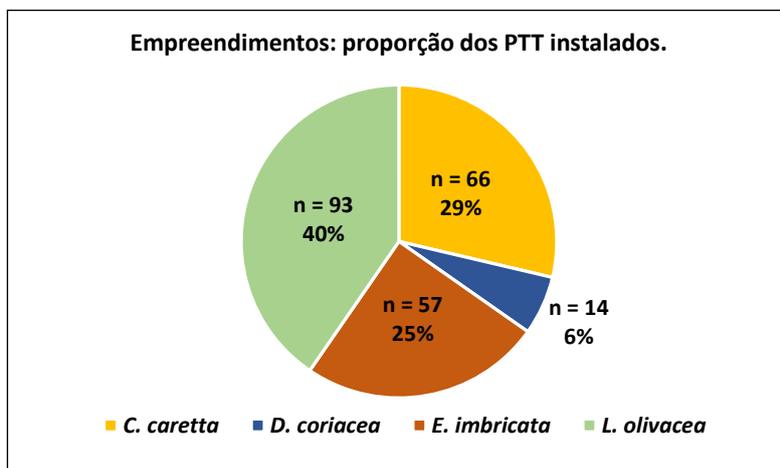


Figura 4. Proporção de transmissores por satélites instalados nas diferentes espécies de tartarugas marinhas.

