

CIÊNCIA EM REDE PARA A CONSERVAÇÃO MARINHA: MONITORAMENTO MULTIESPÉCIE NO LITORAL DO PARANÁ

**Lara Gama Vidal¹; Fernanda Fecci²; Giuliani Manfredini³; Leonardo S. Bueno⁴;
Matheus Oliveira Freitas⁵; Mariana Baptista Lacerda⁶; Tawane Nunes⁷; Ezequiel
Ale⁸; Stephane PG de Moura⁹; Vitória Bonfim Iurk¹⁰; Daiane S. Marcondes¹¹;
Camila Domit¹²**

GT: 1 – Análise Ambiental, Sustentabilidade e Conservação

Resumo

A megafauna marinha do litoral do Paraná inclui espécies ameaçadas de cetáceos, tartarugas marinhas e grandes peixes recifais, que desempenham papel ecológico fundamental e são indicadores da saúde dos ecossistemas. Este trabalho apresenta os avanços de uma rede interinstitucional composta pela UFPR, Associação MarBrasil, Instituto Meros do Brasil, ICMBio e IAT com os projetos: MegaCost-PR, ProTarta/REBIMAR, Projeto Meros do Brasil e RETELIPA, dedicada ao monitoramento participativo e multimetodológico da megafauna em Unidades de Conservação do litoral do Paraná. As abordagens integradas incluem foto-identificação, bioacústica, observação comportamental, monitoramento aéreo por meio de drones, telemetria acústica, captura

¹ Doutora; PPGSISCO/UFPR; Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR e Associação MarBrasil; Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: vidallarag@gmail.com ORCID: 0000-0002-7201-7966

² Mestre; Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR e Associação MarBrasil, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: feccifernanda@gmail.com ORCID: 0000-0002-3587-1362

³ Mestre; Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR e Associação MarBrasil, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: giulianimanfredini@gmail.com ORCID: 0009-0003-5145-1012

⁴ Doutor; Instituto Meros do Brasil; Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: lecomeros@gmail.com ORCID: 0000-0003-1874-6030

⁵ Doutor; Instituto Meros do Brasil; Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: serranidae@gmail.com ORCID: 0000-0003-0122-0980

⁶ Doutora; PPGSISCO/UFPR e Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR; Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: mlacerdda@gmail.com ORCID: 0000-0002-7616-6280

⁷ Mestre; PPGECO/UFPR e Associação MarBrasil, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: taw.ynunes@gmail.com ORCID: 0000-0001-9660-7410

⁸ Doutor; PPGSISCO/UFPR; Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR; Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: alezequiel@gmail.com ORCID: 0000-0003-3470-7971

⁹ Doutora; PPGSISCO/UFPR e Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR. E-mail: spg.moura@gmail.com ORCID: 0000-0002-8715-2845

¹⁰ Mestre; PPGSISCO/UFPR; Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR e Associação MarBrasil; Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: vitoriaiurk@gmail.com ORCID: 0000-0002-3264-6530

¹¹ Mestre; PPGSISCO/UFPR; Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR; Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: daianesm3@gmail.com ORCID: 0000-0002-6705-7779

¹² Doutora; PPGSISCO/UFPR; Laboratório de Ecologia e Conservação/UFPR e Associação MarBrasil; Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. E-mail: cadomit@gmail.com ORCID: 0000-0001-6158-6963

intencional e análises de eDNA. Entre abril de 2024 e junho de 2025, as campanhas amostrais em campo registraram 214 avistagens de cetáceos (boto-cinza, toninha e golfinho-nariz-de-garrafa), 42 capturas/solturas de tartarugas-verdes juvenis para avaliação de saúde e instalação de transmissores acústicos, assim como a captura de 4 meros e 3 raias para implante de transmissor acústico. A análise das avistagens resultou na identificação de 133 indivíduos de boto-cinza. Detecções acústicas revelaram a presença de toninhas em áreas onde avistagens visuais foram ausentes, reforçando a importância da abordagem para monitoramento de espécies crípticas. Os dados iniciais indicam sobreposição entre áreas de uso das espécies e atividades antrópicas intensas, como navegação e dragagem. Além da coleta de dados e da avaliação ecológica, a rede promove formação técnica, ciência cidadã e apoio aos Planos de Ação Nacional, contribuindo para a gestão territorial costeira. Os resultados apontam para a consolidação de um modelo replicável de conservação, com forte aderência aos princípios da Década da Ciência Oceânica e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: [Megafauna marinha]; [Monitoramento integrado]; [Conservação costeira]; [Paraná].

1 INTRODUÇÃO

O litoral do Paraná abriga uma complexa diversidade de ecossistemas costeiros e marinhos, incluindo uma das últimas porções contínuas bem preservadas da Floresta Atlântica, além de áreas de reconhecimento internacional para a conservação, fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade. Dentre os componentes mais emblemáticos desses ambientes, destaca-se a megafauna marinha, representada por cetáceos, tartarugas e grandes peixes, como os meros. Essas espécies, além de exercerem papel ecológico estruturante, são reconhecidas como sentinelas ambientais e estão, em sua maioria, classificadas como ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2018).

