

PROJETO BIOTA

O PROJETO BIOTA TEVE O OBJETIVO DE CONHECER COMO A BIODIVERSIDADE MARINHA UTILIZA O LITORAL PARANAENSE, PRINCIPALMENTE DENTRO DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, QUE PERCORRE DESDE PONTAL DO PARANÁ, PASSANDO POR PARANAGUÁ E SE ESTENDE ATÉ ANTONINA E TAMBÉM GUARAQUEÇABA.

PESQUISADORES DE DIVERSAS INSTITUIÇÕES SE UNIRAM PARA COLETAR DADOS MUITO RELEVANTES PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE MARINHA, COMPREENDENDO SEUS COMPORTAMENTOS E TAMBÉM AS AMEAÇAS PARA CADA ESPÉCIE.

DENTRE AS ESPÉCIES CONTEMPLADAS TEMOS A TARTARUGA-VERDE, O GIGANTE PEIXE MERO, VÁRIOS TUBARÕES E A RAIA-MANTA. TODAS COM ALGUM GRAU DE AMEAÇA E IMPORTÂNCIA PARA O TERRITÓRIO, TORNANDO-OS SENTINELAS PARA A MANUTENÇÃO DO ECOSISTEMA MARINHO DO LITORAL PARANAENSE.



PROJETO BIOTA



Ilha das Cobras

PROJETO BIOTA

FINANCIADOR



EXECUTOR



COLABORADORES



PARCEIROS





AGRADECIMENTOS

Este livro foi construído com a participação de muitos profissionais, os quais foram essenciais para agregarmos este rico conhecimento. Assim, agradecemos a todos os autores e parceiros que colaboraram para a elaboração dos estudos de base e textos, possibilitando a ampla disponibilização do conhecimento científico produzido ao longo do projeto.

Gostaríamos de agradecer a todas as instituições que contribuíram com esta construção, em especial a TCP, empresa que administra o Terminal de Contêineres de Paranaguá, e a *China Merchants Port Holding Company* (CMPort), os quais financiaram a execução do Projeto Biota.

Agradecemos também às equipes da Associação MarBrasil, Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC/UFPR), Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB/UFPR), Instituto Meros do Brasil e Projeto Mantas do Brasil, pela importante parceria na execução do projeto.

Aos pesquisadores especialistas em megafauna marinha e aos representantes do MPF, MPPR, ICMBio, IAT, SEDEST e prefeituras dos municípios do litoral paranaense, pelas valiosas contribuições durante os workshops de planejamento espacial e aporte de conhecimento especializado, trocas de experiências e amplas discussões.

Gostaríamos de agradecer também às comunidades pesqueiras da região que sempre estiveram à disposição para dialogar e para construção conjunta do conhecimento.

Agradecemos também aos profissionais e fotógrafos que gentilmente cederam as imagens para compor este livro.

Além disso, os autores Matheus O. Freitas, Leonardo Bueno e Jonathas Adelar, através dos seus projetos, agradecem ao Patrocínio da Petrobras por meio do programa Petrobras Socioambiental.

Equipe Projeto Biota



Ilha das Cobras

PREFÁCIO

A TCP, empresa que administra o Terminal de Contêineres de Paranaguá, atua como uma plataforma de logística integrada, fornecendo soluções completas para importadores e exportadores. Desde março de 2018, a TCP integra o portfólio da *China Merchants Port Holding Company* (CMPort), o maior e mais competitivo desenvolvedor, investidor e operador portuário da China.

Para além de operar contêineres, a TCP possui como prioridade a responsabilidade socioambiental, mantendo a preocupação e o compromisso em atuar na comunidade em que está inserida, por meio do incentivo em projetos que visem o desenvolvimento sustentável, a educação, a conservação da biodiversidade e a salvaguarda do patrimônio imaterial. O Terminal considera de extrema importância a integração institucional entre empresas, órgãos ambientais e entidades de pesquisa, a fim de potencializar estudos significativos do ponto de vista ambiental e social, e o projeto Biota, aplicado ao Complexo Estuarino de Paranaguá, é mais um exemplo do sucesso desta sinergia.

O desenvolvimento deste projeto em atenção às espécies ameaçadas de extinção, conta com o apoio da Universidade Federal do Paraná e da Associação MarBrasil, entidades especializadas na exploração científica e impulsionadoras de pesquisas voltadas para a preservação do meio ambiente, garantindo o êxito da proposta.

Allan Chiang - Superintendente Institucional



Manguezal de Paranaguá

PREFÁCIO

No processo de licenciamento ambiental para a expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá (TCP) no interior da Baía de Paranaguá, a empresa TCP firmou um termo de compromisso com a Prefeitura Municipal de Paranaguá para a execução de alguns projetos ambientais. Assim, nasceu o *Projeto Biota - Apoio na identificação de habitats-chave para a conservação de espécies marinhas ameaçadas*, que teve como objetivo identificar áreas de importância ecológica para a conservação de espécies ameaçadas da biodiversidade marinha. O projeto foi realizado pela Associação MarBrasil, em colaboração com o Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC) e o Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB), ambos da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e contou com a parceria do Instituto Meros do Brasil e Projeto Mantas do Brasil.

O Projeto Biota foi desenvolvido em duas fases, cada qual demandando um período de doze meses para sua conclusão. Na primeira fase do projeto, foi realizado o levantamento de dados pretéritos para cada uma das espécies avaliadas, e a realização de um workshop para validação de dados geoespaciais e definição de delineamento amostral. Na segunda fase do projeto, foi realizada a validação e a qualificação das áreas de ocorrência indicadas durante os mapeamentos realizados com os especialistas no Complexo Estuarino de Paranaguá, por meio de abordagens etnoecológicas e coletas de dados in situ. Além disso, nesta fase também foi realizado um workshop de integração entre pesquisadores e gestores ambientais para a apresentação dos resultados obtidos, e discussão sobre as prioridades de ações de pesquisa e gestão para a conservação das espécies avaliadas no âmbito do projeto.

Assim, este livro traz uma compilação do conhecimento científico sobre as espécies avaliadas e apresenta os principais resultados alcançados pelo projeto. Elaborado pela equipe executora e diversos parceiros que nos acompanharam nesta jornada, ressaltamos a importância de um olhar mais integrado e estratégico para a conservação dos ambientes marinhos no litoral paranaense.

Equipe Projeto Biota

AUTORES

Ana Paula Balboni

Projeto Mantas do Brasil, Instituto Laje Viva, Santos, São Paulo – SP

Angela Zaccaron da Silva

Associação MarBrasil, Pontal do Paraná – PR

Camila Domit

Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar e Setor Litoral, Laboratório de Ecologia e Conservação Pontal do Paraná – PR

Carlo Leopoldo Bezerra Francini

Projeto Mantas do Brasil, Instituto Laje Viva, Santos, São Paulo – SP

Claudia Namiki

Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo – SP

Eduardo Vedor de Paula

Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais, Curitiba – PR

Gabriel Fraga da Fonseca

Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Laboratório de Ecologia e Conservação Pontal do Paraná – PR

Hugo Bornatowski

Associação MarBrasil, Pontal do Paraná – PR

Isadora Nunes Petrucci

Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Laboratório de Ecologia e Conservação Pontal do Paraná – PR

Johnatas Adelir Alves

Instituto Meros do Brasil, Curitiba – PR

Juliano Dobis

Associação MarBrasil, Pontal do Paraná – PR

Leonardo Bueno

Instituto Meros do Brasil, Curitiba – PR

Luciana Rolinski Gama

Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Laboratório de Ecologia e Conservação Pontal do Paraná – PR

Marcelo Soeth

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Laboratório de Ecologia de Peixes Marinhos, São Mateus – ES

Matheus Oliveira Freitas

Instituto Meros do Brasil, Curitiba – PR

Natascha Wosnick

Associação MarBrasil, Pontal do Paraná – PR

Nayara Bucair

Projeto Mantas do Brasil, Instituto Laje Viva, Santos, São Paulo – SP

Stephane Polyane Gomes de Moura

Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Laboratório de Ecologia e Conservação Pontal do Paraná – PR

Tara Van Belleghem

Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais, Curitiba – PR

Tawane Yara Nunes

Associação MarBrasil, Pontal do Paraná – PR

COORDENAÇÃO GERAL
ANGELA ZACCARON

CONCEITO EDITORIAL E DIAGRAMAÇÃO
GABRIEL MARCHI

FOTOGRAFIAS
GABRIEL MARCHI

FOTÓGRAFOS PARCEIROS
ATHILA BERTOCINI (Projeto Meros do Brasil)
LÉO FRANCINI (Projeto Mantas do Brasil)
NOELI RIBEIRO
RENATA DALDIN LEITE (Associação MarBrasil)
ROBIN LOOSE (Associação MarBrasil)

ISBN Nº 978-85-65279-12-3

ÍNDICE

O litoral do Paraná e a biodiversidade da região

O planejamento espacial para a conservação da biodiversidade marinha

Tartaruga-verde

Mero

Tubarões

Raia-manta

Políticas públicas para a conservação de espécies marinhas

Direcionamentos e Próximos Passos



O LITORAL DO PARANÁ E A BIODIVERSIDADE DA REGIÃO

Angela Zaccaron da Silva, Tara Van Belleghem,
Stephane P. G. de Moura, Camila Domit

As características ambientais do litoral paranaense

Apesar do litoral do Paraná ser uma das menores áreas de extensão costeira do país, com cerca de apenas 100 quilômetros de extensão, a zona costeira paranaense engloba um amplo e complexo sistema estuarino subtropical, sendo considerada uma importante área úmida no sul do Brasil¹. Esta região abriga uma grande diversidade de ecossistemas naturais e áreas conservadas e exuberantes da Mata Atlântica, incluindo ecossistemas marinhos de manguezais e restingas bem preservadas. A região é recortada por importantes áreas estuarinas de grande extensão, entre elas o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), sistema estuarino de planície costeira com área superficial de 612km², que abrangem dois corpos d'água principais: as Baías de Paranaguá e Antonina e as Baías de Laranjeiras e Pinheiros, as quais estão conectadas ao mar aberto através dos canais da Galheta, Norte e Superagui². A Baía de Guaratuba (BG) é o segundo maior sistema estuarino do Paraná, com área superficial de 50 km² e mais raso que o CEP. Ainda, diversas ilhas costeiras compõem a paisagem litorânea, incluindo as Ilhas do Superagui e das Peças, a Ilha do Mel, das Cobras, dos Gererês, do Teixeira, o Arquipélago de Currais, as Ilha de Itacolomis, Ilha da Sepultura, Araçá e Garças, entre outras menores.

É um litoral diverso na sua geomorfologia e dinâmica costeira, com extensas praias arenosas e planícies de maré, áreas rochosas e ilhas costeiras, desembocaduras de rios e extensas bacias hidrográficas, com fundos consolidados e variações sedimentares que de forma conjunta contribuem para a geodiversidade deste ambiente litorâneo. Associada à estas características geomorfológicas, a dinâmica oceanográfica de uma região costeira com forte influência estuarina é moldada por fatores como as marés, a descarga de água doce pelas bacias hidrográficas que correm “serra abaixo” e das águas marinhas empurradas para a costa pelas correntes marítimas, influenciando a circulação costeira e estuarina da região. Ainda, a região é afetada pela dinâmica climática sazonal, incluindo períodos de intensos ventos e ondas, variações extremas de pluviosidade e mesmo ações de ciclones subtropicais. Contemplada com toda esta diversidade de ambientes, a região abriga diversas espécies de fauna e flora, as quais se adaptam às condições específicas ambientais, ou mesmo ocupam diferentes ambientes ao longo do tempo ou fases do ciclo de vida. Ainda, estão presentes espécies migratórias que de tempos em tempos visitam a região em busca de ambientes propícios para a reprodução, descanso ou alimentação.

Estas características ambientais do litoral paranaense conferem à região a classificação de área prioritária para a conservação, sendo considerada uma área de importância biológica extremamente alta para a biodiversidade brasileira³. Por ser uma área de alta biodiversidade e beleza cênica, a região foi tombada pela UNESCO como Patrimônio da Humanidade em 1999⁴. Além disso, esta região também está inserida na iniciativa da Grande Reserva Mata Atlântica que inclui o litoral sul de São Paulo, o Paraná e o norte de Santa Catarina, e abriga o maior trecho contínuo de remanescentes bem preservados do bioma Mata Atlântica (Floresta Tropical Pluvial Atlântica) em todo o mundo. O litoral paranaense também faz parte do Complexo Lagamar (Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá), considerado uma das áreas úmidas mais importantes da costa brasileira em termos de biodiversidade. Assim, as características da Mata Atlântica integrada aos demais ambientes marinhos, torna este ambiente um sistema ecológico único e de extrema relevância para a manutenção da biodiversidade, seus processos ecológicos e serviços ecossistêmicos associados, além da importante riqueza histórica e cultural da região, bem como sua relevância para o desenvolvimento socioeconômico do estado do Paraná.



A importância dos ecossistemas marinhos e da biodiversidade para a região

A paisagem marinha bem conservada faz do litoral paranaense um importante ambiente de proteção e refúgio para diversas espécies residentes, migratórias, ou que utilizam a região em alguma etapa de seu ciclo de vida. A produtividade primária na região é alta em resposta às condições oceanográficas e geomorfológicas do ambiente marinho. Organismos que são a base da cadeia trófica, como o fitoplâncton (microalgas) e bactérias, compõem o sustento de uma teia alimentar altamente complexa e que atrai diversas espécies desde o zooplâncton até diferentes espécies de peixes, crustáceos e moluscos, que também são importantes recursos pesqueiros e que se concentram na região. Onde há recursos pesqueiros e abundância de alimentos, há também espécies predadoras de topo que são animais importantes para regulação desta complexa cadeia trófica, garantindo que os processos ecológicos sejam dinâmicos ao mesmo tempo em que fornecem diversos serviços ecossistêmicos beneficiando diretamente os seres humanos.

A grande diversidade de ambientes naturais, como os manguezais, restingas, gramas marinhas, costões rochosos e extensas planícies de maré, disponibilizam habitats e micro-habitat para uma elevada riqueza e abundância de organismos marinhos. Em torno de trezentas espécies de peixes estão descritas para a região, sendo que muitas espécies são comercialmente importantes^{5,6,7}. Também são registradas nas águas costeiras do Paraná as cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil⁸ e mais de vinte espécies de mamíferos aquáticos⁹. Além disso, a avifauna do litoral paranaense é composta por aproximadamente trezentas espécies¹⁰, sendo que mais de quarenta são espécies costeiras e marinhas. Ainda, uma ampla diversidade de espécies da fauna e flora terrestres e de ambientes alagadiços ocupam os ecossistemas de Mata Atlântica que margeiam a zona costeira. Por estas características a região é considerada um “*hotspot*” de biodiversidade, ou seja, uma área de alto endemismo e de alta diversidade de espécies registradas.



Entre as espécies com ocorrência no litoral paranaense, destacamos a importância dos esforços de conservação direcionados para a megafauna marinha ameaçadas de extinção. A megafauna marinha é o grupo composto por mamíferos marinhos, tartarugas marinhas, aves marinhas e peixes de grande porte, como os elasmobrânquios e alguns teleósteos. Estas espécies são fundamentais e essenciais para garantir a manutenção e o equilíbrio dos ecossistemas marinhos, e as espécies que são topo de cadeia trófica são componentes-chave para a estabilidade e saúde dos ecossistemas. Entretanto, estas são geralmente as espécies mais suscetíveis ao declínio de suas populações, pois têm crescimento lento e baixas taxas reprodutivas/ou de sobrevivência de filhotes. Diversas espécies da megafauna com ocorrência no Paraná são categorizadas em algum nível de ameaça de extinção. Por exemplo, o litoral do Paraná é uma importante área de recrutamento, alimentação e desenvolvimento de juvenis de tartarugas-verde que ocorrem na região ao longo de todo o ano. Espécies migratórias, como os tubarões e raias, também encontram nas águas paranaenses um local de refúgio com ambientes propícios para alimentação, reprodução e desenvolvimento dos seus filhotes.

Apesar da grande diversidade e classificação da região como conservada e de alta relevância para a manutenção da biodiversidade, este cenário está em mudança e fatores claros de degradação e alteração de saúde ambiental e da fauna já são evidenciados. O declínio populacional de algumas espécies pode causar um desequilíbrio nas interações tróficas, alterando a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas marinhos. Em alguns casos, a diminuição na abundância de espécies-chaves pode dar início a efeitos em cascata, afetando todo o ecossistema.

Assim, as alterações ambientais por consequência de impactos diretos, indiretos e cumulativos na biodiversidade e nos ecossistemas, afetam a condição de equilíbrio do ambiente e interferem na manutenção das atividades vitais das espécies e nos serviços ecossistêmicos relacionados. A redução populacional de forma drástica tem sido acelerada pela intensificação de atividades antrópicas, as quais vêm sendo estimuladas e efetivadas sem avaliação de efeitos sinérgicos e cumulativos, sem ações de ordenamento e planejamento integrado e estratégico, expondo a riscos a manutenção e a sobrevivência das espécies da fauna, da flora e mesmo a qualidade de vida para os seres humanos.

Pesquisadora do LEC (Laboratório de Ecologia e Conservação do Centro de Estudos do Mar da UFPR) durante a captura intencional de tartarugas



Os serviços ecossistêmicos de provisão, regulação, suporte e culturais

Rico e diverso, a fauna e flora com ocorrência no litoral do Paraná compõe complexas teias alimentares, as quais evidenciam a dinâmica dos ecossistemas da região e proporcionam uma ampla gama de benefícios para as populações humanas. Estes benefícios são denominados de serviços ecossistêmicos e são essenciais para garantir a dinâmica ecológica, os recursos biológicos, o bem-estar humano e até mesmo as atividades econômicas. O funcionamento saudável dos ecossistemas marinhos gera serviços de provisão com produtos de interesse à sociedade, tais como os recursos pesqueiros que são extremamente importantes para as comunidades litorâneas paranaense, onde pescadores artesanais dependem da pesca para o seu sustento. Outro exemplo de serviço de provisão é o fato da abrigada Baía de Paranaguá oferecer condições ideais para o transporte marítimo, possibilitando a presença e o funcionamento do complexo portuário de Paranaguá e Antonina, um dos maiores do Brasil.

Além desses serviços diretos, a dinâmica dos ecossistemas também é importante para vários serviços de regulação e suporte, como por exemplo a regulação climática que é essencial para garantir o bem-estar humano, o fornecimento de água e o desenvolvimento de atividades agrícolas. A presença e proteção das áreas da Mata Atlântica, incluindo os ecossistemas de restinga e manguezais, é fundamental para esta regulação climática, assim como para a prevenção de enchentes e o controle da dinâmica sedimentar regional, seja com relação à erosão como quanto à processos de acréscimo em canais de navegação. Este controle de erosão é fundamental para evitar a perda de áreas costeiras, mas também para minimizar os esforços de atividades de impacto, como as dragagens que são necessárias para permitir o acesso aos portos e a segurança à navegação na região.

Grande Reserva Mata Atlântica

<http://grandereservamataatlantica.com.br>

Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade Brasileira

<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/areas-prioritarias-para-biodiversidade>

Patrimônio da Humanidade - UNESCO

<https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/pt/expertise/world-heritage-brazil>

Associado aos serviços de provisão e regulação, o funcionamento saudável dos ecossistemas também gera uma gama de serviços culturais e de desenvolvimento social, que são benefícios que a sociedade obtém através do contato com a natureza. A zona costeira do Paraná abriga comunidades caiçaras, que representam uma identidade histórica rica e patrimônio cultural, mantendo tradições relacionadas à prática da pesca artesanal e do fandango, um estilo musical e dança regional.

Por último, mas definitivamente não menos importante, a beleza cênica do litoral do Paraná tem grande potencial para fins turísticos e recreativos. A Ilha do Mel, com sua natureza impressionante e paisagens incríveis, é uma das principais atrações turísticas do Brasil, e a região litorânea tem muitos roteiros a oferecer, incluindo inúmeras ilhas, praias, montanhas e cachoeiras. A diversidade de paisagens e grande riqueza de fauna e flora, isendo muitas destas englobadas por unidades de conservação federais e estaduais, reforçam a viabilidade de incremento de atividades para o desenvolvimento sustentável econômico e social associado à conservação da natureza e ao reconhecimento da região como destino de ecoturismo em âmbito nacional e internacional. Desta forma, a proteção da dinâmica ecossistêmica local e a garantia da saúde ambiental do litoral paranaense são essenciais para que esta região mantenha sua riqueza intrínseca, mas também os serviços ecossistêmicos e o patrimônio biológico e cultural associado.

Referências Bibliográficas

- 1 - Lana, P. et al (2001). The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. Coastal Marine Ecosystem of Latin America, 144, n. Ecological Studies, p. 131-145.
- 2 - Angulo, R.J. (1992). Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 334 pp.
- 3 - MMA - Ministério do Meio Ambiente (2020). Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade Brasileira.
- 4 - UNESCO (1999). Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage. Atlantic Forest South/East Brazil. 257pp.
- 5 - Passos, A.C. et al. (2012). Fishes of Paranaguá Estuarine Complex, Southwest Atlantic, Biota Neotropica, 12(3), p. 226-238.
- 6 - Daros, F.A. et al. (2012). Checklist of rocky reef fishes from the Currais archipelago and Itacolomis Island, Paraná State, Brazil. Check List, 8(3), p. 349-354.
- 7 - Bornatowski, H.; Abilhoa, V.; Charvet-Almeida, P. (2009). Elasmobranchs of the Paraná coast, southern Brazil, south-western Atlantic. Marine Biodiversity Records, 2, p. 1-6.
- 8 - Associação MarBrasil (2019). Olhares sobre a biodiversidade marinha do Paraná. Org. Robin Hilbert Loose - Pontal do Paraná, Paraná.152 pp.
- 9 - Domit, C. et al. (2020). Strandings of marine mammals, sea turtles and seabirds along the Paraná coast, Brazil, from 2015 to 2018. Dryad Dataset. Disponível em <<https://doi.org/10.5061/dryad.k0p2ngf48>>
- 10 - Scherer-Neto, P. & Carrano, E. (2016). Uma lista de aves terrestres e aquáticas para as ilhas do Complexo Estuarino-Lagunar das baías de Paranaguá e Guaraqueçaba, litoral do estado do Paraná. Táxeus - Listas de espécies. Disponível em <<https://www.taxeus.com.br/lista/7572>>





PLANEJAMENTO ESPACIAL PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE MARINHA

Angela Zaccaron da Silva, Tara Van Belleghem, Eduardo Vedor de Paula, Camila Domit

A importância do planejamento territorial utilizando ferramentas espaciais

A conservação da biodiversidade é globalmente reconhecida como uma prioridade, o que foi ressaltado em dezembro de 2022 no acordo histórico firmado na Conferência de Biodiversidade da ONU (COP15), sobre a meta “30 por 30” para deter a perda de biodiversidade, protegendo 30% do planeta até 2030. Este acordo ilustra claramente a importância da implementação de medidas de conservação e proteção da natureza. No entanto, para que estas medidas sejam eficazes, é crucial entender onde as estratégias de conservação devem ser implementadas, a fim de ter um impacto positivo mais significativo na conservação da biodiversidade.

