

HUGO BORNATOWSKI

# ENCONTROS E DESENCONTROS COM TUBARÕES E RAIAS

UMA HISTÓRIA (NÃO) CONTADA POR  
PESQUISADORES BRASILEIROS



HUGO BORNATOWSKI

ENCONTROS E DESENCONTROS COM  
TUBARÕES E RAIAS

UMA HISTÓRIA (NÃO) CONTADA POR PESQUISADORES  
BRASILEIROS



# ENCONTROS E DESENCONTROS COM TUBARÕES E RAIAS

UMA HISTÓRIA (NÃO) CONTADA POR PESQUISADORES  
BRASILEIROS  
1ª Edição

Hugo Bornatowski

*Ilustração da capa:* Otto Bismarck Fazzano Gadig

Edição do Autor  
Apoio: Associação MarBrasil

Blumenau, Santa Catarina  
2021

Bornatowski, Hugo

Encontros e desencontros com Tubarões e Raias: uma história (não) contada por pesquisadores brasileiros / Hugo Bornatowski; ilustrador da capa Otto Bismarck Fazzano Gadig. Blumenau: Edição do autor, 2021.

275 p., ilus.

ISBN 978-65-00-15764-2

Disponível em: [www.marbrasil.org](http://www.marbrasil.org)

1. Tubarões - contos. 2. Raias - contos. I. Bornatowski, Hugo II. Gadig, Otto Bismarck Fazzano Gadig, ilust. III. Título.

CDU 597.31:82-34

CRB 8/3805



### ***Ficha catalográfica***

Dione Seripierri (Museu de Zoologia, USP)

### ***Imagens***

Próprios autores / Ana R. Palmeira / Cláudio Sampaio / Creative Commons /  
Eloísa Giareta / Hugo Bornatowski / Isabella Simões / Itaipu Binacional /  
Marcelo Vianna / Noeli Ribeiro / Otto B. F. Gadig / Petroleum Geo-Services

(2021) Todos os direitos reservados aos autores desta obra.