A intensificação das atividades humanas na região — como a atividade portuária, a pesca, a ocupação urbana desordenada e os impactos gerados por obras de infraestrutura costeira — acentua os riscos à conservação dessas espécies e de seus habitats. Nesse cenário, o monitoramento contínuo da megafauna marinha torna-se estratégico para subsidiar ações de manejo e políticas públicas voltadas à gestão territorial e ambiental, especialmente no contexto das Unidades de Conservação e dos Planos de Ação Nacional para a conservação de espécies ameaçadas (MMA, 2021).

Esse esforço local se alinha aos objetivos da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), proclamada pela ONU, que convoca à sociedade a fortalecer a conexão entre ciência e gestão para proteger o oceano. Também dialoga com a abordagem da Saúde Única, que reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal e ambiental como base para ações de conservação integradas (FAO et al., 2022; WHO, 2021).

A atuação em rede, aliada ao enfoque técnico-científico e à divulgação participativa dos resultados, tem buscado promover avanços na conservação da biodiversidade e na governança das áreas marinhas protegidas da região (SUAREZ-BREGUAL et al., 2022). Este trabalho apresenta a proposta e o desenvolvimento de uma rede integrada por instituições, projetos e especialistas voltados ao monitoramento participativo, multidisciplinar e multimetodológico da megafauna marinha no litoral do Paraná.

Atualmente, essa rede é composta por quatro projetos complementares: o Monitoramento da Megafauna na Zona Costeira do Paraná (MegaCoast-PR), a Análise Ecológica e de Saúde de Tartarugas Marinhas com Ocorrência no Litoral do Paraná (ProTarta/REBIMAR) — ambos coordenados pela Associação MarBrasil e pelo Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná (LEC/UFPR) — a Rede de Telemetria do Litoral do Paraná – Movimento da Fauna Aquática (RETELIPA) e o Projeto Meros do Brasil, coordenados pelo Instituto Meros do Brasil. A atuação sinérgica entre essas iniciativas permite uma abordagem multiespécie, multimetodológica e interinstitucional, conectando esforços de pesquisa, conservação, formação técnica e políticas públicas.

O objetivo deste trabalho é apresentar o escopo metodológico e os avanços obtidos por essa rede, com ênfase na avaliação de parâmetros ecológicos e biológicos, nos impactos antropogênicos e nas estratégias de monitoramento para espécies ameaçadas da megafauna marinha. Ao integrar diversas ferramentas científicas e instituições colaboradoras, a rede promove inovação na produção de conhecimento e contribui para o fortalecimento da gestão territorial costeira no Paraná, oferecendo um modelo replicável para outros territórios costeiros que enfrentam desafios semelhantes em relação à conservação marinha.

2 METODOLOGIA

A rede de monitoramento da megafauna marinha no litoral do Paraná integra quatro projetos complementares que atuam de forma articulada: (i) o **Projeto MegaCoast-PR**, com foco em cetáceos, tartarugas marinhas e meros, com ênfase nas Unidades de Conservação do litoral do Paraná; (ii) o **Projeto ProTarta/REBIMAR**, voltado ao monitoramento de longo prazo da saúde e da abundância de juvenis de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em áreas de agregação no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP); e (iii) a **RETELIPA**, dedicada ao rastreamento espacial de grandes vertebrados aquáticos (tartaruga-verde, *Chelonia mydas*; robalo flecha, *Centropomus undecimalis*; mero, *Epinephelus itajara*; garoupa verdadeira, *Epinephelus marginatus*; raia, *Dasyatis guttata*; raia borboleta, *Gymnura altavela*; pescada amarela, *Cynoscion acoupa*; miraguaia, *Pogonias courbina*; caranha, *Lutjanus cyanopterus*) por meio de telemetria acústica.

(iv) o **Projeto Meros do Brasil**, que atua na conservação do mero (*E. itajara*) e seus ambientes associados, integrando pesquisa, educação ambiental e políticas públicas ao longo da costa brasileira, incluindo ações de monitoramento no litoral do Paraná.

A seleção das espécies-alvo considera sua relevância ecológica, grau de ameaça segundo listas nacionais e internacionais (ex: ICMBio, IUCN) e ocorrência em áreas de interface entre atividades humanas e ecossistemas sensíveis. Essas espécies funcionam como sentinelas ambientais, sendo indicadoras da saúde dos habitats e da eficácia de estratégias de conservação.