A distribuição espacial das estratégias de conservação é fundamental para o seu sucesso, mas depende em grande parte dos aspectos ecológicos e biológicos do ambiente e de como eles se sobrepõem às atividades humanas. Múltiplas atividades humanas ocorrem simultaneamente na zona costeira e se sobrepõem espacialmente e, conseqüentemente, impactam direta e indiretamente ecossistemas muito complexos e sensíveis. Um exemplo é a zona costeira do litoral do Paraná, que representa uma área ambientalmente complexa e composta por um mosaico de atividades antrópicas, incluindo áreas portuárias que realizam uma gama de atividades; comunidades tradicionais, que realizam suas atividades como a pesca; o desenvolvimento socioeconômico e turístico, que pode promover a ocupação desordenada do território, e outras atividades humanas que inevitavelmente impactam a zona costeira, como a agricultura. Todo esse complexo mosaico de atividades humanas se sobrepõe com hotspots de biodiversidade¹, que são áreas com grande biodiversidade e que apresentam alto grau de ameaça, e que, portanto, estão vulneráveis aos impactos sinérgicos e cumulativos deste conjunto de atividade antrópicas.

Esta sobreposição gera conflitos de regulamentação e compartilhamento do uso do espaço, os quais respaldam a necessidade de uma base científica para o desenvolvimento de um planejamento territorial no âmbito regional e incremento de estratégias de gestão integrada visando a conservação da biodiversidade marinha associada a práticas de desenvolvimento sustentável, equilibrando as exigências de desenvolvimento com a necessidade de proteção dos ecossistemas². Assim, o planejamento espacial do território é crucial para as zonas costeiras classificadas como de alto risco para a biodiversidade, em particular aquelas com concentração de habitats críticos para espécies marinhas e que albergam múltiplas atividades antrópicas.

Conferência de Biodiversidade da ONU
<https://www.undp.org/>

A identificação espacial de áreas prioritárias para a conservação de espécies marinhas ameaçadas de extinção

As estratégias espaciais de conservação da biodiversidade marinha, incluindo as unidades de conservação, tem como base a gestão ecossistêmica e são reconhecidas como estratégias efetivas para reduzir a perda da biodiversidade global^{3,4,5}. Para que estas estratégias espaciais sejam mais efetivas, é fundamental a identificação de áreas onde os esforços e as ações de conservação produzam benefícios de longo prazo para a biodiversidade e suas funções ecossistêmicas^{4,5,6}. Diversos esforços vêm sendo realizados nos últimos anos para o desenvolvimento de metodologias voltadas para a priorização de áreas para a conservação da biodiversidade em todo o mundo^{1,7}. Neste sentido, é necessária a identificação e o mapeamento de áreas com importância ecológica para a sobrevivência e a persistência de espécies marinhas ameaçadas, como forma de garantir a manutenção dos processos naturais, a viabilidade de populações saudáveis e a funcionalidade dos ecossistemas.

Entre as abordagens que têm como foco a identificação de estratégias mais efetivas para a conservação da biodiversidade, destaca-se o Planejamento para a Conservação. O Planejamento para a Conservação é uma abordagem sistemática focada na identificação, desenvolvimento e implementação de estratégias para a conservação e persistência da biodiversidade, dos processos ecológicos que mantêm esta diversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos por eles⁸. Esta abordagem está fundamentada no uso das melhores informações científicas disponíveis para garantir a conservação dos processos naturais, sendo fundamental para uma tomada de decisão bem informada^{8,9}. De maneira geral, esta abordagem auxilia na identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, utilizando metodologias de planejamento participativo⁸.



Esta abordagem procura responder duas questões principais: onde estão as áreas mais importantes para implementar ações de conservação (planejamento espacial) e quais são as melhores estratégias, intervenções e ações a serem implementadas (planejamento estratégico)⁸. Enquanto o planejamento espacial procura auxiliar na identificação de áreas adequadas para a conservação da biodiversidade, o planejamento estratégico auxilia no desenvolvimento e implementação de estratégias e ações de manejo mais efetivas para a conservação da biodiversidade nestas regiões. Para que este processo seja mais efetivo, estas duas metodologias devem ser abordadas de maneira integrada.

Para garantir a manutenção da biodiversidade a longo prazo, é fundamental assegurar a viabilidade populacional de espécies-chaves, das comunidades ecológicas, e dos próprios processos ecológicos que os sustentam^{6,10}. Assim, espécies da megafauna marinha ameaçadas de extinção têm sido utilizadas como espécies-chave e um dos grupos mais relevantes para a seleção de áreas críticas para a conservação^{9,10,11}. No Planejamento para a Conservação, o foco em espécies raras ou altamente ameaçadas como objetivo de conservação, possibilita que as ameaças críticas às espécies sejam identificadas e mitigadas, por meio de estratégias espaciais de conservação. Além disso, é necessário conservar áreas específicas que são relevantes para a sobrevivência e a viabilidade populacional de espécies ameaçadas, tais como áreas importantes para reprodução, alimentação, desenvolvimento de juvenis e corredores migratórios^{9,10}.



Metodologias de identificação das áreas de importância para a conservação das espécies da megafauna marinha ameaçadas de extinção

Dentro deste contexto, o “*Projeto Biota: apoio na identificação de habitats chaves para a conservação de espécies marinhas ameaçadas*” buscou compilar e consolidar informações espaciais sobre as áreas de ocorrência e a forma de uso do litoral do Paraná por espécies da megafauna marinha ameaçadas de extinção, com o objetivo de identificar áreas de importância ecológica para a conservação da biodiversidade marinha. Foram selecionadas espécies que usam as áreas costeiras e estuarinas do litoral paranaense como importantes áreas conhecidas de alimentação, reprodução e/ou desenvolvimento de juvenis, incluindo a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), o mero (*Epinephelus itajara*), os tubarões-martelo (*Sphyrna spp.*), o mangona (*Carcharias taurus*), o tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) e a raia-manta (*Mobula birostris*). Estes animais apresentam características como ciclo de vida longo, crescimento lento e maturidade sexual tardia, o que resulta em uma baixa capacidade de recuperação populacional. Estas características biológicas tornam estas espécies altamente vulneráveis aos múltiplos impactos das atividades humanas, sendo necessário o estabelecimento de ações efetivas de conservação, visando a sobrevivência e a viabilidade à longo prazo destas populações.

Na primeira fase do *Projeto Biota*, realizamos um levantamento de informações espaciais sobre estas espécies, utilizando abordagens metodológicas do planejamento espacial para a conservação. Assim, conduzimos uma série de workshops (Figura 01) com especialistas em megafauna marinha, incluindo tanto pesquisadores como gestores ambientais, para: *i*) identificar áreas de ocorrência e de importância ecológica para cada espécie avaliada; *ii*) identificar quais atividades humanas têm potencial impacto sobre estas espécies; e *iii*) identificar quais áreas são prioritárias para a conservação da biodiversidade marinha. Durante os workshops os especialistas identificaram e indicaram nos mapas, com base no conhecimento científico atual e percepção técnica, as áreas percebidas como áreas críticas, ou seja, áreas de alimentação, reprodução e/ou desenvolvimento de juvenis, para cada uma das espécies. Além disso, também foram identificadas as áreas de alta e média ocorrência das espécies, e áreas que são pouco conhecidas e que, portanto, demandam de maior esforço amostral de pesquisa.



Figura 01: Linha do tempo mostrando os workshops realizados com especialistas em megafauna marinha.

Além do conhecimento de especialistas (“conhecimento científico”), uma abordagem bastante utilizada no âmbito do planejamento para a conservação é o levantamento do conhecimento ambiental detido por membros de comunidades tradicionais locais, chamado de “conhecimento ecológico tradicional” (CET)⁸. As comunidades pesqueiras locais realizam suas atividades em contato direto com os ecossistemas marinhos, desenvolvendo um conjunto de saberes e saber-fazer a respeito do ambiente natural, que é transmitido de geração em geração, através da oralidade¹². A valorização e a crescente utilização do CET dos pescadores artesanais são importantes para ampliar o conhecimento sobre a dinâmica dos ambientes marinhos, e aumentar o envolvimento das comunidades tradicionais nos esforços de conservação da biodiversidade, sendo reconhecido como um processo fundamental para a tomada de decisão^{2,8}.

Portanto, o conhecimento ecológico tradicional de pescadores artesanais é uma fonte de informação essencial para entender como as espécies ameaçadas utilizam a região estudada. Assim, na segunda fase do *Projeto Biota*, foi realizado o levantamento do conhecimento ecológico tradicional dos pescadores artesanais com o objetivo de complementar as informações previamente obtidas durante os workshops com os especialistas. Conduzimos entrevistas com pescadores artesanais em algumas comunidades do Complexo Estuarino de Paranaguá, principalmente na Baía de Paranaguá, utilizando técnicas de mapeamento participativo para identificar as áreas de ocorrência e o uso de habitat das espécies avaliadas, de acordo com a percepção dos pescadores. Destacamos que as comunidades pesqueiras que residem no interior do setor norte do CEP, incluindo as Baías de Laranjeiras e Pinheiros, não foram visitadas e, portanto, estas regiões não foram totalmente contempladas no mapeamento.

Aprovado pelo Comitê de Ética de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Paraná sob o número CAAE 62458122.8.0000.0214. Cadastrado no SisGen números A7A58F6, AAC6779 e AD2B10D.



Workshop do *Projeto Biota* em Paranaguá/PR

Com base nas informações geradas a partir da compilação dos resultados dos workshops com especialistas e do levantamento do conhecimento ecológico tradicional de pescadores artesanais, foi possível mapear as áreas de maior concentração e importância ecológica para cada uma das espécies avaliadas, as quais foram identificadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade marinha no Complexo Estuarino de Paranaguá. Nos próximos capítulos, apresentamos mais informações sobre cada uma das espécies avaliadas pelo projeto e as áreas de importância para a conservação destas espécies considerando a metodologia aqui descrita.

A utilização desta abordagem espacial, integrando o conhecimento empírico de pesquisadores especialistas em megafauna marinha e o conhecimento ecológico tradicional de pescadores artesanais, tornou-se uma ferramenta participativa extremamente valiosa para a tomada de decisão. Entretanto, cabe ressaltar que este processo deve ser dinâmico, e à medida que mais dados são incorporados aos já existentes, será possível identificar áreas prioritárias para a conservação das espécies ameaçadas com melhor precisão. Além disso, para que a conservação de espécies altamente móveis como a megafauna marinha seja efetiva, devem ser utilizadas diferentes estratégias de gestão, integrando abordagens espaciais de conservação (por exemplo, unidades de conservação marinhas), medidas dinâmicas de manejo espaço-temporal (por exemplo, áreas de restrição pesqueiras)¹³, e o estabelecimento de medidas e ações eficazes para redução dos impactos de atividades humanas específicas.

Referências Bibliográficas

- 1 - Myers, N. et al (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.
- 2 - Ehler, C. & Douvère, F. (2009). Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme, v. IOC Manual, n. 6, p. 1-98.
- 3 - Kelleher, G. (1999). Guidelines for Marine Protected Areas. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK, 107pp.
- 4 - Edgar, G. J. et al. (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, v. 506, n. 7487, p. 216-220.
- 5 - Maxwell, S. L. et al. (2020). Area-based conservation in the 21st century. *Nature*, 586, 217-227.
- 6 - Margules, C. R. & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(May), 243-253.
- 7 - Selig, E. R. et al. (2014). Global Priorities for Marine Biodiversity Conservation. *PLoS ONE*, 9(1), 1-11
- 8 - Groves, C.R. & Game, E.T. (2016). Conservation Planning: informed decisions for a healthier planet. Greenwood Village Colorado: Robert and Company Publishers, 580pp.
- 9 - IUCN – SSC Species Conservation Planning Sub-Committee. (2017). Guidelines for Species Conservation Planning. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN. xiv + 114 pp
- 10 - Groves, C.R. et al. (2002). Planning for biodiversity conservation: Putting conservation science into practice. *BioScience*, v. 52, n. 6, p. 499-512.
- 11 - Gownaris, N.J. et al. (2019). Gaps in Protection of Important Ocean Areas: A Spatial Meta-Analysis of Ten Global Mapping Initiatives. *Frontiers in Marine Science*, v. 6, n. October 2019, p. 1-15.
- 12 - Diegues, A.C. & Arruda, R.S.V. (2001). Saberes Tradicionais e Biodiversidade no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 176p.
- 13 - Sequeira, A. M. M. et al. (2019). Overhauling Ocean Spatial Planning to Improve Marine Megafauna Conservation. *Frontiers in Marine Science*, v. 6, p. 1-12.





TARTARUGA-VERDE

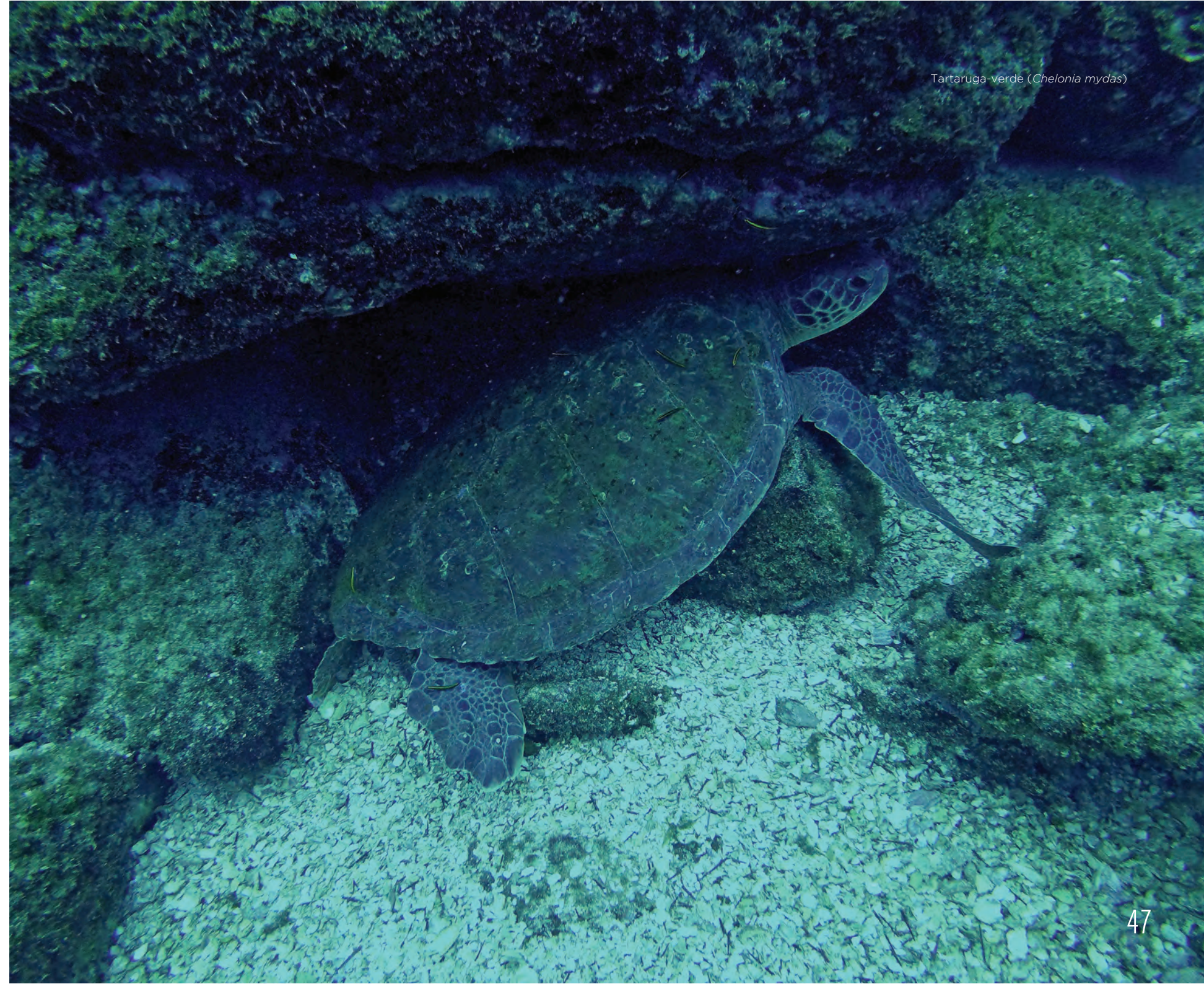
Gabriel F. da Fonseca, Isadora Nunes Petrucci, Luciana R. Gama,
Stephane P.G. de Moura, Tawane Y. Nunes, Camila Domit

Características biológicas e ecológicas da espécie

Tartaruga marinha é a denominação popular de sete espécies viventes de animais pertencentes à classe dos répteis (Reptilia), sendo elas: tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*), tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-de-kemp (*Lepidochelys kempii*), tartaruga-marinha-australiana (*Natator depressus*) e tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*). Estas espécies, pertencentes às famílias Cheloniidae e Dermochelyidae, são resultado de um processo evolutivo de ocupação do ambiente marinho conduzido por ancestrais das tartarugas marinhas modernas do início do período Cretáceo, a mais de 110 milhões de anos¹. Dentre as principais adaptações destes animais para a utilização do ambiente marinho estão a glândula de sal (especializada na excreção do sal ingerido durante a alimentação) e a morfologia hidrodinâmica (carapaça achatada e nadadeiras que substituem os membros dianteiros e traseiros, as quais facilitam a locomoção no ambiente marinho)². Atualmente, cinco espécies de tartarugas marinhas ocorrem no Brasil, sendo a tartaruga-verde uma das mais frequentes no oceano Atlântico Sul-Occidental, e a que apresenta hábito mais costeiro em relação às outras espécies^{3,4}.

As tartarugas-verde possuem um longo ciclo de vida, caracterizado pelas migrações periódicas e sazonais (que podem chegar a milhares de quilômetros) entre áreas reprodutivas e múltiplas áreas de alimentação, dispostas ao longo de sua ampla distribuição nas águas tropicais e subtropicais nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico⁵. Logo em seu nascimento, a partir da eclosão dos ovos, as tartarugas-verde se deslocam rumo ao oceano aberto e, em seus primeiros anos de vida, permanecem em áreas de maior profundidade e maiores temperaturas. Quando juvenis, apresentam preferência por ocupar áreas costeiras rasas e entornos de ilhas rochosas. Neste período, as tartarugas-verde realizam constantes deslocamentos entre diferentes zonas de alimentação até atingirem a maturidade, entre 20 e 30 anos. Na fase adulta, as tartarugas-verde migram durante as temporadas reprodutivas para acasalar, processo que precede o retorno das fêmeas para as praias de nidificação em que nasceram, localizadas em ilhas oceânicas, nas quais realizam a desova, comportamento conhecido como filopatria natal⁶.

A determinação sexual das tartarugas marinhas (ou seja, processo de desenvolvimento de órgãos reprodutores masculinos ou femininos) ocorre na terceira fase do período de incubação dos ovos, sendo dependente da temperatura ambiental do local de incubação. Temperaturas mais altas, acima de 31°C provocam o desenvolvimento de fêmeas, enquanto temperaturas mais baixas, entre 28°C e 30°C resultam em machos. O ponto em que ocorre o balanço da proporção sexual é conhecido como temperatura pivotal, gerando uma proporção que pode ser diferente de 1:1, pois varia entre populações⁷. O dimorfismo sexual (diferenciação morfológica entre machos e fêmeas) é visível apenas em indivíduos adultos: machos possuem cauda e garras maiores, e plastrão mais côncavo do que as fêmeas, características que auxiliam o macho a ficar unido à fêmea durante a cópula⁸.



Os diferentes habitats utilizados pelas tartarugas-verde em suas fases do ciclo de vida requerem distintos comportamentos alimentares. Na fase juvenil, no pré-recrutamento da zona oceânica para costeira, a tartaruga-verde é onívora com tendência à carnivoría, alimentando-se de organismos planctônicos, como crustáceos, celenterados e ctenóforos. Ainda quando juvenil, após o recrutamento para zona costeira, dependendo do local de chegada na costa, apresenta maior tendência a herbivoría ou mantém a onivoría, alimentando-se principalmente de gramas marinhas, macroalgas, propágulos de mangue e de diversas espécies de invertebrados, incluindo organismos gelatinosos e lulas^{9,10,11,12,13}. O padrão de alimentação não é o mesmo nas diferentes regiões climáticas: em zonas temperadas e subtropicais, por exemplo, os juvenis da espécie podem se deslocar continuamente entre as áreas costeiras e oceânicas, devido a alterações na temperatura da água do mar e na disponibilidade de alimentos, tendo assim uma dieta mais diversa e com alto consumo de itens de origem animal, mesmo após o recrutamento para a zona costeira^{13,14,15}.



A diversidade e determinação de espécies que compõem os itens alimentares consumidos pela espécie auxiliam na identificação da área de alimentação utilizada pelos indivíduos, e permite tanto conhecer mais sobre a conexão entre ambientes usados pela espécie quanto realizar estudos de ecologia alimentar^{10,11,12}. Estes estudos visam relacionar a dieta da espécie com fatores intrínsecos, como o tamanho da carapaça, idade, origem genética; e com fatores extrínsecos, como os ambientais (ex. temperatura da água do mar e estações do ano), permitindo avaliar tanto a relação da tartaruga com seu habitat e quanto a qualidade desse ambiente. Em uma mesma área de alimentação, por exemplo, indivíduos de diferentes tamanhos podem apresentar dietas distintas^{11,12}, assim como são observadas variações relacionadas a um maior consumo de itens de origem animal nas estações de inverno e outono, que possuem temperaturas mais baixas, devido não só a menor disponibilidade de itens de origem vegetal no ambiente, como também por seu elevado valor energético^{16,17}. O consumo de itens distintos também reflete o uso de diferentes ambientes pelos animais, resultando em variações biológicas individuais, além das populacionais já conhecidas.