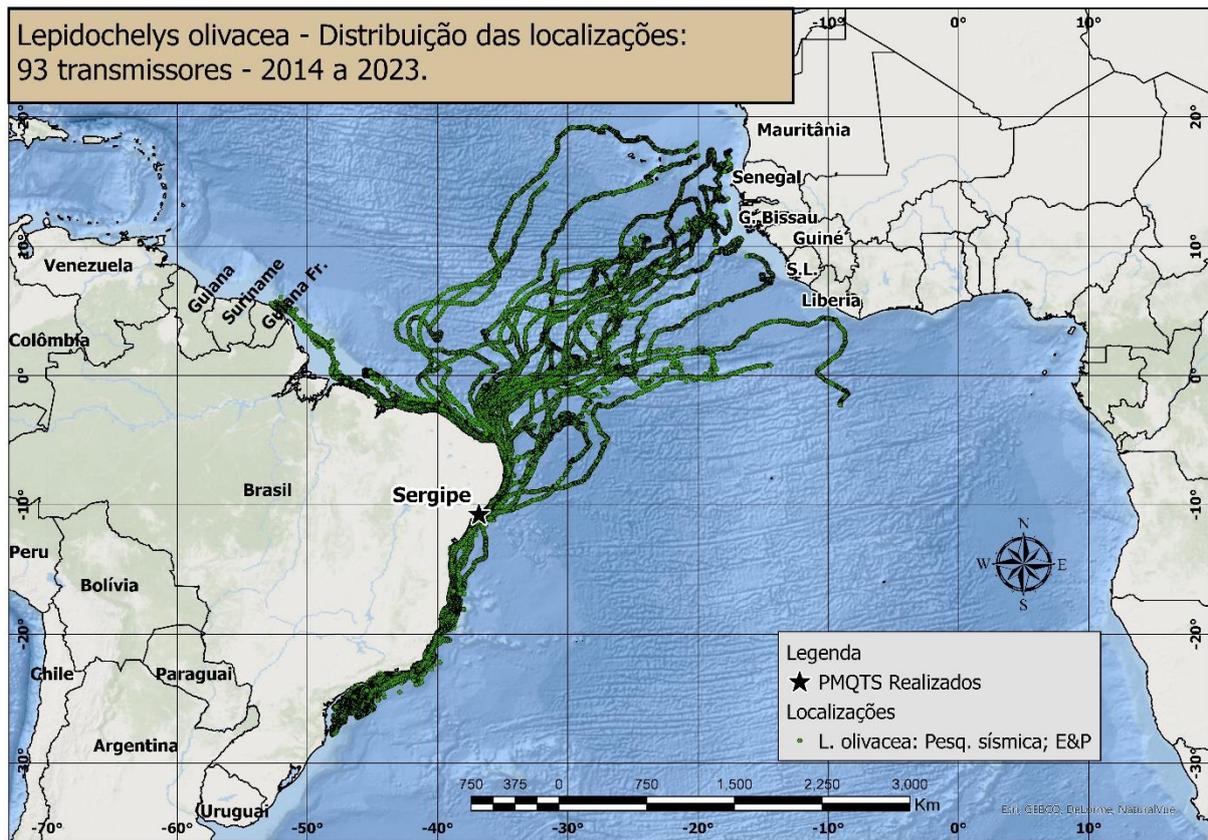


Figura 5. Distribuição das localizações de *Lepidochelys olivacea*, obtidas a partir dos Programas de Monitoramento de Quelônios Marinhos por Telemetria Satelital (PMQTS) associados ao licenciamento ambiental no Brasil.