O desenho metodológico combina abordagens passivas e ativas, multiescalares e integradas, permitindo a avaliação de parâmetros ecológicos e impactos antrópicos sobre a megafauna. As principais técnicas utilizadas incluem (Figura 1):

- **Monitoramento embarcado e foto-identificação:** aplicado para cetáceos como *Pontoporia blainvillei* e *Sotalia guianensis*, por meio de registros visuais, acústicos e uso de drones. Os indivíduos são fotografados para construção de catálogos de identificação, permitindo análises de ocorrência, uso de área, comportamento e estado de saúde.
- **Registro acústico subaquático (monitoramento passivo):** realizado com hidrofones e dispositivos C-PODs para captação de sons biológicos e ruídos antropogênicos, permitindo inferências sobre presença, comportamento e perturbação acústica em cetáceos.
- **Captura intencional e avaliação de saúde de tartarugas-verde juvenis e meros:** campanhas regulares de captura e avaliação de saúde são realizadas com foco em tartarugas-verdes (*C. mydas*) juvenis e meros (*E. itajara*). No caso das tartarugas, as atividades ocorrem no entorno da Ilha das Cobras, com uso de redes de emalhe. Já os meros são capturados com espinhel, com apoio de pescadores da comunidade de Barbados, em Superagui. Após a captura, os animais passam por avaliação clínica, biometria e coleta de amostras biológicas para análises hematológicas, genéticas, parasitológicas e isotópicas. As tartarugas são marcadas com anilhas de identificação e liberadas no mesmo local da captura. A condição

corporal e a presença de fibropapilomatose nas tartarugas são avaliadas por meio de índices padronizados, conforme proposto por Rossi et al. (2016).

- **Telemetria acústica:** realizada para tartarugas, meros, raias e outras espécies de peixes. Transmissores acústicos são instalados nos animais, e os sinais captados por receptores distribuídos em áreas estratégicas possibilitam a análise de residência, movimentação e conectividade entre habitats. No caso dos peixes, a captura é realizada por meio de pesquisa participativa com pescadores locais, seguindo protocolos éticos e técnicos aprovados (BUENO et al., 2016).
- **DNA ambiental (eDNA):** amostras de água são coletadas sazonalmente e processadas por filtragem e extração de DNA para detecção por metabarcoding de espécies da megafauna em diferentes regiões e habitats (SUAREZ-BREGUAL et al., 2022).
- **Georreferenciamento e análise espacial:** todos os dados obtidos são integrados em um sistema de informação geográfica (SIG), permitindo análises de distribuição, sobreposição com atividades humanas e identificação de áreas de interesse ecológico (WORTON, 1989). Modelos estatísticos são utilizados para avaliar a relação entre presença/ausência e variáveis ambientais.

Figura 1 – Resumo das diferentes metodologias aplicadas pela rede à megafauna marinha do litoral do Paraná



Fonte: Os autores

As ações são conduzidas por equipes interdisciplinares, compostas por pesquisadores, técnicos, estudantes e comunidades locais, promovendo a formação técnica, inclusão social e o engajamento territorial. As campanhas de campo seguem periodicidade definida por protocolo de cada projeto, variando entre coletas mensais, sazonais e contínuas. A frequência e o esforço de amostragem são adaptados conforme as características biológicas das espécies, às condições logísticas e as metas de cada linha de ação. A avaliação de custo-benefício das metodologias adotadas também é considerada, visando sua viabilidade em programas de longo prazo e a possibilidade de replicação em outros contextos costeiros e marinhos.

Todas as atividades envolvendo captura, manipulação e marcação de animais seguem as normas do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) e os protocolos éticos aprovados pelo CEUA (Comitê de Ética no Uso de Animais), garantindo o bem-estar animal e a conformidade legal dos procedimentos.

Os dados gerados subsidiam ações previstas em Planos de Ação Nacional (PANs), atualizações em planos de manejo de Unidades de Conservação e decisões de gestão ambiental costeiro-marinha, fortalecendo a interface entre ciência e políticas públicas.

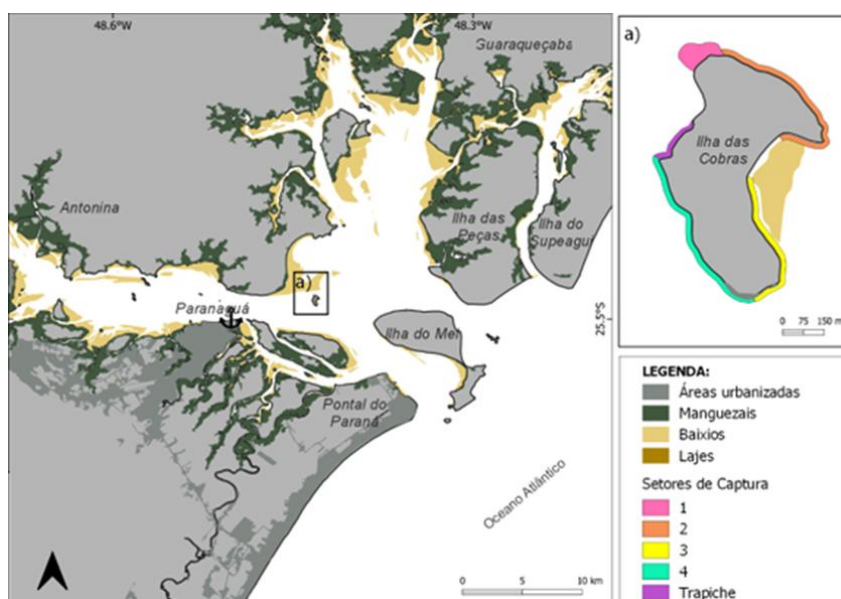
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rede de monitoramento da megafauna marinha no litoral do Paraná, composta pela UFPR, Associação MarBrasil e Instituto Meros do Brasil, gerou resultados relevantes entre abril de 2024 e junho de 2025, abrangendo campanhas de campo, análises laboratoriais, articulações interinstitucionais e divulgação científica. Os dados obtidos contribuem significativamente para o conhecimento sobre a ocorrência, saúde e uso de habitat por espécies ameaçadas, além de fortalecer estratégias de conservação e gestão costeira.