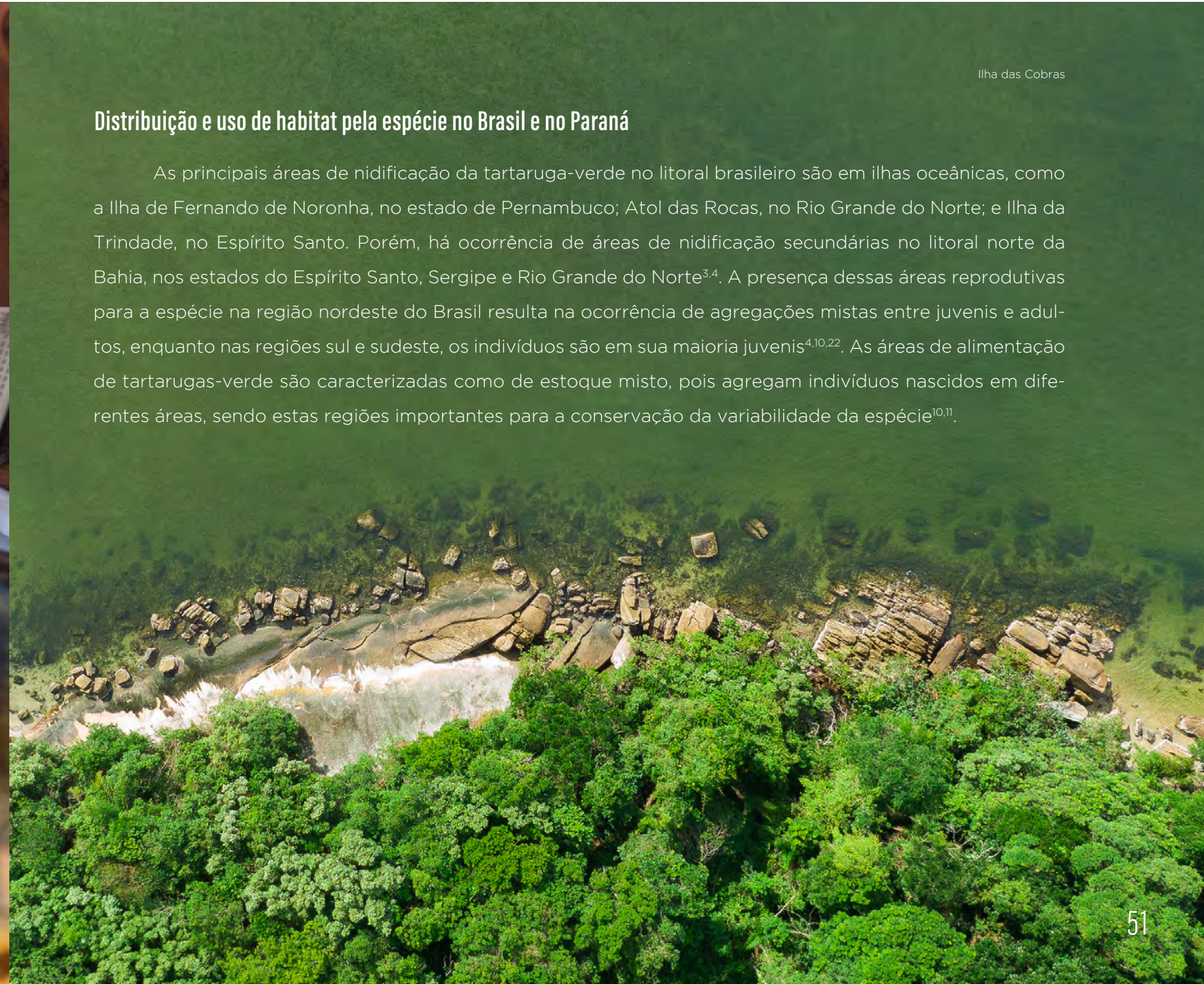


As tartarugas-verde que utilizam a costa brasileira têm origem em ao menos doze sítios de nidificação¹⁸ e considerando o que se conhece em termos genéticos, padrões biológicos e ecológicos, incluindo o comportamento de migração, são agrupadas em unidades de manejo distintas¹⁹. As variações populacionais e individuais são fundamentais para a manutenção da espécie, além de evidenciarem capacidades distintas destes animais em se relacionarem com o ambiente, também podem indicar sua resiliência às alterações ambientais causadas pela degradação ecossistêmica e mudanças climáticas^{20,21}. Compreender e monitorar as variações biológicas e ecológicas das tartarugas-verde são ações prioritárias para traçar planos de manejo e priorizar áreas para conservação da espécie.



Distribuição e uso de habitat pela espécie no Brasil e no Paraná

As principais áreas de nidificação da tartaruga-verde no litoral brasileiro são em ilhas oceânicas, como a Ilha de Fernando de Noronha, no estado de Pernambuco; Atol das Rocas, no Rio Grande do Norte; e Ilha da Trindade, no Espírito Santo. Porém, há ocorrência de áreas de nidificação secundárias no litoral norte da Bahia, nos estados do Espírito Santo, Sergipe e Rio Grande do Norte^{3,4}. A presença dessas áreas reprodutivas para a espécie na região nordeste do Brasil resulta na ocorrência de agregações mistas entre juvenis e adultos, enquanto nas regiões sul e sudeste, os indivíduos são em sua maioria juvenis^{4,10,22}. As áreas de alimentação de tartarugas-verde são caracterizadas como de estoque misto, pois agregam indivíduos nascidos em diferentes áreas, sendo estas regiões importantes para a conservação da variabilidade da espécie^{10,11}.





Dentre as áreas de alimentação que recebem animais de diversos estoques populacionais ao longo de todo o ano, está o litoral do Paraná, em particular o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). Nesta região, indivíduos juvenis de tartaruga-verde, com idades entre dois e dezesseis anos, têm sido registrados constantemente ao longo dos anos^{23,24}. Avaliações genéticas realizadas em indivíduos do CEP indicaram a Ilha de Ascensão, a região do Caribe e algumas localidades da costa africana como os locais mais prováveis de nascimento^{18,23}. O CEP é considerado uma importante área para juvenis de tartarugas-verde, pois nesta área os animais encontram uma rica diversidade de habitats, como manguezais, costões rochosos e planícies de maré^{11,25,26}. Estes ambientes contribuem para o desenvolvimento de propágulos de mangue, macroalgas e gramas marinhas que são alguns dos itens consumidos pelos juvenis da espécie no litoral do Paraná^{11,27}.

Na área central do CEP (entorno da Ilha das Cobras e Ilha do Mel) é encontrada a maior densidade conhecida de tartarugas-verde no litoral do Paraná. Esta alta densidade ocorre devido às características naturais das ilhas que promovem áreas de descanso e alimentação para as tartarugas^{20,28}. Conforme estudos com base em tartarugas-verde juvenis rastreadas por satélite, a região do CEP e o entorno da Ilha do Mel são prioritárias para a conservação e de grande preocupação devido aos múltiplos impactos aos quais os animais estão expostos²⁰. Especificamente na região da Ilha das Cobras, os resultados de um monitoramento sistemático realizado desde 2014 destacam a importância do local para a espécie, incluindo indivíduos que mantêm residência sazonal e uso concentrado dos ambientes do entorno²⁸. Estima-se que nesta região habitam aproximadamente 130 tartarugas-verde, que demonstram fidelidade à área de forrageio de 30 km² no entorno da Ilha das Cobras por ali apresentarem seus locais de maior concentração, apesar de também utilizarem outras localidades do CEP²⁸.

Geralmente as tartarugas-verde permanecem alimentando-se e descansando nessa região por três meses, antes de se deslocarem para outras áreas de alimentação no Paraná e ao longo da costa brasileira. Entre alguns resultados interessantes, destacam-se tartarugas que permaneceram por mais de três anos neste local²⁸, animais que foram marcados com transmissores no Paraná e seguiram até a Bahia, nordeste brasileiro, e animais marcados com transmissores na Argentina e que vieram para o CEP. Em geral, considerando os resultados obtidos, após deixarem o litoral do Paraná, os juvenis da espécie se deslocam para direção norte, em busca de águas mais quentes para alimentação²⁸.

Assim, considerando este contexto e com base nas metodologias descritas no *Capítulo 2*, foi possível mapear e identificar as áreas de maior importância ecológica para a conservação da tartaruga-verde no Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 02) no âmbito do *Projeto Biota*.



Taggeamento de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) durante expedição do Projeto Biota

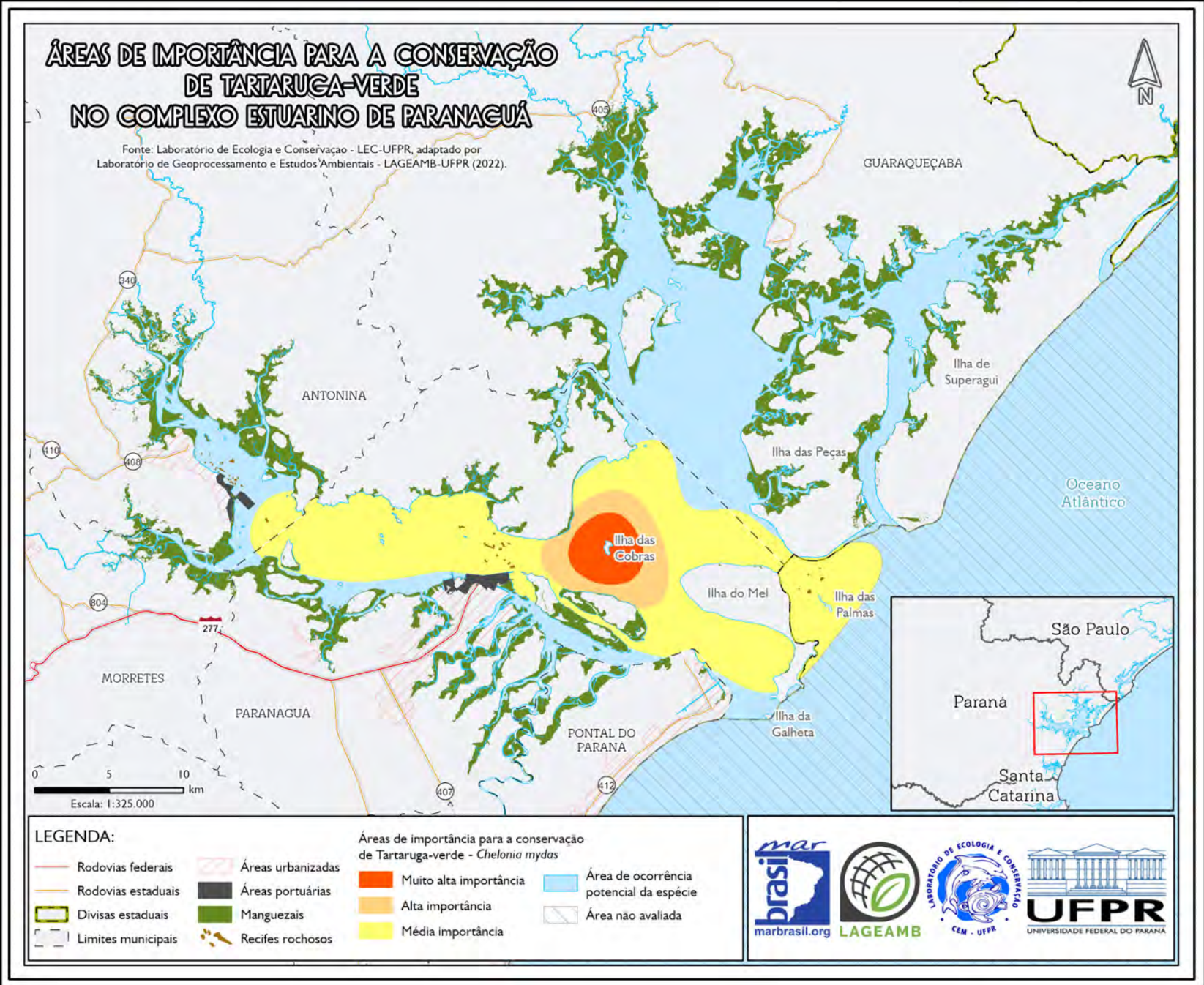


Figura 02: Áreas de importância para a conservação da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná.

Desta forma, a área do entorno da Ilha das Cobras foi identificada como uma área crítica e de alta ocorrência para a espécie, e, portanto, de elevada importância para a conservação da tartaruga-verde no Paraná. Cabe destacar que o setor norte do CEP não foi avaliado neste mapeamento, sendo necessário maiores estudos para aprimorar e complementar as áreas de maior ocorrência e importância para a espécie na região.

Principais ameaças à espécie no litoral paranaense

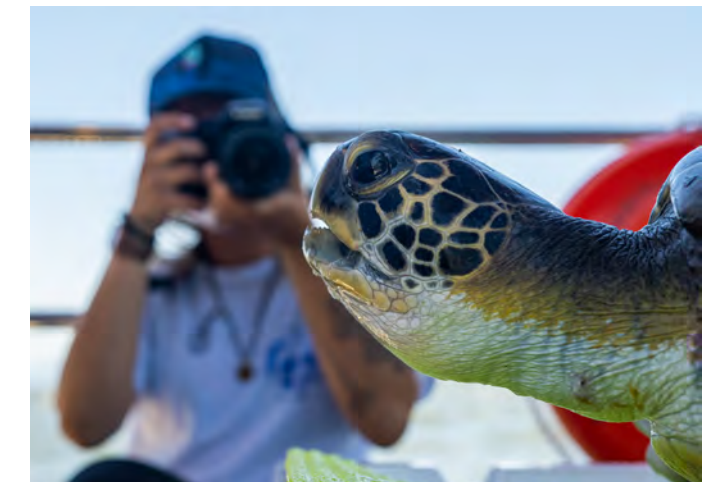
Devido ao hábito costeiro das tartarugas-verde em grande parte de seu ciclo de vida, a espécie está exposta a uma série de impactos múltiplos e cumulativos provenientes das atividades antrópicas da zona costeira^{4,29}. As atividades antrópicas e suas consequências, como a captura incidental pela pesca industrial e artesanal, colisão com embarcações turísticas e portuárias, sucção ou mutilação por dragas, ingestão de lixo, contaminação química, e a degradação de áreas de alimentação são citados, atualmente, como as principais causas do declínio das populações de tartarugas marinhas⁴. Tais impactos estão presentes no litoral paranaense, o qual apresenta áreas consideradas como de grande ameaça aos juvenis de tartaruga-verde²⁰, além de ter alto registro de mortalidade de juvenis da espécie³⁰.

Entre as atividades antrópicas, as capturas incidentais nas pescarias são consideradas globalmente como a maior ameaça à conservação das espécies de tartarugas marinhas, incluindo as tartarugas-verde^{19,27,31}. As interações das tartarugas com as atividades pesqueiras têm sido reportadas por diversos estudos em esfera global³², com registros que incluem capturas incidentais em pescarias com cercos-fixos, espinhel pelágico, redes de arrasto, e redes de emalhe. As redes de emalhe das pescarias artesanais, por exemplo, são consideradas a principal causa de morte de tartarugas-verde juvenis ao longo de todo o litoral brasileiro³³.

Comunidades pesqueiras tradicionais compõem a frota artesanal do litoral do estado do Paraná, com uma importância significativa para o sustento e a manutenção dos modos de vida tradicionais caiçara³⁴. De modo geral, os pescadores artesanais exercem suas atividades na zona estuarina e costeira ao longo do ano todo³⁵, principalmente em habitats caracterizados por alta biomassa e com a presença de espécies-alvo de maior valor econômico. Entretanto, pelas mesmas características favoráveis às pescarias, essas áreas também são significativas para alimentação e proteção das tartarugas marinhas. Esta sobreposição de uso de área potencializa os riscos de capturas incidentais durante a alimentação ou deslocamento dos animais e potencializam os conflitos ecológicos, sociais e econômicos gerados pela interação³¹. Os impactos de redes de pesca e das capturas são evidenciados pelo registro de 4.560 encalhes de tartarugas-verde no litoral paranaense entre setembro de 2015 e dezembro de 2021, pelo Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS)²⁴. Destes encalhes, pouco mais de 10% (n = 474) apresentavam indícios de interação com atividade pesqueira, 628 indícios de interação com resíduos sólidos, 57 indícios de agressão e 44 indícios de interação com embarcações. Todos os animais encontrados eram juvenis, com tamanho curvilíneo de carapaça entre 21,6 e 70,6 centímetros.

A poluição por resíduos sólidos, principalmente plásticos, também afeta negativamente a vida das tartarugas-verde juvenis no estado do Paraná. Em geral, de 70 a 90% das tartarugas analisadas ingeriram algum tipo de lixo plástico^{11,36}. Dentre os principais tipos de lixo ingerido pelas tartarugas estão os fragmentos de sacola plástica e de plásticos duros como tampinhas de garrafa³⁶. As altas taxas de ingestão refletem a alta disponibilidade de plásticos nas praias e estuários da região^{36,37,38}.

Além dos diversos impactos diretos causados pelas atividades humanas, o aquecimento global também impacta as tartarugas marinhas. Alterações na temperatura da água do mar alteram a proporção sexual nas áreas de desova e a disponibilidade de alimento, e consequentemente a dieta nas áreas de alimentação. Como as tartarugas são animais ectotérmicos, a temperatura influencia diretamente na sua capacidade metabólica e no seu crescimento¹³. Eventos climáticos como El Niño (que causa aumento da temperatura e das chuvas) e La Niña (diminuição da temperatura e das chuvas) têm impacto direto nos itens alimentares consumidos pela espécie, também causam alteração no habitat de alimentação e consequente exposição a diferentes impactos antrópicos¹³.



Equipe de veterinários do LEC (Laboratório de Ecologia e Conservação do Centro de Estudos do Mar da UFPR) analisando a saúde de uma tartaruga-verde (*Chelonia Mydas*)

Além dos impactos citados terem potencial de causar a mortalidade de indivíduos, o efeito negativo conjunto destas atividades antrópicas costeiras pode afetar a saúde e a viabilidade das populações de tartarugas marinhas. No litoral do Paraná, avaliações de saúde mostram que 50% das tartarugas-verde juvenis encontram-se afetadas por tumores sugestivos de fibropapilomatose^{36,39}. A fibropapilomatose é uma doença causada por um vírus, mas o desenvolvimento dos tumores nas tartarugas está ligado à baixa qualidade do ambiente em que elas estão inseridas⁴⁰. Ainda, animais imunossuprimidos e com doenças caracterizadas como emergentes têm sido registrados na região^{39,41}, os quais são indicadores claros de que a condição de saúde do oceano vem afetando o bem-estar da biodiversidade.



Tartaruga-verde (*Chelonia Mydas*) com fibropapilomatose



Em virtude dos impactos oriundos destas atividades, a espécie encontra-se mundialmente ameaçada de extinção na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), na categoria “Em Perigo” (EN)⁴². Em âmbito nacional, a espécie recentemente foi considerada como “Quase Ameaçada” após vários anos figurando na lista vermelha brasileira de fauna ameaçada de extinção, sendo dependente de esforços de conservação para a manutenção dessa condição⁴³. Ainda assim, considerando as baixas taxas de crescimento populacional e a maturação sexual tardia da espécie, os índices de mortalidade observados para a população pelo PMP-BS, e a dificuldade de se compreender os efeitos sinérgicos dos múltiplos e cumulativos impactos decorrentes de atividades antrópicas na região, é imperativa a continuidade dos esforços de pesquisa, mitigação e monitoramento de impactos, além da atuação conjunta de governo, ciência e sociedade, para a conservação da espécie no litoral paranaense.

Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC - UFPR)

<http://www.lecufpr.net/>

Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMO-BS)

<https://simba.petrobras.com.br/simba/web>

Equipe do LEC realizando a captura intencional de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) na Ilha das Cobras

Referências Bibliográficas

1 -Hirayama, R. (1998) Oldest known sea turtle. *Nature*, 392, 705–708.

2 - Pough, F.H.; Heiser, J.B.; Mcfarland, W.N. A vida dos vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2003.

3 -Almeida, A.P. et al. (2011) Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 1: 12-19.

4 - ICMBIO (2011) Plano de ação nacional para conservação das tartarugas marinhas. In Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Sales, G. (Eds), Vol. 25. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio.

5 - Plotkin, P. (2003) Adult Migrations and Habitat Use. In Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J. (Eds) *The biology of sea turtles: volume II* (pp. 243–249). CRC Press.

6 - Bolten, A.B. (2003) Variation in Sea Turtle Life History Patterns: Neritic vs. Oceanic Developmental Stages. In Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J. (Eds.) *The biology of sea turtles: volume II* (pp. 243–249). CRC Press.

7 - Wibbels, T. (2003) Critical approaches to sex determination in sea turtles. In: Lutz, P. L., Musick, J. A. & Wyneken, J. (Eds) *The biology of sea turtles*. Washington: CRC Press.

8 - Godley, B. J. et al. (2002) Reproductive seasonality and sexual dimorphism in green turtles. *Marine Ecology Progress Series*, 226:125-133.

9 - Musick, J.A. & Limpus, C.J. (1997) Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds) *The biology of sea turtles: volume I* (pp. 137–163). CRC Press.

10 - Santos, R.G. et al. (2015) Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment. *Marine Ecology Progress Series* 529(1981): 265–277.

11 - Gama, L. R. et al (2016) Green turtle (*Chelonia mydas*) foraging ecology at 25° in the western Atlantic: evidence to support a feeding model driven by intrinsic and extrinsic variability. *Marine Ecology Progress Series* 542: 209-219.

12 - Vélez-Rubio, G.M. et al. (2018) Pre and post-settlement movements of juvenile green turtles in the Southwestern Atlantic Ocean. *J Exp Mar Bio Ecol* 501:36–45.

13 - Esteban, N. et al. (2020). A global review of green turtle diet: sea surface temperature as a potential driver of omnivory levels. *Marine Biology*, 167, 183.

14 - González-Carman V. et al. (2012) Revisiting the ontogenetic shift paradigm: The case of juvenile green turtles in the SW Atlantic. *J Exp Mar Bio Ecol* 429:64–72.

15 - Vélez-Rubio, G.M. et al. (2016) Ontogenetic dietary changes of green turtles (*Chelonia mydas*) in the temperate southwestern Atlantic. *Marine Biology* 163:1–16.

16 - Bjorndal, K. A. (1980) Nutrition and grazing behavior of the green turtle, *Chelonia mydas*. *Marine Biology* 56:147–154.

17 - Brand-Gardner S.J., Limpus C.J., Lanyon J.M. (1999) Diet selection by immature green turtles, *Chelonia mydas*, in subtropical Moreton Bay, south-east Queensland. *Australian Journal of Zoology* 47:181-191.

18 - Savada, C.S. et al. (2021) Multiple haplotypes of *Chelonia mydas* juveniles in a threatened hotspot area in Southern Brazil. *Genetics and Molecular Biology* 44(3): e20200410.

19 - Wallace, B. P. et al. (2011). Global conservation priorities for marine turtles. *PloS One*, 6(9), e24510.

20 - Fuentes, M.M.P.B. et al. (2020) Cumulative threats to juvenile green turtles in the coastal waters of southern and southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation* 29(6): 1783–1803

21 - Hawkes, L.A. et al. (2009) Climate change and marine turtles. *Endangered Species Research*, 7,137-154.

22 - Colman, L.P. et al. (2015) Long-term growth and survival dynamics of green turtles (*Chelonia mydas*) at an isolated tropical archipelago in Brazil. *Marine Biology* 162(1): 111-122.

23 - Andrade, M.F. et al. (2016) Appropriate morphometrics for the first assessment of juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) age and growth in the south-western Atlantic. *Marine Biology* 163(12): 254

24 - IBAMA (2018). SIMBA (Sistema de Monitoramento da Biota Aquática). Disponível em <https://simba.petrobras.com.br/simba/web/>.

25 - Lana, P.C. et al. (2001) The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In Seelinger, U. and Kjerve, B. (Eds) *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Ecological Studies, 2001. v.144, p: 131-145.

26 - Gama, L. R. (2021). Dieta, comportamento e ecologia trófica de tartarugas-verde (*Chelonia mydas*) no Oceano Atlântico Sul Ocidental. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

27 - Guebert-Bartholo, F. M. et al. (2011) Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá estuary, Brazil. *Endangered Species Research* 13: 131-143.

28 - Nunes, T. Y. (2021). Ecologia Populacional e Espacial de Tartarugas-verde Juvenis, *Chelonia mydas*, no Litoral do Paraná, Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

29 - Domiciano, I.G., Domit, C., Bracarense, A.P.F.R.L. (2017). The green turtle *Chelonia mydas* as a marine and coastal environmental sentinel: anthropogenic activities and diseases. *Seminario: Ciências Agrárias*, 38(5): 3417-3434.