*à Paola Alarcon  
ao Otávio  
e ao Tobias*



## **Autores**

**Alberto Ferreira de Amorim**

*Instituto de Pesca, Santos, São Paulo*

**Alex Ribeiro**

*Aquário de Santos, Santos, São Paulo*

**Ana Rita O. Palmeira Nunes**

*UFAM, São Luís, Maranhão*

**André Sucena Afonso**

*UFRPE, Recife, Pernambuco.*

**Andrey L. F. Castro**

*UFSJ, São João del-Rei, Minas Gerais*

**Beatriz Rochitti Boza**

*UNESP, Botucatu, São Paulo.*

**Bianca de Sousa Rangel**

*USP, São Paulo, São Paulo*

**Bruno de Campos Souza**

*UNESP, Botucatu, São Paulo.*

**Cláudio L. S. Sampaio**

*UFAL, Penedo, Alagoas*

**Claudio Oliveira**

*UNESP, Botucatu, São Paulo.*



**Domingos Garrone-Neto**

*UNESP, Registro, São Paulo*

**Fábio Hazin**

*UFRPE, Recife, Pernambuco.*

**Fausto Foresti**

*UNESP, Botucatu, São Paulo.*

**Fernanda de Oliveira Lana**

*UFF, Niterói, Rio de Janeiro*

**Francisco Marcante Santana**

*UFRPE, Serra Talhada, Pernambuco.*

**Getúlio Rincon**

*UFMA, São Luís, Maranhão*

**Hugo Bornatowski**

*CEM/UFPR, Pontal do Paraná, Paraná*

**Ingrid Vasconcellos Bunholi**

*UNIFESP, Santos, São Paulo*

**Jones Santander-Neto**

*IFES, Piúma, Espírito Santo*

**Jorge Eduardo Kotas**

*CEPSUL - ICMBio, Itajaí, SC*

**Jorge L. S. Nunes**

*UFMA, São Luís, Maranhão*

**Leonardo Manir Feitosa**

*University of California, Santa Barbara, EUA*

**Marcelo Szpilman**

*AquaRio, Rio de Janeiro*

**Marcelo Vianna**

*UFRJ, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.*

**Maria Lúcia Góes de Araújo**

*UFS, São Cristóvão, Sergipe*

**Mariana Martins**

*UNESP, São Vicente, São Paulo*

**Natalia Alves Bezerra**

*UFRPE, Recife, Pernambuco.*

**Natascha Wosnick**

*UFPR, Curitiba, Paraná*

**Otto Bismarck Fazzano Gadig**

*UNESP, São Vicente, São Paulo*

**Renato H. A. de Freitas**

*UFSC, Florianópolis, Santa Catarina*

**Ricardo Clapis Garla**

*UFRN, Natal, Rio Grande do Norte*

**Roberta Aguiar dos Santos**

*CEPSUL, Itajaí, Santa Catarina*

**Rodrigo R. Domingues**

*UNIFESP, Santos, São Paulo*

**Sara Melo**

*A&Melo Consultoria*

**Teodoro Vaske Júnior**

*UNESP, São Vicente, São Paulo*

**Thiago S. Loboda**

*UFAC, Rio Branco, Acre*

**Venâncio Guedes de Azevedo**

*Instituto de Pesca/APTA/SAA, Ubatuba, São Paulo*

## Sumário

Prefácio – O íntimo de quem pesquisa tubarões e raias .....	15
Agradecimentos .....	19
Apresentação .....	21
Introdução .....	23
Um breve histórico sobre o grupo de pesquisa no Brasil, a SBEEL ....	27
Quando educação tem tudo a ver com conservação!.....	32
Ferroada de raia, picada de cobra e mordida de cachorro doido .....	36
O canto das arraías .....	40
Para ver tubarão crescer é preciso paciência .....	44
As histórias lidas nas cicatrizes .....	49
Duro de marcar.....	59
As raias chicote .....	69
O inexplorado mundo das raias que produzem “leite” .....	72
O fascínio pelos métodos não-letais .....	78
As raias ticonhas.....	84
Mergulhando com tubarões!.....	88
História de pescador ou uma grande descoberta?.....	93
Entre a cruz e a espada: os desafios da pesquisa científica sob a luz dos holofotes da mídia... ..	97
Do pão de queijo aos mares do mundo .....	106
Maranhão: A nova fronteira sul.....	111
A relação entre a maturidade e a resiliência em tubarões .....	114
Navegar com o Prof. Vooren .....	117

Os pescadores do lago de Tucuruí .....	122
Tão longe de casa.....	128
O CSI da alimentação dos tubarões.....	133
Quem tem medo de tubarão?.....	138
O errado que deu muito certo no filme “Tubarão” .....	143
Cação-anjo – Tubarões ou realmente anjos? .....	146
É menino ou menina? O curioso caso de uma raia muito pequena ..	152
Tubarão “ <i>fitness</i> ”? .....	156
Tubarão Matusalém .....	159
O mar ensina.....	163
A desdentada .....	167
Menos sempre é mais .....	170
Uma grande descoberta onde menos se esperava .....	176
Mergulhando com o grande tubarão-branco .....	180
O tubarão de duas cabeças e as duas cabeças .....	189
Conflito sexual em raias de água doce.....	192
As múmias não estão apenas no Egito .....	195
Como pode uma menina se apaixonar pelo mar?.....	198
Estresse: o mal do século 21 também afeta raias e tubarões .....	209
A cara-suja do Senhor-dos-Braços-Longos.....	213
Uma mordidinha valiosa .....	223
Desbravando Fernando de Noronha .....	227
Lá do profundo fundo do mar, raias-cegas, tubarões-lagarto, peixes-bruxa. ....	235
O “ <i>slime</i> ” e a conservação de raias brasileiras .....	240
Uma lula predada por um tubarão-azul, que mudou um modo de pensar .....	245

A bela arraia (quase) acreana .....	249
Raias de agua doce, colonizadoras de sucesso? .....	255
A verdade está lá fora! .....	260
Elasmobrânquios sob cuidados humanos.....	264
Referências.....	267



## **Prefácio – O íntimo de quem pesquisa tubarões e raias**

***por Otto Bismarck Fazzano Gadig***

Que alegria e honra receber o convite para participar deste lindo livro idealizado pelo amigo e incrível pesquisador Hugo Bornatowski, elaborando a ilustração da capa, escrevendo um capítulo e o prefácio. Sobre este último, decididamente é uma missão bem complicada, pois não creio ser possível transmitir aqui de forma objetiva, a real dimensão e importância que envolve a decisão de um autor em compartilhar com o público, suas percepções, conhecimento, memórias, enfim, parte da sua própria vida.