3.1 Monitoramento de tartarugas-verde juvenis (ProTarta/REBIMAR, MegaCoast/PR e RETELIPA)

Durante o ciclo 2024–2025, foram realizadas três campanhas de avaliação de saúde e parâmetros populacionais de tartarugas-verde juvenis (*Chelonia mydas*). Nos dias 1 a 3 de julho e 4 a 7 de dezembro de 2024 e nos dias 2 a 4 de junho de 2025, no entorno da Ilha das Cobras (CEP) (Figura 2). Cada campanha de captura contou com o envolvimento de diversos profissionais, incluindo veterinários, oceanógrafos, biólogos e estudantes de graduação e pós-graduação.

Figura 2 - Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), com destaque para a Ilha das Cobras e os setores onde são conduzidas as capturas intencionais de tartarugas marinhas para avaliação de saúde e parâmetros populacionais.



Fonte: ProTarta/REBIMAR

Neste período ocorreram 42 capturas nas quais 33 indivíduos de tartaruga-verde foram avaliados. O comprimento curvilíneo da carapaça variou entre 29,5 e 50,3 cm (média $38,3 \pm 5,1$ cm), e a massa corporal entre 2,8 e 15,3 kg ($7,3 \pm 2,8$ kg), caracterizando a classe juvenil. A maioria dos indivíduos apresentou boa condição corpórea (76%), com um índice de condição corporal (BCI) médio de 1,14. Entretanto, observou-se a presença de tumores sugestivos de fibropapilomatose em 50% das capturas, com valores de Índice de Fibropapilomatose (FPI do inglês Fibropapillomatosis Index, Rossi et al., 2016) variando de 1,6 a 744,5 — 12 casos classificados como leve, 8 como moderado e 1 como severo. Esse resultado reforça a importância do monitoramento populacional e da vigilância contínua da saúde, considerando que a fibropapilomatose, embora seja uma condição multifatorial, é comumente associada à degradação ambiental (ROSSI et al., 2016).

As amostras biológicas permitiram análises hematológicas, com valores de hematócrito variando entre 22% e 49%, hemoglobina entre 6,2 e 13,8 g/dL e proteínas totais entre 3,4 e 6,2 g/dL. Tais parâmetros, ainda que preliminares, contribuem para a construção de uma base de dados regionais de referência sobre saúde das tartarugas marinhas (ANDRADE et al., 2016). Além disso, a metodologia aplicada permite a replicabilidade em outras áreas do litoral brasileiro, fortalecendo o papel do CEP como área de agregação essencial (GROSSMAN et al., 2021). Por fim, considerando a alta

ocorrência de fibropapilomatose nos indivíduos avaliados, a disponibilidade de perfis hematológicos é especialmente relevante, uma vez que essa enfermidade pode impactar parâmetros fisiológicos importantes, sendo um indicador adicional do estado de saúde desses animais (ZWARG et al., 2014).

Figura 3 - Imagens ilustrando a metodologia empregada na captura intencional de tartarugas marinhas para avaliação de saúde e parâmetros populacionais e marcação com transmissores acústicos conduzida no entorno da Ilha das Cobras no Complexo Estuarino de Paranaguá.



Fonte: ProTarta/REBIMAR e MegaCoast/PR

Ainda, contribuindo para análises de conectividade e movimentação, neste período também foram instalados transmissores acústicos em 7 tartarugas-verde juvenis capturadas e soltas no entorno da Ilha das Cobras. Os dados gerados pelos receptores acústicos instalados estão previstos para serem coletados em dezembro de 2025 (Figura 3).