30 - Cantor, M. et al. (2020) High incidence of sea turtle stranding in the southwestern Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science* 77(5): 1864–1878

31 - López-Barrera, E.A., Longo, G.O., Monteiro-Filho, E.L.A. (2012) Incidental capture of green turtle (*Chelonia mydas*) in gillnets of small-scale fisheries in the Paranaguá Bay, Southern Brazil. *Ocean & coastal management* 60:11-18.

32 - Castro, J. et al. (2017). Sea turtles by-catch during El Niño 1997-1998, in northern Peru. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(4), 970-979.

33 - Marcovaldi, M. A. et al. (2006). Sea turtles and fishery interactions in Brazil: identifying and mitigating potential conflicts. *Marine Turtle Newsletter*, 112(1), 4-8.

34 - Diegues, A.C.S. (1988) Diversidade biológica e culturas tradicionais litorâneas: o caso das comunidades caiçaras. USP.

35 - Isaac, V.J. et al. (2006) A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Belém: UFPA.

36 - Nunes, T. Y., Broadhurst, M. K., Domit, C. (2021). Selectivity of marine-debris ingestion by juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) at a South American World Heritage Listed area. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112574

37 - Krelling, A. P. et al. (2017). Transboundary movement of marine litter in an estuarine gradient: Evaluating sources and sinks using hydrodynamic modelling and ground truthing estimates. *Marine Pollution Bulletin*, 119(1), 48–63.

38 - Mengatto, M. F. & Nagai, R. H. (2022). A first assessment of microplastic abundance in sandy beach sediments of the Paranaguá Estuarine Complex, South Brazil (RAMSAR site). *Marine Pollution Bulletin*, 177, 113530.

39 - Domiciano, I.G. et al. (2019). Chelonid Alphaherpesvirus 5 DNA in Fibropapillomatosis-Affected *Chelonia mydas*. *EcoHealth*, 16: 248–259.

40 - Santos, R. G. et al (2010). Relationship between fibropapillomatosis and environmental quality: a case study with *Chelonia mydas* off Brazil. *Diseases of Aquatic Organisms*, 89(1), 87–95.

41 - Domiciano, I. G. et al. (2022) Bacterial and fungal pathogens in granulomatous lesions of *Chelonia mydas* in a significant foraging ground off southern Brazil. *Veterinary Research Communications*, 46, 859–870.

42 - Seminoff, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.) (2004) *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species.

43 - ICMBio/MMA (2018) Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume IV - Répteis. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF. 255 pp.





Foto: Athila Bertoncini (Projeto Meros do Brasil)

MERO

Claudia Namiki, Matheus Oliveira Freitas, Johnatas Adelir Alves,
Leonardo Bueno, Marcelo Soeth

Características biológicas e ecológicas da espécie

O mero é um peixe de grande porte, representante da megafauna marinha que habita os mares tropicais e subtropicais ao longo de milhares de anos¹, podendo ultrapassar os dois metros de comprimento e pesar mais de 400 kg. Seu nome científico é *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822). *Epinephelus* vem do grego epinephelos, que significa nublado, e *itajara* tem origem no tupi-guarani e significa senhor das pedras, fazendo jus ao seu grande porte e ao hábito de viver associado a estruturas rígidas com abrigo, como recifes naturais (e.g. recifes rochosos e recifes biogênicos) e recifes artificiais (e.g. naufrágios, pilares de plataformas de petróleo, pontes e marinas)^{2,3,4}. Este peixe imponente ocorre nos dois lados do Oceano Atlântico: na costa do continente africano desde o Senegal até o Congo e na costa do continente americano, da Flórida, nos Estados Unidos, até Santa Catarina, no Brasil^{2,5,6}.

Durante a fase adulta o mero tem poucos predadores conhecidos na natureza, sendo predado por grandes tubarões. É um peixe predador carnívoro de topo de cadeia e tem uma dieta bastante variada e que muda ao longo do seu crescimento, se alimentando principalmente de camarões e siris quando pequenos, e de polvos, lagostas, tartarugas e outros peixes, como raias, baiacus, bagres⁷ e pequenos tubarões quando adultos. Através da sua alimentação, o mero controla o tamanho das populações desses organismos que, por sua vez, controlam as populações de outras espécies. Por isso, se muitos meros forem retirados dos ambientes onde vivem, as relações entre as espécies podem ser alteradas, prejudicando o funcionamento dos ecossistemas marinhos.

Na maior parte do ano os meros adultos costumam viver solitários ou em pequenos grupos. No entanto, durante o período reprodutivo, que no Brasil é do início de novembro até meados de março⁸, eles podem formar grandes grupos, chamados de agregados reprodutivos, com mais de 100 indivíduos^{8,9,10}. Os meros realizam longas migrações de mais de 500 km de distância entre os recifes onde residem e as áreas costeiras rasas (com profundidades menores do que 50 metros) próximas aos estuários, que são seus locais de desova^{8,11}. É nesse período que pescadores conseguem capturar muitos indivíduos sem grande esforço. A captura de indivíduos em um número maior do que a capacidade de regeneração da população, ou seja, sobre-exploração, foi, e ainda é a principal responsável pelo declínio populacional de inúmeras espécies de peixes, principalmente daquelas de grande porte e elevado valor comercial^{12,13,14}. Estes fatores aliados à poluição e degradação de habitats essenciais como recifes e manguezais potencializam essa tendência de declínio.

Foto: Robin Loose (Associação MarBrasil/Programa REBIMAR)

Os meros se tornam adultos somente a partir dos seis ou sete anos de idade². Isso significa que antes disso ainda não estão prontos para se reproduzir, mas como já tem cerca de 1 metro de comprimento e pesam mais de 30 kg, acabam sendo alvo da pesca. O problema é que, quando os peixes são capturados sem terem se reproduzido pelo menos uma única vez, eles não deixam descendentes para dar continuidade à existência da espécie. A maturação tardia, associada à grande longevidade da espécie, que pode viver mais de 37 anos, além da mudança de sexo (todos nascem fêmeas e alguns viram machos), são características biológicas que torna o mero uma espécie mais sensível à pressão de pesca desordenada.

Uma característica comportamental muito interessante do mero é a produção de um som similar a uma batida de tambor, que pode ser escutado a longas distâncias¹⁵. Este som é produzido através da contração de um músculo “sônico”, localizado atrás do opérculo e que é conectado às vértebras e à bexiga natatória¹⁶. Os meros emitem esse som como um sinal de aviso para aqueles que se aproximam e ameaçam seu território, e para encontrar parceiros e fazer a corte durante a época de reprodução¹⁵.

A desova dos meros ocorre principalmente na fase de lua nova^{8,11}, quando as noites são mais escuras. Reunidos em grandes cardumes, as fêmeas, que são maioria, liberam seus ovócitos (a famosa “ova”, como é popularmente conhecida) na água e são fecundados pelos espermatozoides liberados pelos machos. Este comportamento de desova parece ser uma adaptação para diminuir a visibilidade dos ovos e evitar a predação por outros peixes¹⁷. Os ovos e as larvas de meros são planctônicos, isto é, eles ficam à deriva na coluna d’água e são transportados pelas correntes e marés.



Larva de mero da Coleção Biológica Prof. Edmundo F. Nonato do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo



As larvas, quase invisíveis a olho nu, medem menos de 10 mm de comprimento¹⁸ e eclodem do ovo cerca de 24 horas após a fecundação, permanecendo entre 30 e 80 dias na coluna d'água¹⁹. Elas podem ser reconhecidas pelos seus espinhos longos e cheios de espículas presentes nas nadadeiras dorsal e pélvica¹⁸. Outras espécies da família Epinephelidae também possuem esse tipo de espinhos nas nadadeiras, mas a forma e o número de espículas são diferentes para cada espécie, e por isso podem ser utilizados na identificação dos indivíduos. Acredita-se que este tipo de espinho ajude na proteção contra predadores, uma vez que não são muito palatáveis, e na flutuação, já que proporcionam um aumento de área sem expressivo aumento do peso, diminuindo assim a taxa de afundamento da larva na água.

Os registros de larvas de meros são bastante raros, o que pode refletir a baixa abundância da população adulta. Ao largo da costa sudeste brasileira, as larvas de meros ocorrem nas águas da plataforma interna²⁰, que representam habitats para a espécie na fase adulta²¹, mas também houve registro na região oceânica, indicando o transporte das larvas pelas correntes para outras áreas. Sabe-se que as larvas de peixes recifais, em geral, podem usar pistas ambientais, como som e sinais químicos para orientarem-se no ambiente e encontrar um local adequado para o assentamento junto ao fundo^{22,23}. Nesse momento as larvas passam por uma transformação morfológica, ou uma fase de transição, e adquirem características morfológicas dos peixes adultos, sem, no entanto, estarem aptos a se reproduzir. Esses indivíduos são chamados de juvenis e, no caso do mero, passam a viver nos estuários, entre as raízes do mangue e substrato lamacento¹⁹ onde encontram proteção contra predadores e alimento em abundância³.

Distribuição e uso de habitat pela espécie no Paraná

O Paraná possui uma das maiores áreas de manguezais da costa brasileira, auxiliando na recuperação da população desta e de outras espécies que passam as fases iniciais do ciclo de vida nos estuários^{24,25}. O problema é que essas regiões que funcionam como berçário para os meros têm sido amplamente degradadas e destruídas pela expansão urbana e portuária^{26,27,28}, dificultado a recuperação da espécie.

No âmbito do *Projeto Biota*, foi possível mapear e identificar as áreas de maior importância ecológica para a conservação do mero no Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 03), de acordo com as metodologias descritas no *Capítulo 2*. Desta forma, as áreas de manguezais e com substrato rochoso, como a região das palanganas, a Ilha das Cobras, região em frente à Antonina, Ilha das Palmas e ao redor da Ilha do Mel, foram apontadas como áreas importantes para a conservação da espécie no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP).

A ciência cidadã tem se mostrado eficaz no auxílio da obtenção de dados de ocorrência de meros no CEP, provenientes de praticantes, conscientes, de pesca amadora. Desde 2018, a busca por informações em redes sociais e o envio espontâneo de informações por parte de pescadores e pescadoras amadores para a equipe do *Projeto Meros do Brasil* resultou no registro de 60 meros juvenis dentro do CEP, associados aos municípios de Paranaguá, Antonina e Guaraqueçaba.

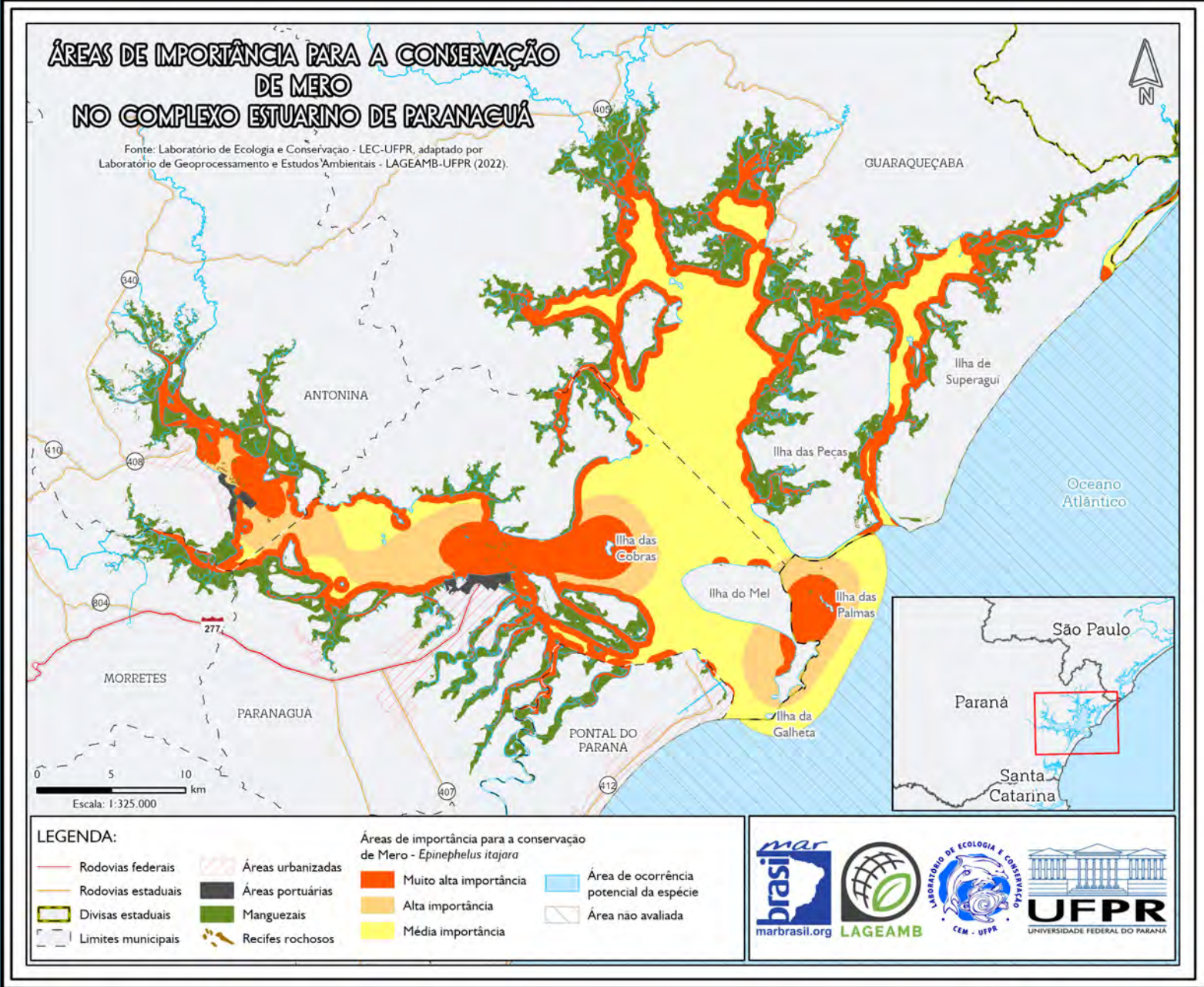


Figura 03: Áreas de importância para a conservação do mero (*Epinephelus itajara*) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná.

Principais ameaças à espécie no litoral paranaense

O ciclo de vida complexo torna o mero muito suscetível à extinção pela pesca excessiva e pela perda de habitat. Estes peixes gigantes são facilmente capturados durante as agregações reprodutivas por pescadores amadores subaquáticos e de linha e anzol, além de pescadores profissionais que utilizam espinhel. Esta pesca sem controle e a degradação do habitat, como a ocupação de áreas de manguezais, resultaram na redução das populações ao ponto da espécie se tornar comercialmente extinta no final dos anos 1980, e ser globalmente classificada como “Criticamente Ameaçada” de extinção pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN).

Na tentativa de proteger o mero da extinção, a sua pesca foi proibida em diversos lugares, como nos Estados Unidos a partir de 1990 e em algumas ilhas do Caribe em 1993. A moratória da pesca do mero nos Estados Unidos demonstrou ter algum efeito sobre a recuperação da espécie, e em 2021 o mero passou a ser classificado como “Vulnerável” na avaliação global da IUCN, mas com a ressalva de que sua população continua em declínio. No México, por exemplo, o mero está criticamente ameaçado de extinção, indicando que providências devem ser tomadas para evitar a sua extinção na região do Caribe Mexicano e Banco de Campeche²⁹. No Brasil, o mero foi a primeira espécie de peixe marinho a receber uma moratória de pesca, estabelecida em setembro de 2002, e atualmente está classificado como “Criticamente Ameaçado” na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção³⁰.

Foto: Robin Loose (Associação MarBrasil/Programa REBIMAR)

Apesar da proibição e da redução dos desembarques nas estatísticas oficiais, a pesca ilegal continua sendo praticada. Estima-se que 393 toneladas tenham sido desembarcadas anualmente entre 2003 e 2011 ao longo da costa brasileira³¹. Somente no Estado do Pará pelo menos 49,5 toneladas de meros foram desembarcadas entre 2008 e 2010, principalmente no município de Belém³². Também é possível observar através das mídias digitais, que o mero continua sendo capturado no litoral do Maranhão³³. Apesar de seu tamanho, o mero também sofre com a pesca de arrasto, sendo capturado como fauna acompanhante³⁸. Em regiões estuarinas, pesca do mero, principalmente de indivíduos juvenis, é realizada com covo, tarrafa e curral. No estado do Paraná, os meros, também conhecido como badejão, são infelizmente abatidos, sendo comercializados em mercados públicos de peixes da região, principalmente em Paranaguá e Curitiba.

Foto: Athila Bertoncini (Projeto Meros do Brasil)

Isso nos mostra que além de estabelecer medidas eficazes de conservação é necessário aumentar os esforços de fiscalização para cumprir a legislação vigente. Outra importante ferramenta para compreender quais são as principais ameaças sobre a espécie é aprofundar o conhecimento da sua biologia e ecologia, ou seja, descobrir onde vivem, o que comem e como se reproduzem. Nesse sentido, podemos comemorar o avanço na conservação da espécie nos últimos anos, no Brasil e no mundo^{8,5,7,34}.

Poucos são os dados para estimar precisamente as consequências ecológicas da degradação dos manguezais sobre as populações de meros. Mas, considerando que o seu recrutamento depende deste ambiente saudável e favorável para a sobrevivência dos juvenis, a preservação e conservação destas áreas e um planejamento espacial costeiro que mantenha os serviços ecossistêmicos^{35,36,37}, são formas de ampliar os esforços de conservação da espécie.

instituto Meros do Brasil
<https://institutomeros.org/index.php/pt/>



Meros estão muito susceptíveis à captura em recifes artificiais, tendo sido observadas denúncias de pescarias inclusive em locais de ancoragem de navios da frota mercante na área de espera dos portos de Paranaguá e de Antonina. Assim, a continuidade de medidas de conservação, baseadas em estudos que identifiquem os locais de agregação reprodutiva, de assentamento e de recrutamento da espécie são fundamentais para garantir a sustentabilidade das pescarias em um eventual cenário em que a espécie seja considerada, novamente, passível de exploração pesqueira.

Referências Bibliográficas

1 - Jackson, J.B.C. (2001). What was natural in the coastal oceans? Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 98: 5411-5418.

2 - Bullock L.H. et al. (1992). Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin 90: 243-249.

3 - Sadovy, Y. & Eklund, A. (1999). Synopsis of Biological Data on the Nassau Grouper, *Ephinephelus striatus*, and the Jewfish, *E. itajara*. NOAA Tech Rep. NMFS, 65 p.

4 - Hostim-Silva, M. et al. (2005). The “Lord of the Rock’s” conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes. Coral Reefs 24: 74-74.

5 - Damasceno, J.S. et al. (2015). Mitochondrial DNA evidence reflect an incipient population structure in Atlantic goliath grouper (*Epinephelus itajara*, Epinephelidae) in Brazil. Scientia Marina 79(4).

6 - Friedlander, A.M. et al. (2014). Marine communities on oil platforms in Gabon, West Africa: High biodiversity oases in a low biodiversity environment. PLoS One 9.

7 - Freitas, M.O. et al. (2015). Diet and reproduction of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (Actinopterygii: Perciformes: Serranidae), in Eastern Brazil. Acta Ichthyologica Et Piscatoria 45: 1-11.

8 - Bueno, L.S. et al. (2016). Evidence for spawning aggregations of the endangered Atlantic goliath grouper *Epinephelus itajara* in southern Brazil. Journal of Fish Biology, 1-14.

9 - Ellis R, Koenig C, Coleman F. (2014). Spawning-related movement patterns of goliath grouper (*Epinephelus itajara*) off the Atlantic coast of Florida. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute 66: 395-400.

10 -Koenig, C., et al. (2017). Diel, lunar, and seasonal spawning patterns of the Atlantic goliath grouper, *Epinephelus itajara*, off Florida, United States. Bulletin of Marine Science 93, 391-406.

11 - Gerhardinger, L.C. et al (2006). Local Ecological Knowledge on the Goliath Grouper *Epinephelus itajara* (Teleostei: Serranidae) in Southern Brazil. Neotropical Ichthyology 4, 441-450.

12 - Van Overzee, H.M.J. & Rijnsdorp, A.D. (2014). Effects of fishing during the spawning period: implications for sustainable management. Reviews in Fish Biology and Fisheries 25, 65-83.

13 - Pauly, D., Watson, R., Alder, J. (2005). Global trends in world fisheries: Impacts on marine ecosystems and food security. Philosophical Transactions of the Royal Society B 360, 5-12.

14 - Sadovy de Mitcheson, Y. et al. (2013). Fishing groupers towards extinction: A global assessment of threats and extinction risks in a billion-dollar fishery. Fish and Fisheries 14, 119-136.

15 - Mann, D.A. et al. (2009). Goliath grouper *Epinephelus itajara* sound production and movement patterns on aggregation sites. Endangered Species Research 7, 229-236.

16 - Hazlett, B & Winn, H.E. (1962). Sound producing mechanism of the Nassau grouper, *Epinephelus striatus*. Copeia, 2, 447-449.

17 - Holt G.J., Holt, S.A., Arnold, C.R. (1985). Diel periodicity of spawning in sciaenids. Marine Ecology Progress Series 27, 1-7.

18 - Richards, W.J., Baldwin, C.C., Röpke, A. (2006). Serranidae: Sea basses. In Richards, W.J. (ed.). Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic, volume II. CRC Press, 1225-1331.

19 - Lara, M.R. et al. (2009). Early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. Endangered Species Research 7, 221-228.

20 - Santos, M.R. et al. (2019). Composition and distribution of Serranidae (Actinopterygii: Perciformes) larvae in the Southeastern Brazilian Bight. Brazilian Journal of Oceanography, v67:e19264

21 - Félix, F. C. & Hackradt, C. W. (2008). Populational study and monitoring of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822), in the coast of Paraná, Brazil. Natureza & Conservação 6(2), 141-156.

22 - Leis, J.M. (2006). Are larvae of demersal fishes plankton or nekton? Advances in Marine Biology 51, 57-141.

23 - Leis, J.M., Siebeck, U., Dixon, D.L. (2011). How Nemo finds home: the neuroecology of dispersal and of population connectivity in larvae of marine fishes. Integrative and Comparative Biology 51, 826-843.

24 - Lana, P.C. (2004). Novas formas de gestão dos manguezais brasileiros: a Baía de Paranaguá como estudo de caso. Desenvolvimento e Meio Ambiente 10, 169-174.

25 - Adelir-Alves, J. et al. (2019). O uso da ciência cidadã no estudo das ocorrências de *Epinephelus itajara* no Brasil. Livro De Resumos. XXIII Encontro Brasileiro de Ictiologia. pp. 855.

26 - Barletta, M. et al. (2010). Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. Journal of Fish Biology 76, 2118-2176.

27 - Osland, M.J. et al. (2018). Mangrove forests in a rapidly changing world: Global change impacts and conservation opportunities along the Gulf of Mexico coast. Estuarine and Coastal Shelf Science 214, 120-140.

28 - Valiela, I., Bowen, J.L., York, J.K. (2001). Mangrove Forests: One of the World’s Threatened Major Tropical Environments. Bioscience 51, 807.

29 - Bravo-Calderon, A. et al. (2021). Goliath grouper *Epinephelus itajara* oral history, use, and conservation status in the Mexican Caribbean and Campeche Bank. Endangered Species Research 45:283-300.

30 - BRASIL (2014). Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos.

31 - Giglio, V.J. et al. (2012). Landings of goliath grouper, *Epinephelus itajara*, in Brazil: Despite prohibited over ten years, fishing continues. Natureza & Conservação 12, 118-123.