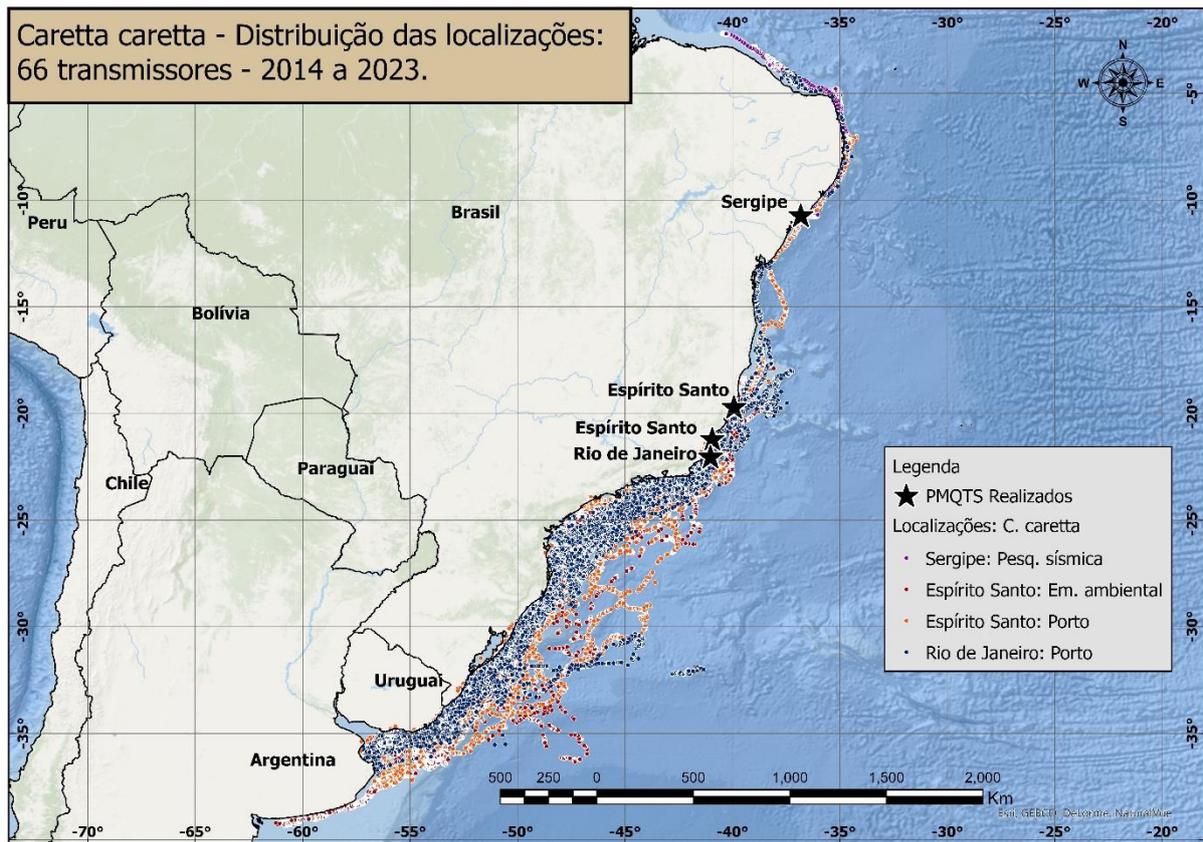


Figura 6. Distribuição das localizações de *Caretta caretta*, obtidas a partir dos Programas de Monitoramento de Quelônios Marinhos por Telemetria Satelital (PMQTS) associados ao licenciamento ambiental e monitoramento pós-desastre ambiental no Brasil.

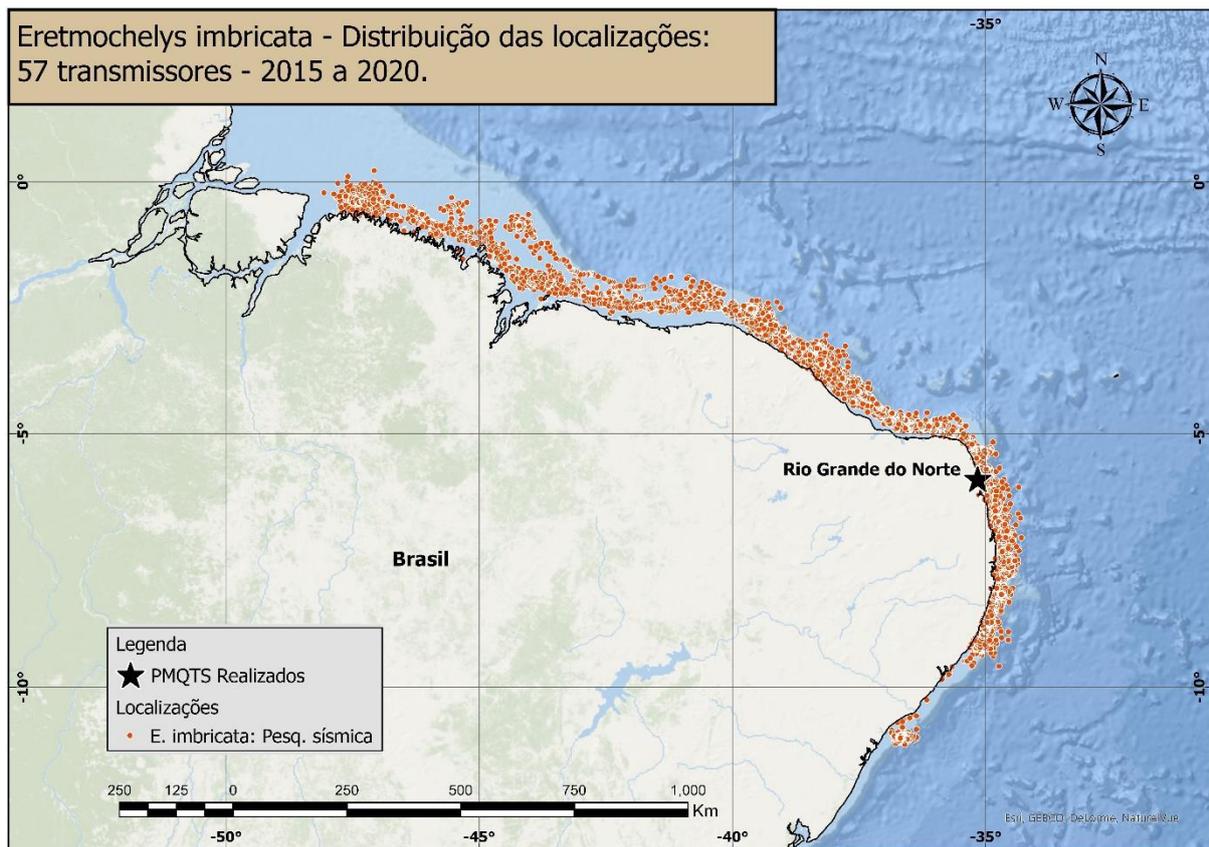


Figura 7. Distribuição das localizações de *Eretmochelys imbricata*, obtidas a partir dos Programas de Monitoramento de Quelônios Marinhos por Telemetria Satelital (PMQTS) associados ao licenciamento ambiental no Brasil.