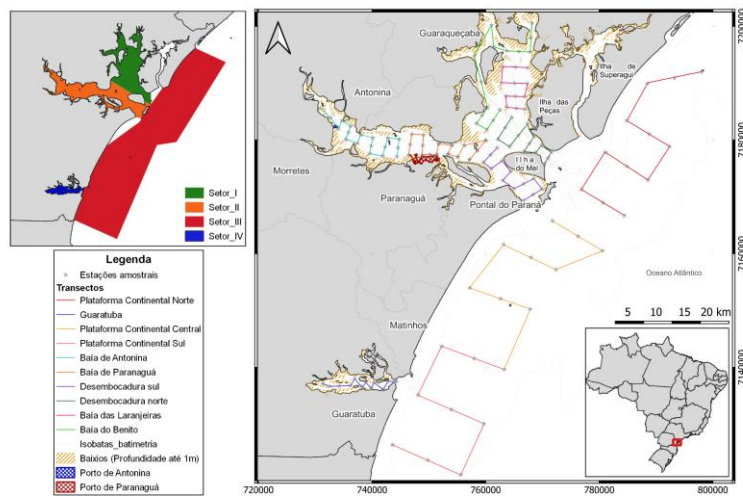
Durante o monitoramento embarcado foram registradas 14 indivíduos de tartarugas marinhas (Figura 5, C), incluindo as espécies *C. mydas* (tartaruga-verde), *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda) e *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente).

3.2 Monitoramento de cetáceos (MegaCoast-PR)

O monitoramento de cetáceos, realizado no âmbito do projeto MegaCoast-PR, tem como principal objetivo determinar a ocorrência e uso da área pelas espécies, através de

múltiplas metodologias (observação a bordo, monitoramento aéreo por meio de drones, acústica, foto-identificação por marcação e recaptura, e, DNA ambiental). No período de abril de 2024 a junho de 2025 foram realizadas três campanhas de coleta em campo, abrangendo o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), e a plataforma continental rasa do Paraná (Figura 4).

Figura 4: Mapa de localização da área de abrangência do monitoramento da megafauna costeira do litoral do Paraná.



Fonte: MegaCoast/PR

As campanhas totalizaram 2.957,62 km percorridos e 253h 44min de esforço de campo, sendo 198h 14min de esforço amostral. A observação a bordo resultou em 214 avistagens de cetáceos, as quais incluem *Sotalia guianensis* (boto-cinza), *Pontoporia blainvillei* (toninha) e *Tursiops* sp. (golfinho-nariz-de-garrafa). Já o monitoramento realizado com drone resultou em 192 avistagens de cetáceos até o momento, das quais foi possível contabilizar pelo menos 123 grupos de boto-cinza e toninhas. Esses registros reforçam a utilização do Complexo Estuarino como habitat prioritário para essas espécies (DE MOURA, et al. 2021).

A análise de dados de foto-identificação realizada até o momento abrangeu duas campanhas de campo, nas quais foram obtidas 4.358 fotografias com o objetivo de identificar individualmente os botos-cinza (*Sotalia guianensis*) avistados. Dentre essas imagens, 21% (n = 916) foram classificadas como de boa qualidade, sendo adequadas para a visualização das marcas naturais presentes na nadadeira dorsal dos animais —

critério essencial para a identificação individual. A partir dessas imagens, foram identificados 133 indivíduos, dos quais 98 foram registrados pela primeira vez, e 35 corresponderam a reavistagens de indivíduos já catalogados previamente pelo Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná (LEC-UFPR). Entre os 35 indivíduos reavistados, 16 haviam sido registrados em apenas um ano anterior, enquanto os demais 19 apresentaram reavistagens em múltiplos anos, indicando possível fidelidade ao uso da área ao longo do tempo.

O monitoramento acústico foi realizado por meio de dois métodos de detecção distintos. O primeiro foi constituído pelo uso de hidrofones acoplados a gravadores digitais, possibilitando além da detecção, a avaliação de ruídos submarinos. Entretanto, devido ao grande volume de arquivos adquiridos por este método, os dados encontram-se ainda em processo de análise. O segundo método contou com a utilização de 01 CPOD para identificar a ocorrência de toninhas. Até o momento, para as duas campanhas avaliadas, foi detectada a presença de toninhas em 10 pontos de amostragem, localizados na i) região da desembocadura norte do CEP onde foram registradas apenas duas avistagens pelos observadores de bordo, e na ii) desembocadura da Baía de Guaratuba, na qual não houve avistagem visual. A detecção inédita em mar aberto na desembocadura da Baía de Guaratuba amplia o conhecimento sobre a distribuição da toninha no litoral do Paraná e demonstra o potencial da bioacústica passiva como ferramenta essencial para monitorar espécies de difícil visualização. Os resultados reforçam a importância dessa abordagem em programas de conservação e no planejamento de futuras estratégias de monitoramento.