32 - Pereira, L.J.G et al. (2021). Registros de capturas de mero *Epinephelus itajara* (Perciformes, Epinephelidae), uma espécie ameaçada de extinção no nordeste amazônico. Arquivos de Ciências do Mar, 54 (1), 35 - 149.

33 - Duailibe, I.C.F.S. et al. (2021). Uso de mídias digitais aplicado à estudos de conservação do mero *Epinephelus itajara* no litoral amazônico brasileiro. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia 31(1), 1-8.

34 - Giglio, V. et al (2014). Habitat use and abundance of goliath grouper *Epinephelus itajara* in Brazil: a participative survey. Neotropical Ichthyology 12, 803-810.

35 - Gillanders, B.M., Elsdon, T.S., Roughan, M. (2012). Connectivity of Estuaries. In: Treatise on Estuarine and Coastal Science. Elsevier Inc., pp. 119-142.

36 - Laegdsgaard, P. & Johnson, C. (2001). Why do juvenile fish utilize mangrove habitats? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 257, 229-253

37 - Mumby, P.J. & Hastings, A. (2008). The impact of ecosystem connectivity on coral reef resilience. Journal of Applied Ecology 45, 854-862.

38 - Bentes, B. et al (2019). Incidental catch of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) e *Epinephelus* sp (Bloch, 1793) in industrial fisheries of Brazilian Northern coast: a critical endangered species. Biota Amazônia, 9, 58-59.

Ilha das Palmas, pertence ao Complexo Estuarino de Paranaguá



TUBARÕES

Hugo Bornatowski, Natascha Wosnick, Angela Zaccaron da Silva

Características biológicas e ecológicas das espécie

A classe Chondrichthyes, composta pelas quimeras (subclasse Holocephalii), raias e tubarões (subclasse Elasmobranchii) tem como principais características ausência de bexiga natatória, um esqueleto composto primeiramente por cartilagem, o corpo recoberto por dentículos dérmicos e a presença de um par de órgãos copulatórios em machos, denominados cláspers¹. Esse grupo é composto por 52 espécies de quimeras, 537 espécies de tubarões e 635 espécies de raias^{1,2}, totalizando mais de 1.200 espécies de peixes cartilaginosos atualmente descritas. Os tubarões são divididos em oito ordens, e a maior parte das espécies pertence a ordem Carcharhiniformes (291), seguida da ordem Squaliformes (138)¹. De forma geral, os tubarões possuem corpo fusiforme, mas algumas espécies possuem o corpo achatado (por exemplo, tubarões do gênero *Squatina*), se assemelhando a uma raia. Como caracter diagnóstico, tubarões apresentam as fendas branquiais laterais ao corpo.

Tubarões podem alcançar grandes tamanhos, como é o caso das espécies filtradoras, como o tubarão-baleia (até 15 metros) e o tubarão-peregrino (até 12 metros). Entretanto, grande parte das espécies possui pequeno porte, alcançando até 1 metro de comprimento na idade adulta. Poucas espécies de tubarões são predadoras de presas grandes do tipo mamíferos aquáticos, tartarugas, peixes grandes e até mesmo outros elasmobrânquios. Dentro deste seleto grupo destacam-se o tubarão-branco, o tubarão-tigre, o tubarão-mangona, o tubarão-cabeça-redonda, os tubarões-martelo e o tubarão-cabeça-chata¹. Já o grupo das raias é composto por quatro ordens, com predominância de raias da ordem Rajiformes (295), seguida da ordem Myliobatiformes (213)². Diferente dos tubarões, as raias possuem corpo achatado e as fendas branquiais são localizadas na porção ventral do corpo, sendo esta a melhor forma de diferenciar uma raia de um tubarão. Dentre as raias, há uma predominância de espécies de pequeno e médio porte, mas algumas espécies podem alcançar grandes tamanhos, como é o caso da raia-manta (até sete metros) e dos peixes-serra (até seis metros).

Raia-viola-do-focinho-curto (*Zapteryx brevirostris*)Raia-manta (*Mobula birostris*) comparada a um mergulhador - Foto: Léo Francini

Enquanto grandes tubarões são conhecidos por sua importância ecológica como reguladores das cadeias tróficas³, as raias possuem um importante papel na ciclagem de nutrientes através de um processo denominado bioturbação (movimentação do substrato para a procura de presas enterradas que causa a ressuspensão de matéria orgânica e inorgânica)². Sua importância ecológica também reside no fato de que estes animais ocupam os mais diversos ambientes aquáticos, sendo encontrados em praticamente todos os mares e oceanos, ocupando ambientes marinhos (pelágicos e costeiros), estuarinos e até mesmo dulcícolas, como é o caso das raias de água-doce (*Potamotrygon* e *Paratrygon*)⁴. Tubarões e raias também podem realizar incursões esporádicas em ambientes mais diluídos, como é o caso do tubarão-cabeça-chata, que entra em rios e lagoas para se alimentar e dar à luz aos filhotes⁵.



Os elasmobrânquios no geral apresentam diversas características biológicas complexas, rivalizando até com algumas espécies de mamíferos, o que os torna particularmente vulneráveis às ações humanas. Por exemplo, a maioria das espécies de raias e tubarões possuem crescimento lento, maturidade sexual tardia e baixa fecundidade¹. De fato, algumas espécies são capazes de gerar apenas um filhote por gestação, que pode durar mais de um ano, com um intervalo de até dois anos entre períodos reprodutivos. Já outras espécies alcançam a maturidade sexual muito tarde, podendo ocorrer apenas aos 20 anos, e que podem viver mais de 40 anos. Recentemente foi descoberto que o tubarão-da-Groelândia, *Somniosus microcephalus*, é o animal vertebrado mais velho vivo, com aproximadamente 400 anos de vida, com maturidade total apenas aos 150 anos de idade⁶.

Em todas as espécies de raias e tubarões, a fertilização é interna, sendo realizada através da copulação. O desenvolvimento embrionário pode ser interno (viviparidade) ou externo, no qual o embrião é liberado no ambiente dentro de uma cápsula ovígera que se assemelha a um ovo (oviparidade)⁷. No caso da viviparidade, as fêmeas mantêm os filhotes no útero durante todo o desenvolvimento, e a nutrição da prole pode ocorrer via produção de vitelo, análogo de placenta, leite uterino ou ainda via canibalismo intrauterino, caracterizado pelo consumo de embriões/irmãos pelo filhote mais bem desenvolvido⁷. No caso da oviparidade, o filhote é mantido por uma reserva de vitelo até que esteja pronto para eclodir da cápsula. Há pouco ou nenhum cuidado parental neste grupo taxonômico, implicando que a prole, uma vez nascida, não recebe cuidados diretos dos pais e como resultado, precisa aprender a se alimentar, caçar, fugir de predadores e interagir com outros indivíduos da mesma espécie, por conta própria.

Atualmente, a maior ameaça à conservação destes animais é a sobrepesca, resultando em declínios populacionais que podem chegar até 90% para algumas espécies em algumas regiões^{8,9}. A pesca de elasmobrânquios é uma prática tradicional e altamente lucrativa, tanto no setor artesanal como no industrial. A captura direcionada visando a retirada das barbatanas é reconhecida como o maior condutor dos declínios observados nas últimas décadas^{8,10}. Mesmo em países ocidentais, onde o consumo de barbatanas não é comum, a exportação destes subprodutos foi responsável pelo aumento expressivo nas capturas e comercialização de diversas espécies¹¹. Já o aproveitamento da carne de elasmobrânquios como principal fonte de proteína é uma realidade em comunidades pesqueiras tradicionais em países subdesenvolvidos. No entanto, na última década o consumo de carne de tubarão em países emergentes como o Brasil onde é vendida como “cação”^{12,13} aumentou de forma alarmante. O alto nível de capturas aumentou a preocupação internacional sobre a sustentabilidade da pesca de tubarões, no entanto, a maioria dos países que sobreexploram as populações locais têm pouco ou nenhum plano de gestão para elasmobrânquios e quase nada se sabe sobre o status dos estoques pesqueiros^{10,11,14}. No Brasil, as regulamentações para a pesca de elasmobrânquios são escassas, além de monitoramento e manejo insuficientes¹⁴.

Tubarões desembarcados no Mercado de Peixe de Matinhos/PR - Foto: Isabela Simões



Distribuição e uso de habitat pela espécie no Brasil e no Paraná

O Brasil apresenta até o momento 165 espécies de Chondrichthyes conhecidas, sendo seis espécies de quimeras, 89 de tubarões e 70 de raias¹⁵, sendo considerado como *hotspot* para espécies endêmicas e ameaçadas no mundo¹⁶. A região Sul do Brasil é considerada uma área de prioridade global para a conservação de elasmobrânquios, principalmente devido ao elevado número de espécies que ocorrem nesta região¹⁷.

No litoral paranaense, já foram registradas 83 espécies de tubarões e raias^{18,19}, o que representa cerca de 60% das espécies de elasmobrânquios que ocorrem no país. Entre as espécies de tubarões que demandam esforços de conservação e que a sua proteção deve ser priorizadas, destacam-se a ocorrência dos tubarões-martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zygaena*), do tubarão-mangona (*Carcharias taurus*) e do tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*)^{19,20,21,22,23}.



Foto: Noeli Ribeiro

Os tubarões-martelo, conhecidos como “cambeva” ou “martelo” devido à cabeça expandida lateralmente, são espécies pelágicas costeiras ou semioceânicas, com distribuição global nas regiões temperadas e tropicais^{24,25}. No Brasil, seis espécies de tubarões-martelo ocorrem ao longo da costa: *Sphyrna lewini*, *S. zygaena*, *S. tiburo*, *S. media*, *S. mokarran* e *S. tudes*. Provavelmente uma sétima espécie recém-descrita também ocorra, *S. gilberti*, mas que ainda necessita de confirmação. No entanto, o tubarão-martelo-recortado (*Sphyrna lewini*) e o tubarão-martelo-liso (*Sphyrna zygaena*) são as espécies com maior ocorrência ao longo da costa brasileira e principalmente nas regiões Sudeste e Sul^{19,24,26}.

Os indivíduos adultos destas espécies ocorrem principalmente sobre a plataforma continental e águas oceânicas adjacentes. Entretanto, em alguns períodos do ano, as fêmeas grávidas deslocam-se para áreas costeiras mais protegidas para dar à luz os seus filhotes^{20,22,27}. À medida que os indivíduos juvenis crescem, eles realizam migrações horizontais deslocando-se de áreas costeiras protegidas para habitats pelágicos mais distantes da costa, onde os adultos permanecem por maior tempo²⁷. Nos tubarões-martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zygaena*) a reprodução se dá por viviparidade placentária, quando o embrião se nutre por meio de ligação placentária com a mãe, gerando até 50 embriões por gestação²⁴. Os filhotes nascem com cerca de 50 a 60 cm, e quando adultos podem chegar até 4 metros de comprimento total²⁴.

Fotos: Renata Daldin Leite



Tubarão-martelo-recortado



Tubarão-martelo-liso

No Brasil, enquanto a pesca industrial captura grandes indivíduos nas pescarias de espinhel e rede de emalhe (~60 toneladas de “tubarões-martelo” em 2010)²⁸, a pesca artesanal captura grandes volumes de neonatos e juvenis na plataforma continental^{29,30,31}. No Paraná, foi registrado em 2010 um desembarque de aproximadamente 1,7 toneladas de tubarões-martelo, constituídos principalmente por neonatos e juvenis³¹. Infelizmente, os dados estatísticos acabam agrupando todas as espécies de tubarões-martelo em uma única categoria (=martelo) tornando a avaliação do real estado de conservação de *S. lewini* e *S. zygaena* separadamente, um desafio.

O tubarão-mangona (*Carcharias taurus*) é um tubarão de grande porte, com ampla distribuição costeira, principalmente em águas subtropicais à temperadas, raramente fazendo incursões oceânicas³². No Brasil, ocorre nas áreas costeiras desde o Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, sendo geralmente encontrados até 25 metros de profundidade e associados ao fundo^{25,33}. Os indivíduos do Atlântico Sul-Occidental pertencem a uma mesma população, sendo que os adultos realizam migrações entre a Argentina, o Uruguai e o Brasil em busca de áreas mais quentes para reprodução³⁴. No sul do Brasil, apesar da forte redução populacional, são encontradas fêmeas grávidas em ambientes rasos, possivelmente em áreas de berçário^{21,26,35}. Os tubarões mangona são vivíparos adelfofágicos, modo reprodutivo no qual o embrião se nutre de óvulos e ovos liberados pela mãe durante a gestação, além de se alimentar de outros embriões menos desenvolvidos³². Como resultado, geralmente apenas um ou dois filhotes nascem por gestação, uma vez a cada dois anos³⁶. Como resultado, as taxas anuais de aumento populacional são muito baixas, reduzindo bastante sua capacidade de renovação de estoque. O período de gestação pode durar de 9 a 12 meses e o tamanho ao nascimento é relativamente grande, cerca de 1 metro de comprimento total³⁶.

O tubarão-mangona foi praticamente extirpado no Sudeste e Sul do Brasil pela pesca comercial, com redução na sua captura (dados de CPUE) de até 90%^{25,26}, e com possíveis declínios em sua população em, no mínimo, 80%²⁶. Nos anos 80, essa espécie era frequentemente capturada no sul do Brasil, porém hoje em dia poucos indivíduos são desembarcados por ano³⁰.

O tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) é o maior Carcharhinidae e um dos maiores predadores de topo³⁷, podendo alcançar até sete metros de acordo com a literatura. Entretanto, atualmente, indivíduos de mais de cinco metros são raros, possivelmente pela pressão de pesca histórica exercida em indivíduos maiores. Apresenta uma distribuição circunglobal em águas tropicais e temperadas e é conhecido por seus hábitos alimentares oportunistas, que inclui tanto presas normais de tubarões como também uma grande variedade de itens incomuns, como pacotes plásticos, latas, placas de carros e lixo doméstico¹. Atualmente, está listado como Quase Ameaçado com base em declínios de cerca de 30% nas últimas três gerações (53-68 anos), principalmente devido à exploração da pesca e à mortalidade por programas de controle de tubarões³⁸, exibindo uma tendência populacional decrescente, com populações severamente fragmentadas³⁹. A espécie é vivípara lecitotrófica, com tamanho médio de ninhada de 26-33 filhotes⁴⁰ e gestação de aproximadamente 15 meses⁴¹. Embora os dados populacionais para tubarão-tigre sejam escassos para o Brasil, é possível que essa espécie tenha sofrido declínios populacionais considerando que é uma espécie costeira e cada vez menos comum nos desembarques pesqueiros.



No Paraná, estas espécies ocorrem ao longo de todo o ano, mas principalmente nos meses mais quentes^{19,22}. As áreas estuarinas do litoral paranaense são importantes refúgios para uma grande diversidade de peixes^{42,43}, e a plataforma continental adjacente é extensa e rasa, apresentando alta disponibilidade alimentar e proteção para recém-nascidos e juvenis. Desta forma, a região costeira do litoral paranaense pode ser considerada uma importante área de parto, berçário e de desenvolvimento de juvenis para algumas espécies de tubarões^{19,20,21,22}.

A identificação e a caracterização de áreas de berçários de elasmobrânquios estão entre as ações prioritárias de pesquisa quando se deseja subsidiar planos de manejo e conservação desse grupo¹⁹. Assim, no âmbito do *Projeto Biota* e seguindo as metodologias descritas no *Capítulo 2*, foi possível mapear e identificar as áreas de maior importância ecológica para a conservação de algumas espécies de tubarões no Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 04). Desta forma, a área do entorno da Ilha das Palmas foi identificada como uma área crítica e de alta ocorrência para as espécies avaliadas, e, portanto, de elevada importância para a conservação de tubarões no Paraná.

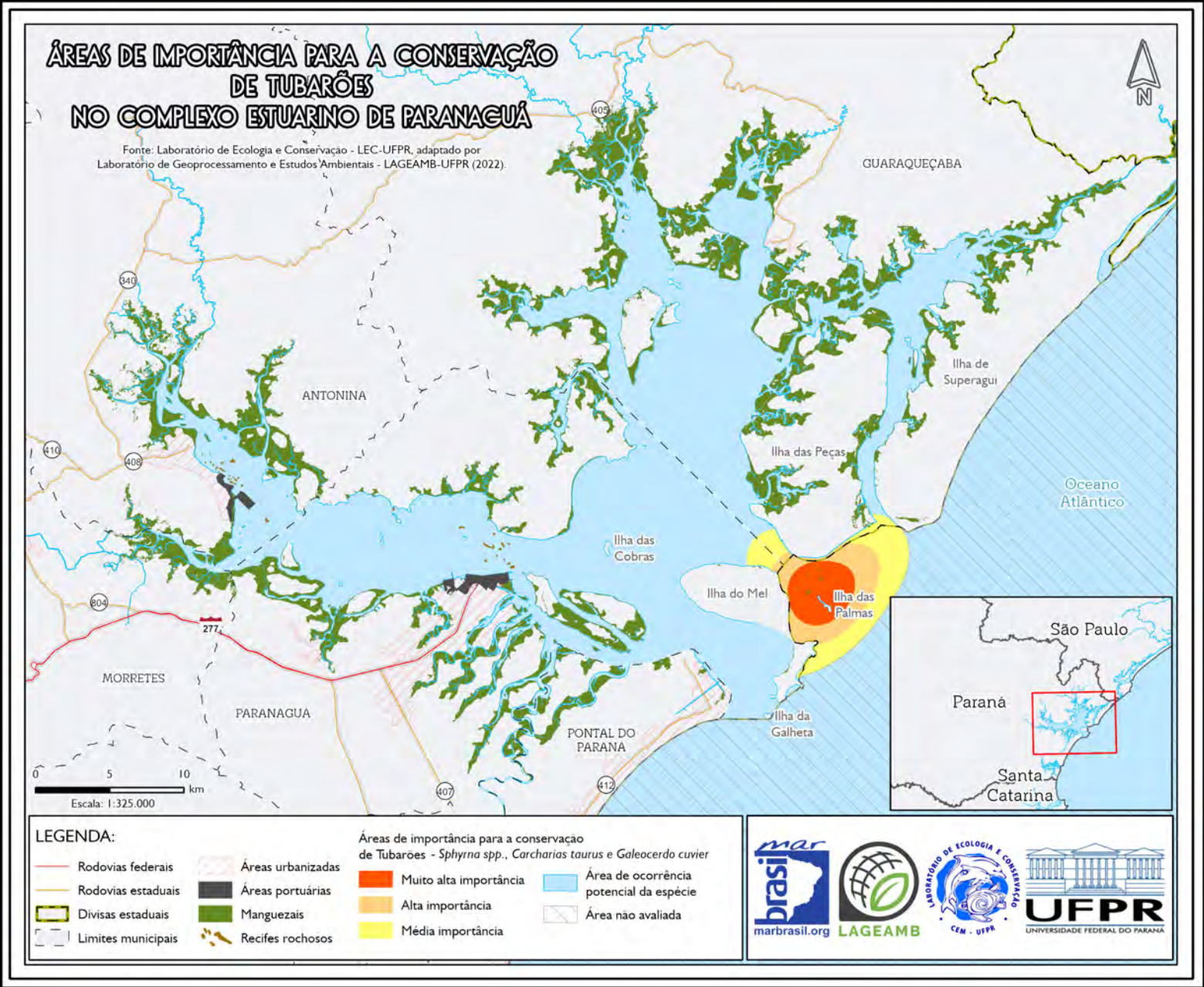


Figura 04: Áreas de importância para a conservação de tubarões-martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zygaena*), tubarão-mangona (*Carcharias taurus*) e tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*), no Complexo Estuarino de Paranaguá.

Principais ameaças às espécies de tubarões no litoral paranaense

A costa paranaense, considerada a segunda menor do país, é uma importante área para captura de várias espécies de elasmobrânquios. A pesca é majoritariamente de pequena escala, porém algumas embarcações são especializadas para captura de espécies de tubarões costeiras em certas épocas do ano, com desembarques de centenas de indivíduos em um único dia. Estimativas apontam que uma única comunidade no sul do Paraná foi responsável pela captura de 53 toneladas de elasmobrânquios entre os anos 2004 e 2006⁴⁴. Entre 2010 e 2012 foi registrada a captura de cerca de 10 toneladas de tubarões e raias desembarcadas por redes de emalhe, sendo as espécies mais representativas *Zapteryx brevirostris* (2,6 tons), *P. percellens* (2,4 tons), *Sphyrna spp.* (1,7 ton) e *Rhizoprionodon lalandii* (0,8 ton)³¹

Grande parte das espécies de tubarões e raias na costa paranaense não são especificamente alvos da pesca. Entretanto, quando são capturadas, as espécies são comercializadas e apresentam valores comerciais significativos se comparados com outras espécies de peixes (até R\$ 30,00/Kg). Já para os tubarões de grande porte existe uma pesca direcionada para captura dos indivíduos por meio de rede “malhão” (rede de malha 40 cm entre nós opostos). Para esses indivíduos, são comercializados tanto a carne quanto as nadadeiras. As nadadeiras são vendidas para um mercado não divulgado e obscuro, mas com valores muito expressivos²¹. Já a carne de tubarão de todas as espécies é comercializada, incluindo também algumas espécies de raias, como “cação” nas bancas de mercado de peixes no litoral do Paraná³⁰.

O comércio de carne de “cação” já se mostrou profundamente preocupante por três motivos: Primeiro, porque que a população desconhece que o termo “cação” é relacionado a tubarão e/ou raia. Segundo, porque muitas espécies ameaçadas são vendidas indiscriminadamente sob esse termo genérico. E terceiro, porque muitas espécies de tubarões, principalmente os de grande porte, podem apresentar níveis preocupantes de elementos químicos em sua carne, que são prejudiciais à saúde. Um estudo analisou 231 amostras de cação que eram vendidas nas bancas de peixe na costa do Paraná³⁰. Do total de espécies identificadas, 28,6% pertenciam à *Sphyrna lewini* e *S. zygaena*, 1,3% pertenceu à *C. taurus* e 2,2% à *G. cuvier*. As demais amostras ficaram divididas entre outras espécies de tubarões e raias.

Devido às diversas ameaças aos elasmobrânquios, atualmente estas espécies estão mundialmente ameaçadas de extinção de acordo com a Lista Vermelha da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), sendo que o tubarão-martelo-recortado (*Sphyrna lewini*) e o tubarão-mangona (*Carcharias taurus*) estão listados na categoria “ criticamente em Perigo”^{45,46}, o tubarão-martelo-liso (*Sphyrna zygaena*) está “Vulnerável”⁴⁷, e o tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) está “Quase Ameaçado”³⁹. No Brasil, estas espécies estão inseridas na categoria “ criticamente em Perigo”²⁵, exceto pelo tubarão-tigre, que, assim como na lista global, também é listado como “Quase Ameaçado”⁴⁸. Desta forma, são necessárias medidas nacionais voltadas para a mitigação das ameaças e a preservação destas espécies, sendo que atualmente está proibida a captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização destas espécies (exceto o tubarão-tigre), de acordo com a Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014.