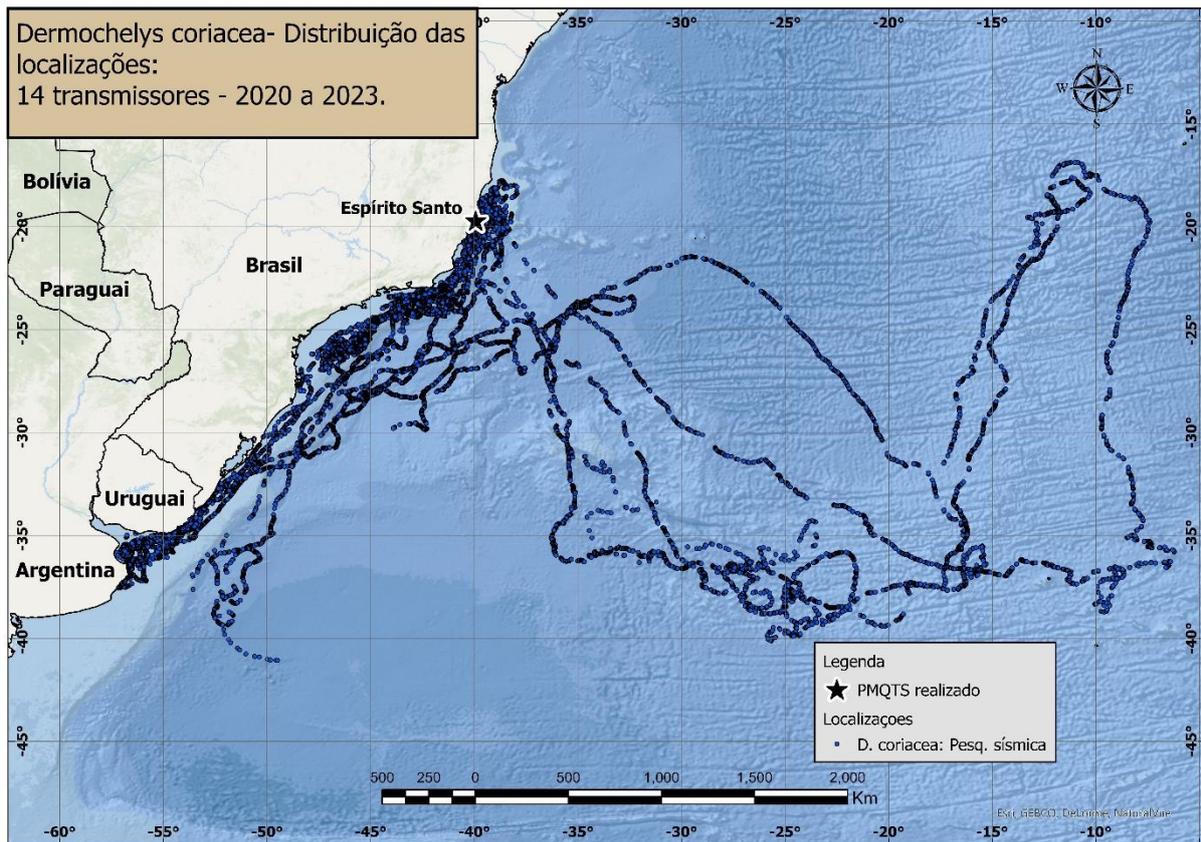


Figura 8. Distribuição das localizações de *Dermochelys coriacea*, obtidas a partir dos Programas de Monitoramento de Quelônios Marinhos por Telemetria Satelital (PMQTS) associados ao licenciamento ambiental no Brasil.