A detecção de ruído antrópico associados à navegação e dragagens indica a necessidade de ações de mitigação, principalmente nas proximidades de áreas com ocorrência confirmada de botos-cinza e toninhas, espécies ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2018). A utilização dos dados acústicos como subsídio ao zoneamento ecológico-econômico marinho (ZEEM) se apresenta como uma estratégia promissora de conservação baseada em evidências (BITTENCOURT et al., 2023).

Além dos métodos visuais, acústicos e com drone, o projeto integra o uso de eDNA como ferramenta não invasiva para a detecção de espécies da megafauna marinha. Com esse objetivo, coletaram-se sazonalmente 190 amostras da superfície da água em 81 pontos distribuídos pelo litoral do Paraná (60 no CEP e 21 na plataforma costeira

externa ao CEP). Estas amostras passaram por processos de filtragem em membranas com microporos para concentrar matéria orgânica. Deste banco de 190 membranas, algumas já foram processadas por meio de extrações de DNA, resultando em reações positivas de PCR para marcadores de peixes e outros vertebrados. Essas reações permitiram a amplificação de segmentos de DNA passíveis de identificar espécies de cetáceos, répteis, peixes ósseos e elasmobrânquios, dentre outras (ZHANG et al. 2023, YANG et al. 2024, BOYSE et al. 2024). Atualmente, estas amostras positivas estão sendo preparadas para análise de metabarcoding por sequenciamento de próxima geração (NGS). Esses procedimentos são realizados nos laboratórios de Microbiologia Molecular, e de Bioprospecção e Biologia Molecular de Microrganismos, ambos da UFPR e integrantes da rede do projeto. Essa abordagem, além de eficaz para detectar espécies em áreas de difícil acesso ou de baixa taxa de avistagens, permite detectar um alto número de espécies de grupos taxonômicos diversos a partir de uma única amostra, permitindo o estudo de comunidades. A complementação entre dados de eDNA, e observações diretas, e bioacústica é uma ferramenta poderosa para entender a distribuição temporal e sazonal de diversas espécies, assim como suas interações. Ainda, as amostras obtidas também estão sendo processadas para análise de microbiota, tendo obtido resultados preliminares positivos para amplificação de DNA de bactérias e fungos. Estas análises permitirão entender a composição de microrganismos do ambiente estudado e, desde a ótica de Uma Única Saúde, analisar a presença de potenciais patógenos e espécies oportunistas, assim também como planejar estudos de resistência a antibióticos.

Os dados de distribuição, fidelidade de área e susceptibilidade a impactos antropogênicos obtidos pela rede subsidiam diretamente propostas de zoneamento, rotas de navegação, avaliação ambiental estratégica e atualização de planos de manejo de Unidades de Conservação costeiras e marinhas. O modelo aplicado pelo MegaCoast-PR é replicável em outros territórios costeiros brasileiros, ao integrar tecnologias diversas (visuais, acústicas e genéticas) com baixo impacto sobre as espécies monitoradas.

3.3 Monitoramento de meros, raias e outras espécies de peixes ameaçados e/ou de interesse comercial (MegaCoast-PR, Projeto Meros do Brasil e RETELIPA)

A captura dos exemplares de peixes para aquisição de amostras e marcação para telemetria acústica, é realizada em parceria com pescadores tradicionais da região e pescadores esportivos. Em conformidade com a abordagem de ciência participativa. As marcações, amostragem e posterior análises das amostras visam entender padrões de movimentação, uso de diferentes habitats e conectividade entre ambientes e unidades de conservação (BUENO et al., 2016). Durante o período foram implantados transmissores acústicos em 4 meros (*Epinephelus itajara*), espécie criticamente ameaçada no Brasil e em 3 raias da espécie *Hypanus Guttatus*. Quando cada exemplar é capturado são retiradas amostras para análises de contaminantes, saúde do animal, genética, isótopos, idade e dados biométricos (Figura 5).