Análise de saúde de um cação-anjo

Referências Bibliográficas

- 1 - Ebert, D.A. et al. (2021). Sharks of the world: a complete guide. Princeton University Press.
- 2 - Last, P. et al. (2016). Rays of the World. CSIRO Publishing.
- 3 - Heupel, M.R. et al. (2014). Sizing up the ecological role of sharks as predators. Marine Ecology Progress Series, 495, 291-298.
- 4 - Charvet-Almeida, P., et al. (2002). Neotropical freshwater stingrays: diversity and conservation status. Shark News, 14, 47-51.
- 5 - Ballantyne, J.S. & Robinson, J.W. (2010). Freshwater elasmobranchs: a review of their physiology and biochemistry. Journal of Comparative Physiology B, 180(4), 475-493.
- 6 - Nielsen, J. et al. (2016). Eye lens radiocarbon reveals centuries of longevity in the Greenland shark (*Somniosus microcephalus*). Science, 353(6300), 702-704.
- 7 - Carrier, J.C. et al. (2004). Reproductive biology of elasmobranchs. Biology of sharks and their relatives, 10, 269-286.
- 8 - Dulvy, N.K. et al. (2021). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. Current Biology, 31(21), 4773-4787.
- 9 - Pacoureau, N. et al. (2021). Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. Nature, 589(7843), 567-571.
- 10 - Clarke, S. et al. (2007). Social, economic, and regulatory drivers of the shark fin trade. Marine Resource Economics, 22(3), 305-327.
- 11 - Dent, F. & Clarke, S. (2015). State of the global market for shark products. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, nº 590. Rome, FAO. 187 pp.
- 12 - Bornatowski, H. et al. (2013). Shark mislabeling threatens biodiversity. Science, 340, 923.
- 13 - Bornatowski, H. et al. (2018). Elasmobranchs Consumption in Brazil: impacts and consequences. In: Rossi-Santos, M., Finkl, C. (eds.) Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America, Coastal Research Library, v. 22. Springer
- 14 - Barreto, R.P. et al. (2016). Trends in the exploitation of South Atlantic shark populations. Conservation Biology, v. 30 (4): 1-13
- 15 - Rosa, R.S. & Gadig, O.B.F. (2014). Conhecimento da diversidade dos Chondrichthyes marinhos no Brasil: a contribuição de José Lima de Figueiredo. Arquivos de Zoologia, 45, 89-104.
- 16 - Stein, R.W. et al. (2018). Global priorities for conserving the evolutionary history of sharks, rays and chimaeras. Nature Ecology & Evolution, 2(2), 288-298.
- 17 - Derrick, D.H. et al. (2020) Spatially congruent sites of importance for global shark and ray biodiversity, PLoS ONE, 15(7), 1-19.
- 18 - Bornatowski, H. et al. (2009). Elasmobranchs of the Paraná Coast, southern Brazil, south-western Atlantic. Marine Biodiversity Records, 2, e158.
- 19 - Bornatowski, H. & Abilhoa, V. (2012). Tubarões e raias capturados pela pesca artesanal no Paraná: guia de identificação. Hori Cadernos Técnicos, Curitiba, PR.
- 20 - Costa, L. & Chaves, P.D.T.D.C. (2006). Elasmobrânquios capturados pela pesca artesanal na costa sul do Paraná e norte de Santa Catarina, Brasil. Biota Neotropica, 6(3), 1-10.
- 21 - Bornatowski, H. et al. (2011) 'Unconventional fishing for large sharks in the State of Paraná, southern Brazil: A note of concern', Journal of Applied Ichthyology, 27(4), 1108-1111.
- 22 - Chaves, P.T.C. et al. (2020). Tubarões e raias como captura incidental na pesca artesanal do litoral do Paraná: condição reprodutiva e variações sazonais em composição e abundância. Arquivos de Ciências do Mar, 52(2): 7 - 23
- 23 - Afonso, M.G. & Chaves, P.T.C (2021). A pesca de emalhe costeiro de pequena escala no litoral do Paraná: um estudo de caso para a conservação. Biodiversidade e Conservação Marinha, 10:e2021001
- 24 - Gadig, O.B.F. (2001). Tubarões da costa brasileira. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 343pp.
- 25 - ICMBio/MMA (2018). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume VI - Peixes. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF. 1235 pp.
- 26 - Vooren, C.M. & Klippel, S. (2005) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre: Igaré, 262 pp.

27 - Kotas, J.E. et al. (2012). The horizontal migration of hammerhead sharks along the southern Brazilian coast, based on their exploitation pattern and considerations about the impact of anchored gillnets activities on these species, Biodiversidade e Conservação Marinha, 3(1), pp. 45-68.

28 - UNIVALI/CTTMar (2011). Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – Ano 2010. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Itajaí.

29 - Motta, F.S. et al. (2005). Size and sex compositions, length-weight relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark, *Rhizoprionodon landii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. Fisheries Research, 74(1-3), 116-126.

30 - Bernardo, C. et al. (2020). The label “Cação” is a shark or a ray and can be a threatened species! Elasmobranch trade in Southern Brazil unveiled by DNA barcoding. Marine Policy, 116.

31 - Rupp, A. & Bornatowski, H. (2021). Food web model to assess the fishing impacts and ecological role of elasmobranchs in a coastal ecosystem of Southern Brazil. Environmental Biology of Fishes, 104(8), 905-921.

32 - Pollard, D. & Smith, A. 2009. *Carcharias taurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T3854A10132481.

33 - Cuevas, J.M. et al. (2021). Aportes para la planificación estratégica de la conservación del tiburón *Carcharias taurus* en el Atlántico Sudoccidental. 53 pp.

34 - Lucifora, L.O. et al. (2002). Reproductive ecology and abundance of the sand tiger shark, *Carcharias taurus*, from the southwestern Atlantic. ICES Journal of Marine Science, 59(3), 553-561.

35 - Sadowsky, V. (1970). On the dentition of the sand shark, *Odontaspis taurus*, from the vicinity of Cananéia, Brazil. Boletim do Instituto Oceanográfico, 18(1) :37-44.

36 - Gilmore, R.G. et al. (1983). Reproduction and embryonic development of the sand tiger shark, *Odontaspis taurus* (Rafinesque). Fishery Bulletin, 81(2): 201-225.

37 - Meyer, C.G. et al. (2014). Growth and maximum size of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in Hawaii. PLoS ONE 9(1): e84799.

38 - Cliff, G. & Dudley, S.F.J. (2011). Reducing the environmental impact of shark-control programs: a case study from KwaZulu-Natal, South Africa. Marine and Freshwater Research 62, 700-709.

39 - Ferreira, L.C. & Simpfendorfer, C. (2019). *Galeocerdo cuvier*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39378A2913541.

40 - Simpfendorfer, C.A. (1992). Biology of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) caught by the Queensland Shark Meshing Program off Townsville, Australia. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 43:33-43.

41 - Holmes, B.J., et al. (2015). Age and growth of the tiger shark *Galeocerdo cuvier* off the east coast of Australia. Journal of Fish Biology, 87(2), 422-448.

42 - Lana, P.C. et al. (2001) 'The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil', Coastal Marine Ecosystem of Latin America, 144(Ecological Studies), pp. 131-145.

43 - Passos, A.C. et al. (2012) 'Fishes of Paranaguá Estuarine Complex, South West Atlantic', Biota Neotropica, 12(3), pp. 226-238.

44 - Robert, M.C. (2008) Variações nos procedimentos de pesca associadas às flutuações sazonais na disponibilidade do recurso ictiofaunístico costeiro na região limítrofe Paraná/ Santa Catarina: um estudo de caso na comunidade de Barra do Saí (Itapoá, SC). Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 255 pp.

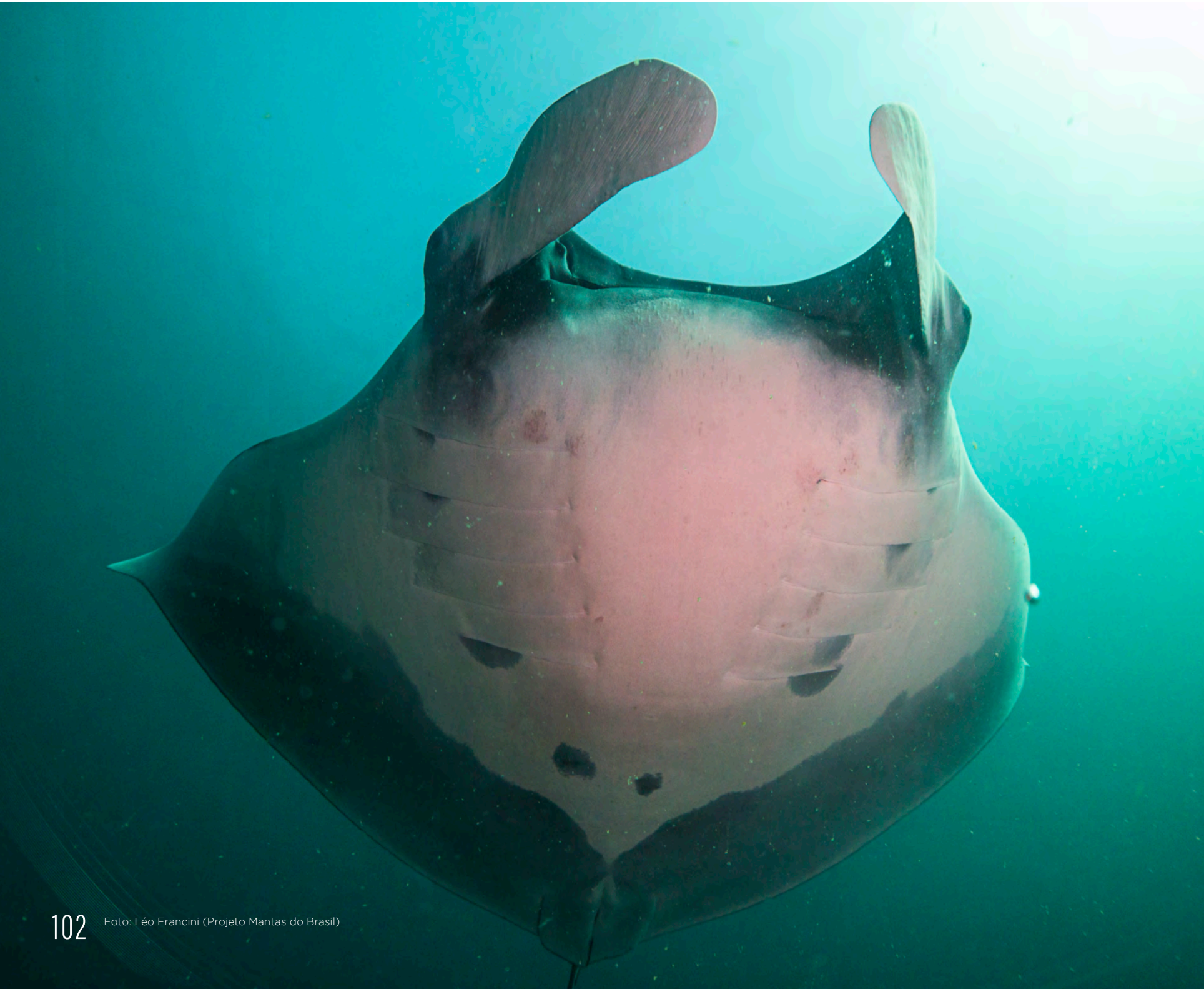
45 - Rigby, C.L. et al. (2019a). *Sphyrna lewini*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39385A2918526.

46 - Rigby, C.L. et al. (2021). *Carcharias taurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021:e.T3854A2876505.

47 - Rigby, C.L. et al. (2019b). *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019:e.T39388A2921825.

48 - ICMBio/MMA (2016) Avaliação do risco de extinção dos elasmobrânquios e quimeras no Brasil: 2010-2012. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF. 67 pp.





RAIA-MANTA

Nayara Bucair, Carlo Leopoldo B. Francini, Ana Paula Balboni

Características biológicas e ecológicas da espécie

A raia-manta, *Mobula birostris*, é a maior espécie de raia pelágica existente no mundo. Também conhecida como raia jamanta, manta gigante ou manta oceânica, as raias-manta possuem ampla distribuição global, sendo encontradas em regiões tropicais e subtropicais de todos os oceanos. Apesar da predominância oceânica, a espécie pode ocorrer em regiões costeiras, estuarinas, arredores de ilhas oceânicas, montes submarinos e cordilheiras submersas^{1,2}. São animais migratórios, normalmente solitários, mas se reúnem em locais de agregação, notadamente áreas de elevada produtividade primária, principalmente para cortejo/reprodução, alimentação e estações de limpeza.

Estima-se que as raias-manta podem ultrapassar 7m de envergadura e viver cerca de 40 anos^{3,4}. Apresentam maturidade tardia, longo período gestacional (12 a 13 meses), baixa taxa de fecundidade (normalmente, um filhote por gestação) e intervalos de 2 a 5 anos entre gestações^{5,6,7}. Estas características configuram-nas como uma espécie altamente suscetível à sobrexploração.

As jamantas pertencem ao grupo dos peixes com esqueleto cartilaginoso, assim como os tubarões, quimeras e demais raias. O corpo é achatado dorsoventralmente, característica que facilita o seu deslocamento na água. A hidrodinâmica aprimorada confere à espécie uma excelente capacidade natatória, permitindo-lhe percorrer longas distâncias e executar mergulhos profundos^{8,9,10}. Possuem os espiráculos diminutos, ineficazes no bombeamento de água para troca gasosa. Desta forma, para respirar, precisam permanecer em constante movimento.

A espécie apresenta boca terminal e um par de nadadeiras modificadas que ultrapassa a extremidade da cabeça, chamadas de nadadeiras cefálicas (característico da família Mobulidae). As raias-manta possuem fileiras de dentes de tamanho reduzido, impotentes para a sua assistência alimentar. A *Mobula birostris* apresenta banda de dentes apenas na mandíbula inferior, na qual há uma série de micro denticulos organizados em fileiras (12 -16), totalizando 3000-4000 dentes. Já a mandíbula superior, desprovida dessa banda dentária, apresenta dentes ligeiramente maiores irregulares e esparsados, não ultrapassando 2 fileiras^{3,11}, com função intrínseca de auxiliar no ato reprodutivo da espécie, no qual o macho morde a nadadeira peitoral da fêmea durante a cópula.

A espécie ostenta coloração escura no dorso, com um par de manchas brancas próximo à cabeça, e exibe uma massa calcificada (espinho residual) imediatamente após a nadadeira dorsal¹¹. Já na região ventral, a coloração comum, também conhecida como *chevron*, é predominantemente branca, com porção acinzentada ou sombreada na extremidade inferior das nadadeiras peitorais. Apresenta cinco pares de fendas branquiais e normalmente é possível observar uma mancha escura semicircular abaixo do quinto par de feixe branquial (característico de *M. birostris*). A espécie apresenta manchas e pintas em tons escuros concentrados na parte central da barriga, com padrão único para cada indivíduo. Esta característica pode ser observada inclusive em indivíduos neonatos¹².

A espécie pode apresentar variações morfológicas com padrão de coloração ‘melanística’ (completamente preta na superfície dorsal e predominantemente preta na superfície ventral, exceto pela presença de mancha branca de tamanho variável ao longo da região abdominal e entre as fendas branquiais) e ‘leucística’ (com pigmentação reduzida nas superfícies dorsal e ventral, resultando em uma aparência notavelmente mais clara e marcações ventrais mais sutis)¹³. Os padrões de pigmentação ventral são utilizados para a identificação de cada animal¹⁴, o que contribui com a metodologia de fotoidentificação, amplamente empregada em estudos de raia-manta, pois, além da elaboração de banco de dados de identificação (local, nacional ou internacional), corrobora estudos de distribuição geográfica, levantamento populacional, migração e ecologia da espécie. A compilação de dados referente à identificação de indivíduos de raia-manta na costa brasileira é feita no através do *Banco Brasileiro de Mantas*, elaborado e mantido pelo *Projeto Mantas do Brasil*.

Projeto Mantas do Brasil
<https://www.mantasdobrasil.org.br>



Foto: Léo Francini (Projeto Mantas do Brasil)

As raias-manta são animais inofensivos. Não possuem ferrão ou espinhos, sendo seu único meio de defesa sua exímia velocidade de natação. São considerados animais inteligentes e apresentam o maior cérebro (proporcionalmente ao tamanho do animal) dentre todos os peixes.¹⁵ Estudos evidenciam que a relação entre o tamanho do cérebro e a massa corpórea se liga à capacidade de raciocínio e tomada de decisão do animal^{16,17}. Outro fator interessante está relacionado aos lóbulos cefálicos que, além de auxiliar no forrageamento, podem desempenhar funções adicionais, como auxiliar na comunicação e nas interações sociais da espécie¹⁸.

A *Mobula birostris* é uma espécie filtradora de grande porte e exerce importante papel ecológico. É considerada consumidora secundária, ingerindo grandes quantidades de plâncton e pequenos peixes pelágicos¹⁹. Juntamente com outros grandes animais planctívoros, desempenha importante função no aporte/ciclagem de nutrientes para os ecossistemas do oceano profundo, e pode fornecer benefícios socioeconômicos por meio do ecoturismo²⁰.

A espécie é alvo de pesca predatória em várias partes do mundo, principalmente devido ao alto valor de seus feixes branquiais, usados na medicina tradicional asiática^{4,6}. Em função do grande tamanho que chega a atingir, as demais partes do corpo também são aproveitadas de diversas maneiras: a carne serve para consumo humano ou como isca de pesca; a pele pode ser servida seca e frita; e a cartilagem é usada no preparo da sopa de barbatana de tubarão^{21,22}.





Foto: Léo Francini (Projeto Mantas do Brasil)

Devido à pressão da pesca dirigida e da captura incidental em larga escala²³, as populações de raia-manta sofreram um declínio considerável nas últimas décadas, encontrando-se ameaçadas de extinção, de acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN)². Aditivamente, mediante as crescentes ameaças, a espécie está listada nos Anexos I e II da Convenção sobre a Conservação das Espécies Migratórias de Animais Selvagens (CMS) e Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES). No Brasil, as raias-manta estão protegidas pela Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA Nº 2, de 13 de março de 2013, que proíbe a pesca direcionada, retenção a bordo, transbordo, desembarque, armazenamento, transporte e comercialização das espécies, produtos e subprodutos de raias da família Mobulidae em águas jurisdicionais brasileiras e em território nacional. A espécie não possui interesse comercial no Brasil, mas é alvo constante de pesca ilegal e captura incidental em larga escala²⁴.

Distribuição e uso de habitat pela espécie no Brasil e no Paraná

Registros da *Mobula birostris* são encontrados ao longo de uma ampla faixa latitudinal no Oceano Atlântico Sul, incluindo regiões tropicais e temperadas (~ 01°N a 32°S). No Brasil, a espécie ocorre ao longo de toda a costa, bem como no Arquipélago de Abrolhos e nos sistemas oceânicos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Arquipélago de São Pedro e São Paulo e no Atol das Rocas^{24,25,26,27,28,29,30,31}.

Contudo, pouco se sabe sobre o uso de hábitat da espécie em território nacional. Recentemente, o Arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco) foi caracterizado como local de alimentação de juvenis de raias-manta²⁵. Além disso, ocorrências sazonais de *M. birostris* foram observadas ao longo da costa brasileira, particularmente durante o inverno austral no Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS), São Paulo, sugerindo condições ambientais favoráveis à ocorrência da espécie³² e durante o verão austral no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná^{31,33}.

O comportamento de salto de raias-manta pode ser observado em algumas localidades do mundo, como Moçambique, México e Maldivas^{5,34}. No Brasil, o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) é o único local onde tal comportamento já foi observado e consiste, atualmente, na única sazonalidade reportada³³. Suspeita-se que os saltos – ocasiões em que o animal projeta, totalmente ou em grande parte, o corpo para fora da água – podem estar relacionados tanto a aspectos sociais (comunicação/interações entre indivíduos ou exibições em períodos de acasalamento/cortejo), quanto a aspectos biológicos e fisiológicos da espécie, como parto, profilaxia e remoção de parasitas^{4,35}.

Complementarmente aos saltos, algumas características morfológicas e de coloração de alguns espécimes são intrigantes na região do CEP. Os indivíduos de raia-manta avistados na área chegam a ultrapassar 5 m de envergadura³¹, o que corrobora a hipótese de ocorrência de indivíduos adultos utilizando a região estuarina de Paranaguá. Além disso, há indícios de indivíduos com coloração de tonalidade mais sutil que o padrão regular reportado para *M. birostris*, especialmente na região da face, nadadeira cefálica na região ventral do corpo do animal, o que reforça a hipótese da utilização da área, concomitantemente, por *M. birostris* e *Mobula cf. birostris*³³. A espécie *M. cf. birostris* foi inicialmente proposta por Marshall et al. (2009), com posterior suporte de estudos genéticos que corroboram a existência de uma nova espécie de mobulídeo^{36,37,38}, e que ainda deverá ser oficialmente descrita. Levantamentos de registros e ocorrências de *M. cf. birostris* ao longo da costa brasileira compõem os esforços e inciativas do Projeto Mantas do Brasil, com implicações da ocorrência da espécie nas costas Norte, Nordeste e Sudeste do país, sendo, atualmente, a região estuarina de Cananéia o limite sul de observação da suposta espécie. Faz-se necessária a implementação de estudos dirigidos com foco em mobulídeos para um melhor entendimento sobre a dinâmica populacional e o uso de hábitat na região.

De acordo com os registros de raia-manta no Complexo Estuarino de Paranaguá e com base nas metodologias descritas no *Capítulo 2* (no âmbito do *Projeto Biota*), a região em frente à Ilha das Peças se destaca como sua principal área de ocorrência e importância para a conservação da espécie (Figura 05). Diversas perguntas e incertezas envolvem as ocorrências da espécie nesta região, e as características ambientais, como acessibilidade ao local e turbidez da água, dificultam os processos de amostragem, avistamento e aquisição de dados.