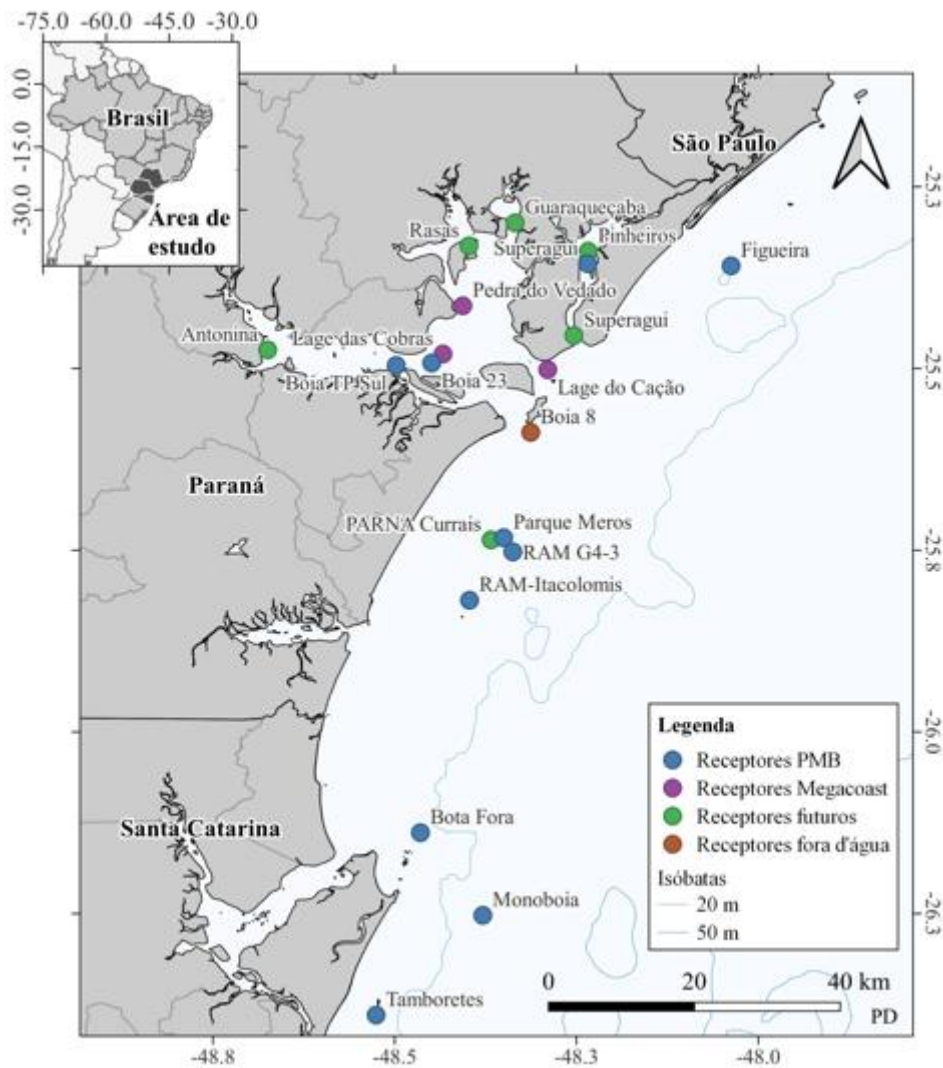
Figura 5 - Mero (*Epinephelus itajara*) capturado na Baía de Pinheiros, recebendo o implante do transmissor acústico e a retirada das amostras.



Fonte: Projeto Meros do Brasil e RETELIPA

Após a retirada das amostras e marcação os animais são devolvidos à água nos mesmos locais de captura. Estes animais marcados serão monitorados por uma malha de receptores de telemetria disposta ao longo da plataforma continental e baías do litoral do Paraná, norte de Santa Catarina e sul de São Paulo (Figura 6).

Figura 6 - Malha de receptores de telemetria acústica.



Fonte: Projeto Meros do Brasil e RETELIPA

Além das amostragens direcionadas, durante o monitoramento embarcado foram avistadas 1 exemplar de raia (espécie não identificada); e 1 exemplar de *Mola mola* (peixe-lua).

3.4 Integração metodológica e avanços institucionais

Um dos principais diferenciais da rede é a integração metodológica entre diferentes abordagens, como captura intencional, marcação, telemetria, acústica passiva e eDNA. Essa diversidade permite análises complementares sobre presença, uso de área, saúde e respostas a estressores ambientais. Além disso, a atuação multiespécie evita a fragmentação de esforços e amplia o impacto da geração de dados para a conservação costeira (SUAREZ-BREGUAL et al., 2022).

A articulação entre instituições — como Associação MarBrasil, UFPR, Instituto Meros do Brasil, CEM, CEPsul/ICMBio, IAT e organizações locais — também resultou em avanços em formação técnica e extensão científica, com destaque para:

- Participação de estudantes em atividades práticas de campo;
- Capacitação de residentes em medicina veterinária aplicada à fauna marinha;
- Produção de materiais de divulgação e relatórios semestrais abertos;
- Contribuição direta ao monitoramento de Planos de Ação Nacional (PANs) como PAN Cetáceos Marinhos e PAN Quelônios (MMA, 2021).

3.5 Desafios e perspectivas

Apesar dos avanços, desafios logísticos ainda limitam a frequência de campanhas, como condições meteorológicas adversas, manutenção de equipamentos e financiamento de longo prazo. Contudo, os resultados obtidos indicam o potencial da rede para se consolidar como modelo replicável de monitoramento da megafauna marinha em áreas costeiras brasileiras, em consonância com os princípios da Década da Ciência Oceânica e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 14 (Vida na Água) e 17 (Parcerias e Meios de Implementação) (UNESCO, 2021).

De forma integrada, os resultados demonstram a efetividade da abordagem multiespécie e multimetodológica para ampliar a base de conhecimento sobre a megafauna costeira e orientar estratégias de gestão e conservação ambiental. A rede representa um modelo inovador e replicável, alinhado às diretrizes da Década da Ciência

Oceânica e à abordagem de Saúde Única, ao conectar saúde ambiental, biodiversidade e engajamento social.