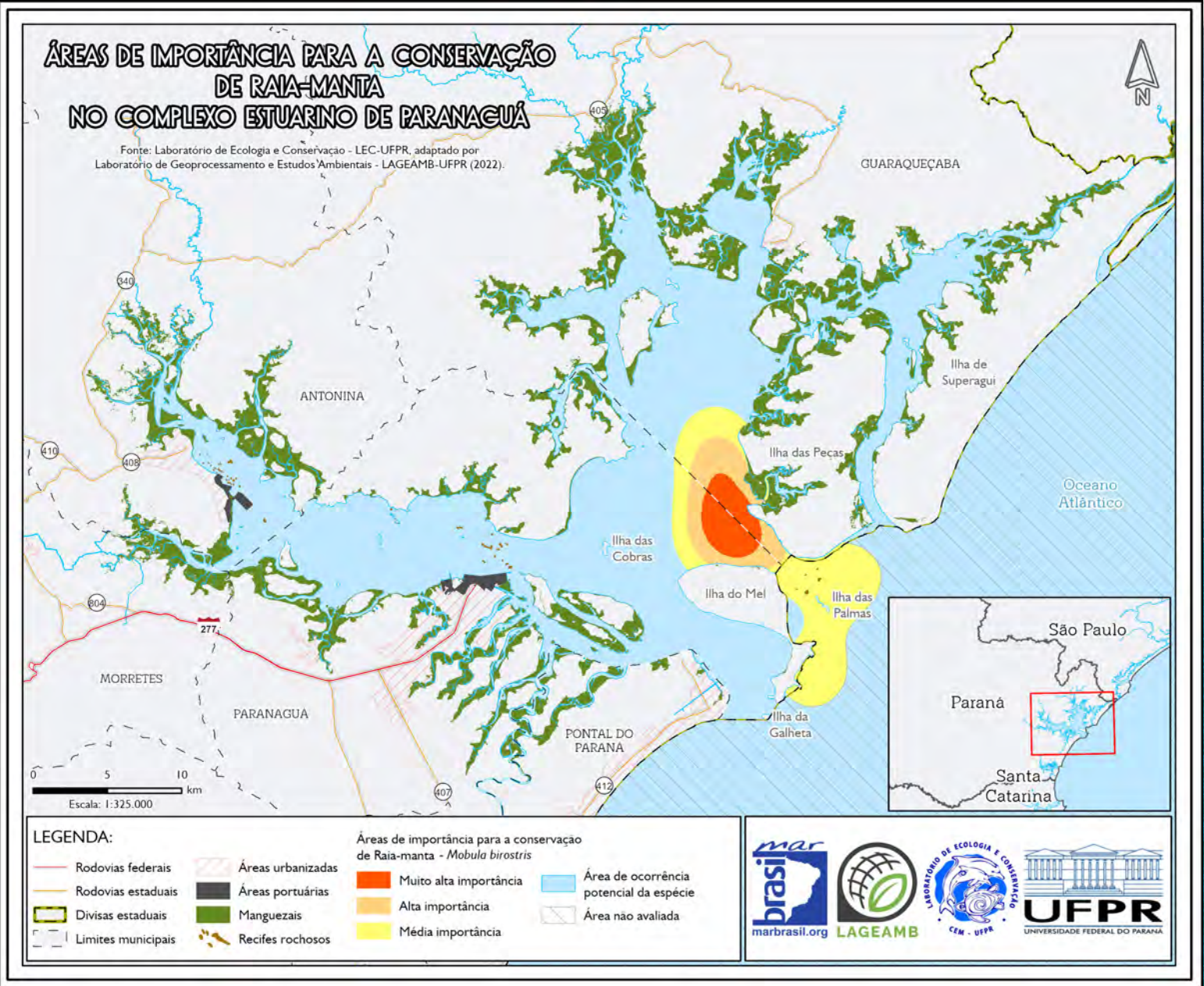


Figura 05. Áreas de importância para a conservação da raia-manta (*Mobula birostris*) no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná.

Principais ameaças à espécie no litoral paranaense

Os estuários, ambientes transicionais entre rio e mar, são regiões altamente dinâmicas, que sofrem diversas influências naturais, como regimes de maré, descargas fluviais, variações de corrente, salinidade e temperatura, alterações climáticas; e antrópicas, como despejo de efluentes, pesca, atividades turísticas e industriais. Desta forma, as regiões estuarinas exercem importantes funções ecológicas, econômicas e sociais. São áreas de elevada produtividade e biodiversidade, ecossistemas-chave para o desenvolvimento de diversas espécies de elasmobrânquios, incluindo a raia-manta.

O Complexo Estuarino de Paranaguá é um importante sistema estuarino no Atlântico Sul. Sua relevância econômica reflete-se na urbanização das áreas adjacentes e na intensificação da atividade portuária, de pesca e turismo local³⁹. Apesar da importância ecológica, as atividades antrópicas mencionadas configuram fontes potenciais de poluição na área. Outro fator conflitante é a frequência, comumente observada, de raias-manta nadando próximas à superfície⁶, o que aumenta o risco de sua colisão com embarcações⁴⁰ e as tornam altamente suscetíveis ao enredamento em linhas e redes de pesca^{23,41}. Ademais, a espécie é bastante suscetível à poluição e à degradação ambiental. Por serem animais filtradores, a ingestão de poluentes marinhos e contaminantes, como poluentes orgânicos persistentes (POPs), metais pesados e microplásticos, constituem um grande perigo para a espécie^{42,43}.

A tendência de declínio das populações de raias-manta², somada à multiplicidade de ameaças existentes, incluindo a degradação de ambientes marinhos e costeiros e a intensificação da pesca, podem afetar a sobrevivência da espécie. A carência de estudos dirigidos e a falta de conhecimento sobre a espécie no Brasil, principalmente relacionadas à estrutura populacional, caracterização e uso de habitat, configuram um grande obstáculo para a sua conservação. É urgente a necessidade de pesquisa mais aprofundada e abrangente, incluindo monitoramentos regulares, estimativas de abundância e avaliação de fatores que propiciam a ocorrência de mobulídeos, principalmente em áreas de agregação. A comprovada frequência de *Mobula birostris* no Complexo Estuarino de Paranaguá torna-o uma importante área para a conservação e o estudo de raia-manta no Brasil.

Referências Bibliográficas

- 1 - Kashiwagi, T. et al. (2011) Habitat segregation and mosaic sympatry of the two species of manta ray in the Indian and Pacific Oceans: *Manta alfredi* and *M. birostris*. *Marine Biodiversity Records*, 4: e53.
- 2 - Marshall, A. et al. (2020) *Mobula birostris*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T198921A68632946.
- 3 - Last, P.R. et al. (2016) *Rays of the World*. CSIRO Publishing, Clayton South. ISBN: 9780643109155.
- 4 - Stevens, G. et al. (2018). *Guide to the manta rays and devil rays of the world*. Princeton University Press, Princeton
- 5 - Marshall, A.D. & Bennett, M.B. (2010) Reproductive ecology of the reef manta ray *Manta alfredi* in southern Mozambique. *Journal of Fish Biology* 77: 169–190.
- 6 - Couturier, L.I.E. et al. (2012) Biology, ecology and conservation of the Mobulidae. *Journal of Fish Biology*, 80(5): 1075–1119.
- 7 - Dulvy, N.K. et al. (2014) Diagnosing the dangerous demography of manta rays using life history theory. *PeerJ* 2: e400.
- 8 - Graham, R.T. et al. (2012) Satellite tracking of manta rays highlights challenges to their conservation. *PLoS ONE* 7(5): e36834.
- 9 - Stewart, J.D. et al. (2016) Spatial ecology and conservation of *Manta birostris* in the Indo-Pacific. *Biological Conservation* 200: 178–183.
- 10 - Lassauze, H. et al. (2020) Diving behavior of the reef manta ray (*Mobula alfredi*) in New Caledonia: More frequent and deeper night-time diving to 672 meters. *PLoS ONE* 15(3): 7–9.
- 11 - Marshall, A.D. et al. (2009) Redescription of the genus *Manta* with resurrection of *Manta alfredi* (Krefft, 1868) (Chondrichthyes; Myliobatoidei; Mobulidae). *Zootaxa* 2301: 1–28
- 12 - Marshall, A.D. et al. (2008) Morphological measurements of manta rays (*Manta birostris*) with a description of a foetus from the east coast of Southern Africa. *Zootaxa* 1717: 24–30.
- 13 - Venables, S.K. et al. (2019) It's not all black and white: investigating colour polymorphism in manta rays across Indo-Pacific populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 286: 20191879.
- 14 - Marshall, A.D. et al. (2011) Size and structure of a photographically identified population of manta rays *Manta alfredi* in southern Mozambique. *Marine Biology* 158: 1111–1124. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1634-6>
- 15 - Ari, C. (2011) Encephalization and brain organization of mobulid rays (Myliobatiformes, Elasmobranchii) with ecological perspectives. *The Open Anatomy Journal* 3: 1–13.
- 16 - Ari, C. & D'Agostino, D.P. (2016) Contingency checking and self-directed behaviors in giant manta rays: Do elasmobranchs have self-awareness? *Journal of Ethology* 34: 167–174.
- 17 - Brown, C. (2014) Fish intelligence, sentience and ethics. *Animal Cognition* 18: 1–17.
- 18 - Perryman, R.J.Y. et al. (2021) Reef manta ray cephalic lobe movements are modulated during social interactions. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 75: 51.
- 19 - Couturier, L.I.E. et al. (2013) Stable isotope and signature fatty acid analyses suggest reef manta rays feed on demersal zooplankton. *PLoS ONE* 8(10): e77152.
- 20 - Burgess, K. B. et al. (2016) *Manta birostris*, predator of the deep? Insight into the diet of the giant manta ray through stable isotope analysis. *Royal society open science* 3: 160717.
- 21 - Camhi, M.D. et al. (2009) The conservation status of pelagic sharks and rays: Report of the IUCN Shark Specialist Group Pelagic Shark Red List Workshop. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group. Newbury, UK.
- 22 - White, W.T. et al. (2006) Data on the bycatch fishery and reproductive biology of mobulid rays (Myliobatiformes) in Indonesia. *Fisheries Research* 82: 65–73.
- 23 - Croll, D.A. et al. (2016) Vulnerabilities and fisheries impacts: the uncertain future of manta and devil rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26(3): 562–575.

- 24 - Bucair, N. et al. (2021a) Underestimated threats to manta rays in Brazil: Primacies to support conservation strategies. *Global Ecology and Conservation*, 30.
- 25 - Bucair, N. et al. (2021b) Sightings trends and behaviour of manta rays in Fernando de Noronha Archipelago, Brazil. *Marine Biodiversity Records* 14:10.
- 26 - Mazzoleni, R.C. & Schwingel, P.R. (1999) Elasmobranch species landed in Itajaí harbor, southern Brazil. *Notas Tec. FACIMAR* 3: 111–118.
- 27 - Perez, J.A.A. & Wahrlich, R. (2005) A bycatch assessment of the gillnet monkfish *Lophius gastrophysus* fishery off southern Brazil. *Fisheries Research* 72: 81–95.
- 28 - Yokota, L. & Lessa, R.P. (2006) A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 75(3): 349–360.
- 29 - Jucá-Queiroz, B. et al. (2008) Cartilaginous fishes (class Chondrichthyes) off Ceará State, Brasil, Western Equatorial Atlantic - An update. *Arquivos de Ciências do Mar* 41(2): 73–81.
- 30 - Mendonça, S.A. et al. (2012) Record of a pregnant *Mobula thurstoni* and occurrence of *Manta birostris* (Myliobatiformes: Mobulidae) in the vicinity of Saint Peter and Saint Paul Archipelago (Equatorial Atlantic). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 7: 21–26.
- 31 - Medeiros, A.M. et al. (2015) Occurrence and use of an estuarine habitat by giant manta ray *Manta birostris*. *Journal of Fish Biology* 86(6): 1830–1838.
- 32 - Luiz, O.J. et al. (2009) Seasonal occurrences of *Manta birostris* (Chondrichthyes: Mobulidae) in southeastern Brazil. *Ichthyological Research* 56(1): 96–99.
- 33 - Medeiros, A. et al. (2021) Environmental factors involved in breaching behavior of manta rays in estuarine waters. *Marine Ecology Progress Series* 674: 203–219.
- 34 - Stewart, J.D. et al. (2019) Novel applications of animal-borne Crittercams reveal thermocline feeding in two species of manta ray. *Marine Ecology Progress Series* 632:145–158.
- 35 - Homma, K. et al. (1999) Biology of the manta ray, *Manta birostris* Walbaum, in the Indo-Pacific. In: Séret, B., Sire, J.Y. (Eds) *Proc. 5th Indo-Pac Fish Conference*. Nouméa, New Caledonia. pp. 231–238.
- 36 - Hinojosa-Alvarez, S. et al. (2016) A potential third manta ray species near the Yucatán Peninsula? Evidence for a recently diverged and novel genetic manta group from the Gulf of Mexico. *PeerJ* 4: e2586.
- 37 - Kashiwagi, T. et al. (2017) Are there DNA evidences for the new species of *Manta* ray? In: *The Joint Meeting of Ichthyologists & Herpetologist*. Austin, USA: American Elasmobranch Society Conference, pp. 254–255.
- 38 - Hosegood, J. et al. (2020) Phylogenomics and species delimitation for effective conservation of manta and devil rays. *Molecular Ecology* 29(4): 4783–4796.
- 39 - Martins, C.C. et al. (2010) Anthropogenic organic matter inputs indicated by sedimentary fecal steroids in a large South American tropical estuary (Paranaguá estuarine system, Brazil). *Marine Pollution Bulletin* 60(11): 2137–2143.
- 40 - McGregor, F. et al. (2019) Rapid wound healing in a reef manta ray masks the extent of vessel strike. *PLoS ONE* 14(12): e0225681.
- 41 - Heinrichs, S. et al. (2011) The global threat to manta and mobula rays. *Manta ray of Hope Report*.
- 42 - Germanov, E.S. et al. (2019) Microplastics on the menu: plastics pollute Indonesian manta ray and whale shark feeding grounds. *Frontiers in Marine Science* 6
- 43 - Stewart, J.D. et al. (2018) Research priorities to support effective *Manta* and *Devil Ray* conservation. *Frontiers in Marine Science* 5: 1–27.





POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES MARINHAS AMEAÇADAS

Angela Zaccaron da Silva, Tara Van Belleghem, Juliano Dobis,
Eduardo Vedor de Paula

Conforme vimos nos capítulos anteriores, a globalização e o consequente desenvolvimento socioeconômico mundial provocam pressões antrópicas cada vez maiores sobre os ambientes costeiros e marinhos. Por isso, a biodiversidade marinha, em especial as espécies ameaçadas de extinção, devem ser priorizadas em ações de conservação realizadas desde a escala local até o nível global. O contexto de governança é um fator determinante para o sucesso da implementação de ações de conservação, uma vez que sistemas eficientes de governança são fundamentais para entregar soluções sólidas de planejamento e gestão ambiental. Neste contexto, as políticas públicas desempenham um papel fundamental para a proteção do ambiente marinho, através de ações e programas para garantir e colocar em prática as medidas de conservação.

As políticas públicas podem ser vistas como uma “declaração de intenção” feita ou iniciada por governos e expressada por meio de leis, regulamentos, decisões e ações governamentais. A elaboração e a implementação de políticas públicas com objetivos diretos de conservação da biodiversidade são fundamentais para minimizar os efeitos dos impactos negativos ao meio ambiente, oriundos do processo de degradação dos ambientes naturais, assim como são relevantes para nortear novos processos e modos de desenvolvimento social e econômico, com base em modelos mais sustentáveis para a redução de danos e riscos de impactos ambientais.

No Brasil, há um arcabouço bastante significativo de políticas públicas e normativas voltadas para a conservação da biodiversidade, inclusive direcionadas para espécies marinhas ameaçadas de extinção. Além disso, o Brasil é signatário de convenções internacionais que implicam na implementação de ações e metas globalmente estabelecidas para a conservação da biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos. Um dos principais instrumentos internacionais é a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), estabelecida durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (ECO-92) e ratificada pelo Brasil em 1994, sendo hoje o principal fórum mundial para questões relacionadas à biodiversidade. A CDB funciona como um arcabouço legal e político para diversas outras convenções e acordos ambientais mais específicos, estando estruturada sobre três bases principais: a conservação da diversidade biológica; o uso sustentável da biodiversidade; e a repartição justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos¹.

Durante a última Conferência de Biodiversidade das Nações Unidas (COP-15) foi aprovado o novo Marco Global da Biodiversidade. Esse documento estabelece ações concretas para deter a perda da biodiversidade global e transformar a relação da sociedade com a biodiversidade, garantindo que até 2050 estejamos todos vivendo em harmonia com o meio ambiente¹. Para isso, foram estabelecidas quatro objetivos globais e vinte e três metas com medidas consideradas críticas para lidar com a perda de biodiversidade e restaurar ecossistemas naturais em âmbito mundial. Entre as metas globais estabelecidas para 2030, merecem destaque a Meta 01: *“Garantir que todas as áreas estejam sob processos integrados e participativos de planejamento espacial, incluindo a biodiversidade e/ou processos de gestão eficazes que abordem as mudanças no uso da terra e do mar, como forma de trazer para perto de zero até 2030, a perda de áreas de alta importância para a biodiversidade, incluindo ecossistemas de alta integridade ecológica, e respeitando os direitos dos povos indígenas e das comunidades locais.”*

E a Meta 03 *“Garantir e possibilitar que, até 2030, pelo menos 30% das áreas terrestres, de águas interiores, costeiras e marinhas, especialmente as áreas de particular importância para a biodiversidade e as funções e serviços dos ecossistemas, sejam efetivamente conservadas e geridas por meio de sistemas de áreas protegidas ecologicamente representativas, bem conectadas e equitativamente governadas, e outras medidas efetivas de conservação baseadas em áreas, reconhecendo territórios indígenas e tradicionais, quando aplicável, e integrados em paisagens mais amplas, marinhas e oceânicas, garantindo ao mesmo tempo que o uso sustentável, quando apropriado em tais áreas, seja totalmente consistente com os resultados de conservação, reconhecendo e respeitando os direitos dos povos indígenas e comunidades locais, inclusive sobre seus territórios tradicionais.”*

Além disso, a Meta 04 estabelece que é necessário *“Assegurar ações de gestão urgentes para deter a extinção induzida pelo homem de espécies ameaçadas conhecidas, e para a recuperação e conservação de espécies, em particular espécies ameaçadas, para reduzir significativamente o risco de extinção, bem como para manter e restaurar a diversidade genética dentro e entre as populações de espécies nativas, selvagens e domesticadas, para manter seu potencial adaptativo, inclusive por meio da conservação in situ e ex situ e práticas de manejo sustentável, além de gerir com eficácia as interações humanos-animais selvagens, minimizando o conflito humanos-animais selvagens para a coexistência”*. Além destas metas destacadas aqui, diversas outras ações estão listadas neste documento, as quais abrangem medidas desde a restauração de ecossistemas até a redução dos impactos das mudanças climáticas. Assim, o estabelecimento de ações concretas no âmbito nacional, regional e até mesmo local, são essenciais para que as metas globais sejam alcançadas, garantindo a manutenção da biodiversidade e a desaceleração da taxa global de extinção das espécies.

Convenção sobre Diversidade Biológica
<https://www.cbd.int/>

Além da CDB, outros acordos internacionais dos quais o Brasil é signatário e que contribuem para a conservação da biodiversidade marinha, inclui a Convenção sobre a Conservação das Espécies Migratórias de Animais Silvestres (CMS). Esta convenção fornece uma plataforma global para o estabelecimento de medidas de conservação às espécies migratórias da fauna silvestre. As espécies migratórias ameaçadas de extinção estão listadas no Anexo I, sendo que os países signatários devem proteger rigorosamente esses animais, conservando ou restaurando os locais onde vivem, mitigando os obstáculos à migração, bem como controlando outros fatores que possam colocá-los em perigo. As espécies migratórias que precisam ou se beneficiariam significativamente da cooperação internacional estão listadas no Apêndice II. Além disso, a Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES) é um acordo que tem como objetivo garantir que o comércio internacional de espécimes de animais e plantas selvagens, e de produtos deles derivados, não coloque em risco a sobrevivência destas espécies.

No âmbito nacional, a Política Nacional da Biodiversidade regulamenta e reconhece os compromissos assumidos pelo Brasil ao assinar a CDB, tendo como objetivo geral a promoção, de forma integrada, da conservação da biodiversidade e da utilização sustentável de seus componentes, com a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, de componentes do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais associados a esses recursos. Um dos instrumentos constituídos para a implementação da CBD é o Plano Estratégico Nacional de Área Protegidas (PNAP)², o qual determina em seus princípios, diretrizes e eixos temáticos, a adoção da abordagem ecossistêmica na gestão das áreas protegidas brasileiras. O PNAP sugere que o estabelecimento de um sistema representativo de áreas costeiras e marinhas no Brasil deve ser formado por uma rede de áreas altamente protegidas, integrada a uma rede de áreas de uso múltiplo.

Convenção sobre a Conservação das Espécies Migratórias de Animais Silvestres
<https://www.cms.int/>

Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção
<https://www.cites.org/>

Além destes, o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaças de Extinção (Pró-Espécies)³, tem como objetivo adotar ações de prevenção, conservação, manejo e gestão para minimizar ameaças e o risco de extinção de espécies. No âmbito deste programa, as etapas para o processo de definição das espécies ameaçadas incluem: *i*) a criação e o gerenciamento de bases de dados e sistemas de informação, voltados para subsidiar as avaliações de risco de extinção, com base nas informações científicas existentes; *ii*) a realização de avaliação do estado de conservação das espécies para enquadrá-las nas categorias de ameaça de extinção; *iii*) a publicação da Lista Nacional Oficial das Espécies Ameaças de Extinção; *iv*) a elaboração dos Planos de Ação Nacionais para Conservação de Espécies Ameaçadas; e *v*) o monitoramento de sua implementação e do estado de conservação das espécies constantes da lista das ameaçadas.

Considerando o contexto nacional e de aplicação regional ao estado do Paraná, pretende-se a seguir tratar das políticas públicas mais relevantes para a conservação da biodiversidade, com foco nas espécies marinhas ameaçadas avaliadas no âmbito do *Projeto Biota*.



Listas Nacionais de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção

As listas vermelhas de espécies ameaçadas foram criadas para chamar a atenção sobre a necessidade do estabelecimento de ações rápidas e efetivas em prol da conservação das espécies com maior risco de extinção em um futuro próximo^{4,5}. As Listas Nacionais de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção^{6,7} e o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, são os principais instrumentos utilizados para a conservação de espécies ameaçadas, pois estabelecem uma proteção legal imediata para qualquer espécie listada, funcionando como um marco legal guarda-chuva^{5,8}. As espécies constantes nas listas ficam protegidas de modo integral, incluindo entre outras medidas, a proibição de captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização.

O processo de avaliação do estado de conservação da fauna brasileira segue a metodologia de categorias e critérios estabelecidos pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), por ser reconhecidamente a abordagem mais abrangente, objetiva e cientificamente rigorosa para avaliar o risco de extinção de espécies⁹. A aplicação destes critérios e categorias tem o objetivo de responder à seguinte questão: “Qual a probabilidade de uma espécie tornar-se extinta em um futuro próximo, dado o conhecimento atual sobre sua distribuição, tendências populacionais e ameaças recentes, atuais ou projetadas?”. Assim, para a determinação do risco de extinção de uma espécie são analisadas e combinadas informações sobre a população, a distribuição geográfica, as características da espécie que possam interferir em sua resposta às alterações do ambiente, as ameaças que afetam a espécie e as medidas de conservação já existentes.



Desta forma, as espécies são avaliadas em um processo regular e contínuo, em ciclos de cinco anos, de forma a manter as informações atualizadas. O constante monitoramento e atualização da lista de espécies ameaçadas contribui com a compreensão do status da conservação das espécies da fauna e flora brasileira, assim como podem indicar onde devem ser direcionados os esforços e investimentos para a proteção do patrimônio natural brasileiro.

Todas as espécies avaliadas pelo Projeto Biota estão classificadas como ameaçadas ou quase ameaçadas, tanto nas avaliações nacionais coordenadas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)⁸, quanto nas avaliações globais coordenadas pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN)⁹. São consideradas espécies ameaçadas, as espécies classificadas como “Vulnerável” (VU), “Em Perigo” (EN) e “Criticamente em Perigo” (CR).

Veterinário do LEC realizando a análise de saúde de uma tartaruga-verde (*Chelonia mydas*)



Seguindo diretrizes nacionais, em 2004 foi elaborada a lista de espécies ameaçadas de extinção no âmbito estadual, com a publicação do Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná¹⁰. No entanto, devido à falta de informações sobre a ocorrência e aspectos ecológicos das espécies, a maioria das espécies avaliadas pelo *Projeto Biota* foram regionalmente classificadas como “Deficientes de Dados” (DD), com exceção do mero que foi classificado como “Vulnerável” (VU). Em 2010, a lista foi atualizada somente para os mamíferos, carecendo ainda de atualização para as demais espécies.

Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção

A partir da identificação do nível de ameaça e risco de extinção das espécies são organizados os planos de ação para a conservação de espécies ameaçadas, que identificam e orientam ações prioritárias para a mitigação das ameaças e riscos às populações. O Plano de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PAN) é um instrumento de gestão e de políticas públicas, construído de forma participativa, utilizado para o ordenamento e a priorização de ações para a conservação de espécies e ambientes naturais¹¹.

O processo de elaboração, monitoramento e avaliação dos PANs é baseado nos princípios do planejamento estratégico e pode ser aplicado para diferentes abordagens, como táxon, bioma, ecossistema ou demais ambientes naturais, sendo que os recortes taxonômicos podem incluir uma única espécie, grupos ou conjuntos de espécies. O processo de elaboração dos PANs é realizado com ampla participação, envolvendo diversos segmentos da sociedade para potencializar os esforços e racionalizar a captação e gestão dos recursos para conservação de espécies ou ambientes, garantindo maior êxito na implementação do plano¹¹.

Considerando as espécies avaliadas pelo *Projeto Biota*, atualmente estão em vigor o PAN Tartarugas Marinhas¹² e o PAN Tubarões¹³. Além destes planos, o PAN Corais¹⁴ e o PAN Manguezal¹⁵ incluem o mero como uma das espécies alvo de conservação.

Com relação às tartarugas marinhas, em 2001 foi elaborado um plano de ação nacional voltado para a redução da captura incidental das tartarugas marinhas pela atividade pesqueira¹⁶ e em 2011 foi consolidado o PAN Tartarugas Marinhas¹⁷, que compreende ações de conservação para as cinco espécies existentes na costa brasileira, incluindo a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*). Este documento técnico foi atualizado em um novo ciclo de planejamento (2017 - 2022)¹² com o objetivo de manter a tendência de recuperação das populações de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil, por meio do aprimoramento das ações de conservação, pesquisa, fortalecimento institucional e envolvimento da sociedade. Assim, o plano atual compreende cinquenta e seis ações para alcançar sete grandes objetivos, incluindo: *i*) estimativa de capturas, mortalidade e identificação de áreas onde ocorre maior interação das tartarugas marinhas em pescarias prioritárias; *ii*) redução das capturas incidentais e da mortalidade de tartarugas marinhas nas atividades pesqueiras; *iii*) proteção das áreas prioritárias de reprodução de tartarugas marinhas; *iv*) monitoramento e proteção em outras áreas identificadas de reprodução das tartarugas marinhas; *v*) conservação de áreas de alimentação das tartarugas marinhas; *vi*) redução dos impactos da poluição nas tartarugas marinhas; e *vii*) aprimoramento das políticas públicas de proteção às tartarugas marinhas.





O Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção (PAN Tubarões) foi consolidado em 2014 e tem como objetivo mitigar os impactos sobre os elasmobrânquios marinhos ameaçados de extinção no Brasil e de seus ambientes, para fins de conservação em curto prazo¹³. O PAN Tubarões abrange diversas espécies ameaçadas, incluindo os tubarões-martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zygaena*), o tubarão-mangona (*Carcharias taurus*) e a raia-manta (*Mobula birostris*). Durante a última avaliação de risco de extinção, o tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) foi avaliado como “Quase Ameaçado” (NT) aproximando-se da categoria “Vulnerável” (VU)¹⁹, e desta forma, ainda não foi contemplado neste última revisão do plano.

O PAN Tubarões está dividido em áreas estratégicas, considerando locais críticos ao ciclo de vida das diferentes espécies de elasmobrânquios, sendo que a região de influência do estuário de Paranaguá é considerada uma área estratégica de berçário para elasmobrânquios e de presença de indivíduos juvenis¹³. O plano atual está em seu primeiro ciclo, com a proposta de sessenta e sete ações estratégicas para alcançar nove grandes objetivos de conservação, incluindo: *i*) aperfeiçoamento do processo de gestão pesqueira para minimizar os impactos sobre os elasmobrânquios marinhos ameaçados de extinção no Brasil; *ii*) aprimoramento do marco legal visando sua aplicabilidade; *iii*) ampliação da representatividade de áreas marinhas protegidas, em número e extensão, e sua implementação em ambientes críticos ao ciclo de vida dos elasmobrânquios marinhos ameaçados de extinção no Brasil; *iv*) redução da captura incidental e da mortalidade pós-captura das espécies de elasmobrânquios ameaçadas de extinção nas diversas modalidades de pesca; *v*) sensibilização dos pescadores e da sociedade acerca da importância dos elasmobrânquios e de sua conservação para a integridade dos ecossistemas marinhos; *vi*) proposição de normas e regulamentos nos processos de licenciamento ambiental, com vistas à conservação de elasmobrânquios marinhos ameaçados de extinção no Brasil e seus ambientes; *vii*) aprimoramento dos processos de monitoramento, controle e vigilância da captura incidental dos elasmobrânquios marinhos ameaçados de extinção e de seus produtos; *viii*) ampliação e integração do conhecimento sobre as populações de elasmobrânquios marinhos ameaçados de extinção no Brasil, seus ambientes e processos ecológicos; e *ix*) sensibilização da sociedade acerca da problemática dos incidentes de tubarões com seres humanos.

Entre as espécies trabalhadas no âmbito do *Projeto Biota*, apenas o mero (*Epinephelus itajara*) não possui um PAN específico. No entanto, a espécie está contemplada no Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Ambientes Coralíneos (PAN Corais)¹⁴ e no Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal (PAN Manguezal)¹⁵. A elaboração do PAN Corais levou em consideração espécies incluídas nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção do Brasil, agregando os diferentes ambientes coralíneos e as espécies associadas, incluindo o mero. Avaliou-se que um grande número dessas espécies pode ocorrer em ambientes coralíneos, ao longo de todo o seu ciclo de vida ou pelo menos em parte dele, neles obtendo proteção, alimentação e/ou locais para reprodução. O plano segue uma abordagem ecossistêmica, tendo como objetivo melhorar o estado de conservação dos ambientes coralíneos, por meio da redução dos impactos antrópicos, ampliação da proteção e do conhecimento com a promoção do uso sustentável e da justiça socioambiental.



Foto: Robin Loose (Associação MarBrasil/Programa REBIMAR)

Já o PAN Manguezal estabelece ações de conservação para diversas espécies-alvo associadas ao ecossistema manguezal, incluindo espécies ameaçadas como o mero, além de espécies de importância socioeconômica. O plano tem como objetivo aumentar o estado de conservação dos manguezais brasileiros, reduzindo a degradação e protegendo as espécies-alvo, mantendo suas áreas e usos tradicionais, a partir da integração entre as diferentes instâncias do poder público e da sociedade, incorporando os saberes acadêmicos e tradicionais. Este documento estabelece diversas ações para alcançar onze objetivos estratégicos de conservação. Para a implementação do plano foram definidas áreas estratégicas para o estabelecimento das ações de conservação, incluindo as regiões paranaenses que abrangem o Mosaico Lagamar-Guaraqueçaba e a baía de Guaratuba.

No âmbito regional, em 2004 o Governo do Paraná instituiu a Política Estadual de Proteção à Fauna Nativa¹⁸, que foi estabelecida com o objetivo de assegurar a manutenção da diversidade biológica e do fluxo gênico, da integridade biótica e abiótica dos ecossistemas, bem como das relações intra e interespecíficas, através da implementação de ações integradas e mecanismos de proteção à fauna e suas funções ecológicas. A partir daí, o governo do estado empreendeu um processo de gestão da fauna de caráter pioneiro que culminou com a elaboração da lista de espécies ameaçadas e planos de ação específicos para espécies ameaçadas. Entre os planos de ação estaduais, destaca-se o Plano de Conservação para Tetrápodes Marinhos no Paraná¹⁹, que reúne informações para algumas espécies da fauna marinha. Este documento levanta informações sobre as principais ameaças que afetam as espécies marinhas e o seu estado de conservação, além de estabelecer diretrizes e ações para a recuperação das populações considerando uma abordagem regional.

Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)²⁰ estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, no âmbito federal, estadual e municipal. De acordo com o SNUC, as unidades de conservação são “*espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção*”. Desta forma, as unidades de conservação são porções territoriais das mais variadas extensões que devido a sua importância e representatividade ecológica de flora, fauna e recursos hídricos, necessitam de uma gestão específica, de modo a garantir a perpetuidade de sua biodiversidade e patrimônio natural, assim como de seus serviços ecossistêmicos.

Além disso, as unidades de conservação podem ser criadas para proteger características relevantes de natureza geológica, arqueológica e/ou cultural. Vale destacar que estas áreas protegidas possuem importância social, uma vez que podem ter como objetivo a conservação de recursos naturais, importantes para a subsistência de populações tradicionais. Independentemente de sua categoria ou forma de manejo, as unidades de conservação estão centradas na conservação *in situ*, com o objetivo de preservar uma parcela importante da biodiversidade e de ecossistemas representativos, contribuindo assim para garantir a manutenção de serviços ambientais e a continuidade de processos ecológicos²¹.



A distribuição e desenho das unidades de conservação são de importância crucial, uma vez que devem funcionar como redes com conectividade e continuidade, protegendo corredores migratórios e formando *stepping-stones* entre habitats adequados para garantir a conservação a longo prazo de populações regionais de biodiversidade naturalmente conectados. Essa conectividade é necessária para a funcionalidade dos ecossistemas, demonstrando-se crucial para manter a diversidade genética e a adaptação às mudanças climáticas em todos os biomas e escalas espaciais.

As unidades de conservação (UCs) estão organizadas em dois grupos de proteção complementares: Proteção Integral e Uso Sustentável. As UCs de Proteção Integral têm como objetivo primordial preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Estão incluídas nesta categoria as Estações Ecológicas (ESEC), as Reservas Biológicas (REBIO), os Parques Nacionais (PARNA), os Monumentos Naturais (MONA) e os Refúgios de Vida Silvestre (REVIS). As UCs de Uso Sustentável têm como principal objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Esse grupo divide-se nas seguintes categorias: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna (REFAU), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

No Estado do Paraná, algumas unidades de conservação estão localizadas no bioma marinho-costeiro, sendo três de uso sustentável (APA Federal de Guaraqueçaba, APA Estadual de Guaraqueçaba e APA de Guaratuba) e dez de proteção integral (ESEC de Guaraqueçaba, PARNA do Superagui, REBIO Bom Jesus, PARNA Marinho das Ilhas dos Currais, Parque Estadual do Palmito, Parque Estadual da Ilha das Cobras, ESEC e Parque Estadual da Ilha do Mel, ESEC Estadual do Guaraguaçu e Parque Estadual do Boguaçu). Entretanto, apenas o PARNA Marinho das Ilhas dos Currais é exclusivamente marinho, e tem como finalidade a “*proteção dos ecossistemas das Ilhas dos Currais, bem como os ambientes marinhos dos limites do seu entorno, permitindo ainda a proteção e controle de relevantes áreas de nidificação de várias espécies de aves e de hábitat de espécies marinhas*”. Além disso, a APA federal de Guaraqueçaba e a APA estadual de Guaratuba protegem as áreas estuarinas do Complexo Estuarino de Paranaguá e da Baía de Guaratuba, respectivamente.

Na esfera estadual, as RPPN estão classificadas como de Proteção Integral⁴²

Além das unidades de conservação presentes no bioma marinho-costeiro, as UCs terrestres também fornecem importante proteção para estes ecossistemas. Assim, apresentamos ao lado as unidades de conservação federais e estaduais implementadas no litoral do Paraná, (Figura 06), as quais recobrem 83,6% do território litorâneo²², sendo fundamentais para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas terrestres e marinhos na região.

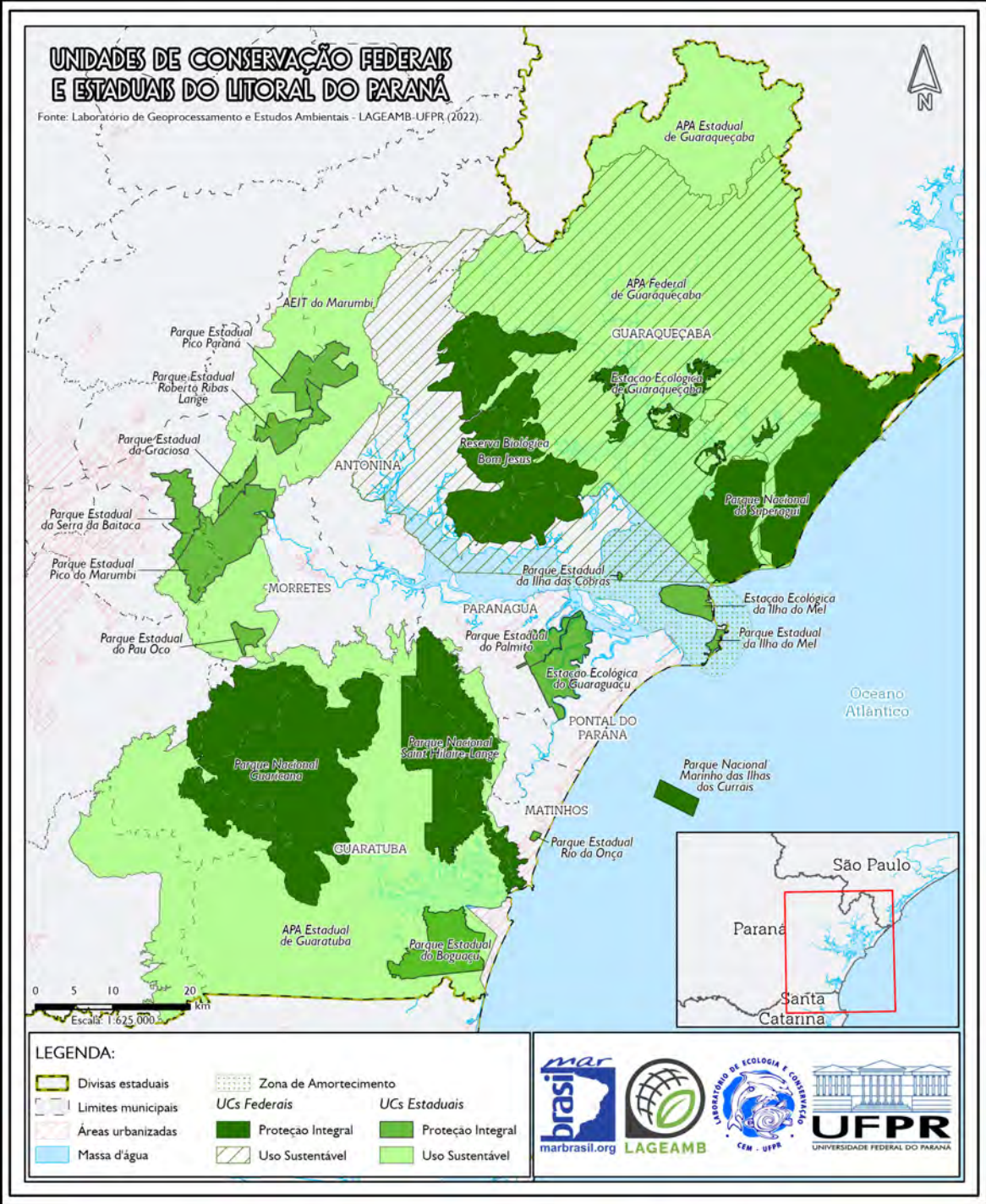


Figura 06: Unidades de conservação federais e estaduais do litoral do Paraná.

Referências Bibliográficas

1 - MMA (2020) Convenção sobre Diversidade Biológica. Disponível em <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/convencao-sobre-diversidade-biologica>>

2 - BRASIL (2006). Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006.

3 - BRASIL (2014). Portaria MMA nº 43, de 31 de janeiro de 2014.

4 - Fitter, R. & Fitter, M. (1987). The Road to Extinction. IUCN, Gland, Switzerland, 137 pp.

5 - Peres, M.B. et al. (2011) Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira e a Lista de Espécies Ameaçadas: o que significa, qual sua importância e como fazer? Biodiversidade Brasileira 1: 45-48.

6 - BRASIL (2014). Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014.

7 - BRASIL (2014). Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014.

8 - ICMBio/MMA (2018a) Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF. 495 pp.

9 - IUCN – International Union for Conservation of Nature (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 895 2021-1.

10 - Mikich, S. B. & Bérnils, R. S. (2004) Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná. Curitiba: Instituto 939 Ambiental do Paraná. CD-ROM.

11 - ICMBio/MMA (2018d) Guia para gestão de planos de ação nacional para a conservação das espécies ameaçadas de extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF. 166 pp.

12 - ICMBio/MMA (2018e) Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas.

13 - ICMBio/MMA (2018f) Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção. Disponível em <<https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/plano-de-acao-nacional-lista/2839-plano-de-acao-nacional-para-a-conservacao-dos-tubaroos>>

14 - ICMBio/MMA (2016b) Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para Conservação dos Ambientes Coralíneos.

15 - ICMBio/MMA (2019) Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Mangue-zal.

16 - Marcovaldi, M.A. et al. (2002) Brazilian plan for reduction of incidental sea turtle capture in fisheries. Marine Turtle Newsletter 96: 24-25

17 - Marcovaldi, M.A.A.G. et al. (2011) Plano de ação nacional para a conservação das tartarugas marinhas. Série Espécies Ameaçadas, nº 25, Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 120 pp.

18 - PARANÁ (2004). Decreto nº 3.148, de 15 de junho de 2004.

19 - IAP – Instituto Ambiental do Paraná (2009). Plano de Conservação para Tetrápodes Marinhos no Paraná. IAP/Projeto Paraná Biodiversidade, 52pp.

20 - BRASIL (2000). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

21 - Bensusan, N. (2006). Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. Rio de Janeiro: editora FGV, 176pp.

22 - Paula, E. V.; Pigosso, A.M.B.; Wroblewski, C.A. (2018) Unidades de Conservação no Litoral do Paraná: Evolução Territorial e Grau de Implementação. In: Sulzbach, M.T.; Archanjo, D. R.; Quadros, J. (Org.). Litoral do Paraná: território e perspectivas. 1ed.Rio de Janeiro: Autografia, v. 3, p. 41-92.



Equipe *Projeto Biota* e TCP durante expedição de captura intencional de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*)

DIRECIONAMENTOS E PRÓXIMOS PASSOS

A conservação da biodiversidade marinha e a proteção de espécies ameaçadas de extinção requerem ações abrangentes e coordenadas em diferentes níveis, do local ao global. O Brasil possui uma base legal e política significativa para a conservação da biodiversidade marinha, e as políticas públicas voltadas para a conservação de espécies ameaçadas desempenham um papel fundamental na proteção do patrimônio natural brasileiro. No entanto, é essencial que essas políticas públicas sejam acompanhadas por ações concretas de gestão, monitoramento e educação ambiental, a fim de garantir a efetividade das medidas de proteção.

O litoral do Paraná é uma área de extrema importância biológica para a conservação de espécies marinhas migratórias e ameaçadas de extinção, o que exige a implementação de uma abordagem local das diferentes estratégias de gestão para a conservação dessas espécies, contribuindo assim com as metas globais para redução da perda da biodiversidade marinha. Diferentes instrumentos de gestão e de governança dos oceanos ressaltam a importância do refinamento de informações regionais e a integração de uma base de dados localmente construída, para que as estratégias de mitigação dos impactos visando a conservação sejam efetivas, participativas e valorizadas pelos diferentes atores locais, que exercem grande influência na tomada de decisão para a manutenção de ambientes marinhos saudáveis.

Considerando esta perspectiva, a compilação do conhecimento técnico-científico a nível local/regional apresentado aqui, teve o intuito de aprimorar a compreensão geral das espécies marinhas avaliadas no âmbito do *Projeto Biota*. Através da integração do conhecimento das espécies da megafauna marinha em uma avaliação de planejamento espacial, o *Projeto Biota* contribuiu para a identificação de áreas que são ecologicamente mais importantes para a conservação destas espécies. Além disso, esta abordagem mostrou ser uma ferramenta eficaz para evidenciar caminhos para a priorização das ações de gestão e conservação da biodiversidade marinha no litoral paranaense, além de ser uma abordagem participativa valiosa para a tomada de decisão.

No entanto, é importante que esse processo seja contínuo e adaptativo, incorporando novos dados e informações para melhorar a precisão das áreas prioritárias. Além disso, a conservação da megafauna marinha requer a implementação de diferentes estratégias de gestão, como a implementação de áreas protegidas e ações específicas para mitigar os impactos das atividades humanas. Somente através de uma abordagem abrangente e colaborativa, poderemos garantir a proteção a longo prazo das espécies ameaçadas e preservar a riqueza dos ecossistemas marinhos.



Casal de Peixe-frade (*Pomacanthus paru*)

Também são necessárias estratégias de gestão integradas e participativas, que valorizem o conhecimento científico, a cooperação entre instituições e a conscientização da sociedade, em prol da conservação da biodiversidade marinha e do equilíbrio dos ecossistemas costeiros. Diante disso, um dos pontos fortes durante o desenvolvimento do *Projeto Biota* foi a formação natural de conexões agregando diversas instituições de diferentes setores da academia, organizações da sociedade civil e instituições governamentais. A partir deste aprendizado, destacamos a importância e a necessidade do fortalecimento e ampliação desta integração consolidando uma rede de pesquisadores e instituições governamentais, visando ações mais participativas e mais efetivas para a manutenção da qualidade ambiental do território e conservação da biodiversidade marinha no litoral paranaense. O fortalecimento desta rede é um primeiro passo para desenvolver estratégias mais eficazes de longo prazo e de integração entre a pesquisa, a gestão e a sociedade.

Somente através do compromisso contínuo das instituições, aliado a esforços locais e regionais, será possível alcançar a redução da perda da biodiversidade e a garantia de um futuro sustentável para os ambientes costeiros e marinhos. Portanto, é fundamental investir em estratégias de conservação, ordenamento territorial e conscientização pública para garantir um futuro sustentável para o litoral do Paraná, preservando sua biodiversidade única e garantindo que os benefícios dos ecossistemas marinhos sejam desfrutados pelas gerações presentes e futuras.



Sobre o Fotógrafo deste Fotolivre

Gabriel Marchi é fotógrafo e cinegrafista de natureza premiado e é o responsável pela adaptação artística desse livro do *Projeto Biota*. O conceito é uma visualização do ecossistema riquíssimo do litoral paranaense, integrado a documentação da metodologia utilizada pelos bravos pesquisadores desse projeto. Algumas imagens nesse livro são inéditas, irrepetíveis e importantíssimas para a pesquisa científica no Litoral do Paraná.



Sobre a Coordenadora Geral do *Projeto BIOTA*

Angela Zaccaron da Silva é Oceanógrafa, com mestrado em Biotecnologia Ambiental e em Áreas Naturais Protegidas, e doutorado em Sistemas Costeiros e Oceânicos. Desenvolve pesquisas com foco na avaliação espacial de atividades antropogênicas no litoral paranaense, como forma de subsidiar o planejamento espacial marinho e ações mais efetivas para a conservação da megafauna marinha na região.