5 CONCLUSÃO

A experiência integrada de monitoramento da megafauna marinha no litoral do Paraná evidencia a efetividade de redes colaborativas, multiescalares e multimetodológicas na geração de dados ecológicos robustos, com elevada aplicabilidade na conservação da biodiversidade. A atuação conjunta dos projetos MegaCoast-PR, ProTarta/REBIMAR, Projeto Meros do Brasil e RETELIPA possibilita avanços expressivos na identificação de áreas prioritárias para conservação, detecção de espécies ameaçadas e avaliação dos impactos antropogênicos sobre habitats sensíveis. O uso combinado de tecnologias como telemetria acústica, bioacústica passiva, foto-identificação, eDNA e observação por drones amplia significativamente o alcance e a qualidade dos dados obtidos, consolidando uma abordagem inovadora e replicável de monitoramento multiespécie.

Os resultados reforçam o papel estratégico do Complexo Estuarino de Paranaguá como área de agregação e residência para tartarugas-verde juvenis e boto-cinza, além de ampliar o conhecimento sobre a ocorrência de toninhas em áreas costeiras pouco documentadas até então. A detecção de ruídos subaquáticos associados à navegação e à dragagem reforça a urgência de estratégias de mitigação baseadas em evidências.

Além dos ganhos científicos, a rede promove a formação de estudantes, o engajamento de comunidades locais e a difusão de conhecimento por meio de ações de extensão e materiais educativos. Ao integrar a saúde dos animais, os impactos antropogênicos e a gestão territorial, a proposta também contribui com os princípios da abordagem da Saúde Única. Os desafios logísticos enfrentados, como as limitações climáticas e orçamentárias, reiteram a urgência de políticas públicas e investimentos estruturantes para garantir a continuidade e a ampliação dessas iniciativas.

Assim, a proposta apresentada contribui para consolidar um modelo inovador de monitoramento da megafauna marinha costeira, alinhado à Década da Ciência Oceânica, aos Planos de Ação Nacional para espécies ameaçadas e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Seu potencial de replicabilidade e impacto institucional

reforça a importância de redes interdisciplinares e colaborativas na promoção da conservação integrada e participativa dos ecossistemas marinhos brasileiros.

Referências

- ANDRADE, S. F. de; LIMA, M. R. D. V.; MUELBERT, B. Política pública de alimentação escolar orgânica no Paraná: implementação da lei, cenário de produção agrícola e aspectos comunicacionais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 64. <https://doi.org/10.5380/dma.v64i0.91573>.
- BITTENCOURT et al. Assessment of cetacean exposure to underwater noise in the southwestern Atlantic ocean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 293, 2023.
- BOYSE, E. et al. Environmental DNA reveals fine-scale spatial and temporal variation of marine mammals and their prey species in a Scottish marine protected area. *Environmental DNA*. 2024. <https://doi.org/10.1002/edn3.587>.
- BUENO, M. et al. Marcação e monitoramento do mero (*Epinephelus itajara*): protocolos e procedimentos. Curitiba: Instituto Meros do Brasil, 2016.
- DE MOURA et al. Environmental and behavioral factors influencing individual variation in spatial use by Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*), *Journal of Mammalogy*, v. 102, p. 1009–1019, 2021. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab056>
- FUENTES, M.M.P.B. et al. Cumulative threats to juvenile green turtles in the coastal waters of southern and southeastern Brazil. *Biodivers Conserv* v. 29, p. 1783–1803, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01964-0>
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio/MMA, 2018.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas. Brasília: MMA, 2021.
- ROSSI, S. et al. Health assessment methods for green turtles in southern Brazil: body condition and fibropapillomatosis index. *Marine Turtle Newsletter*, n. 151, p. 1–6, 2016.
- SUAREZ-BREGUAL, P. et al. Environmental DNA (eDNA) for monitoring marine mammals: Challenges and opportunities. *Front. Mar.*, v. 9, p. 1–15, 2022.
- UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável: Documento de Implementação 2021–2030. Paris: UNESCO, 2021.
- WORTON, B. J. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, v. 70, n. 1, p. 164–168, 1989.
- YANG, N. et al. Applying environmental DNA approaches to inform marine biodiversity conservation: The case of the Ocean Twilight Zone. *Marine Policy*, v 165, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106151>
- ZHANG. Assessing the potential use of environmental DNA for multifaceted genetic monitoring of cetaceans: Example of a wandering whale in a highly disturbed bay area. *Ecological Indicators*, v. 148, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110125>

ZWARG, T. et al. Hematological and histopathological evaluation of wildlife green turtles (*Chelonia mydas*) with and without fibropapilloma from the north coast of São Paulo State, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 34, n. 7, p. 682–688, 1 jul. 2014.