Sei disso bem, porque tive oportunidade de elaborar dois prefácios de livros antes. Até aí tudo bem. Só que recentemente tive um livro meu, em co-autoria com outros dois colegas, prefaciado pelo Dr. Fábio Hazin (Universidade Federal Rural de Pernambuco), um dos grandes pesquisadores brasileiros sobre tubarões e raias. Depois de ler o texto do Fábio prometi a mim mesmo jamais fazer outro prefácio, pois a qualidade de redação desse pesquisador chega a ser uma prática involuntária de “*bullying*” para alguém como eu, que passa muito longe de ser um primor na escrita. Texto maravilhoso. Ficamos os três



autores, com a sensação de estarmos plenamente contemplados. Mas diante do convite do Hugo, não encontrei argumento algum para declinar, mesmo sabendo que não faria um prefácio à altura do livro.

Sob sua batuta e organização, temos aqui uma inédita obra multiautoral e também multitemática sobre os elasmobrânquios. Aqui o leitor vai navegar (ou mesmo nadar) entre tubarões e raias, através das experiências de um grupo de, pelo menos, três gerações de pesquisadores extraordinários. São tratados os mais diferentes aspectos da biologia, ecologia, fisiologia, genética, comportamento, conservação e tantas outras facetas sobre a vida desses magníficos vertebrados. E isso tudo com uma linguagem leve e corrente para todos os públicos, pois esses assuntos são abordados sob a perspectiva da vivência própria de cada um. Mais do que um texto didático, é um depoimento, com a força e a verdade de quem vive a ciência brasileira, historicamente relegada ao segundo plano, sobretudo em tempos mais recentes.

A sensibilidade e generosidade do Hugo propiciaram a 37 colegas, oportunidade de compartilhar suas histórias, vivências, conhecimentos e ideias. Destaca-se aqui um time de pesquisadores composto por 1/3 de mulheres incríveis. Uma proporção ainda pequena, mas muito maior do que há poucos anos e, principalmente, muito maior do que a maioria dos países onde a pesquisa com elasmobrânquios é intensa, mas

predominada por liderança masculina. Temos nesse livro a própria história da pesquisa brasileira com elasmobrânquios, representada por alguns cientistas ativos desde as décadas de 1970 e 1980, vitais para a fundação da Sociedade Brasileira para o Estudo dos Elasmobrânquios, um marco histórico que acelerou o engajamento de outros estudantes e pesquisadores. Tanto é que, pelo menos 22 autores deste livro são jovens que iniciaram suas carreiras acadêmicas neste século, permitindo acreditar em tempos vindouros melhores, no que se refere à pesquisa e conservação de elasmobrânquios brasileiros.

Foi uma grande ideia do Hugo, a concepção de um livro sobre tubarões e raias com vertente intimista, científica e muito didática, sem igual em nível mundial. Uma contribuição vital às iniciativas de derrubar o abismo entre a ciência e o público. A popularização da ciência tem sido um debate muito recorrente entre os pesquisadores e, neste sentido, sempre lembrado pelo Hugo junto aos seus colegas. É, portanto, um ganho valioso para a pesquisa de tubarões e raias brasileiros. Espero que seu conteúdo seja prazerosamente aproveitado pelo público em geral, pesquisadores e entusiastas sobre tubarões e raias.

Ao Hugo, que tenho a sorte de conviver como colega e já ter publicado alguma coisa juntos, fica aqui o meu agradecimento pelo convite de abrir esse lindo livro (que poderia ter um prefácio melhor...) e também, em nome de todos os colegas que tiveram a chance de expor aqui suas histórias,

parabenizar por essa iniciativa incrível. Você nos deu a oportunidade de declarar nosso amor a esses maravilhosos animais que são os tubarões e raias. Só poderia ter vindo de você mesmo. Parabéns e obrigado. Boa leitura a todos!

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a todos os pesquisadores que se colocaram a disposição em escrever uma minúscula fração de algum acontecimento de suas vidas para construção desta obra. Agradeço, também, a Dione Seripierri pelo auxílio na elaboração da ficha catalográfica.

Não tenho como agradecer individualmente todas as pessoas que tiveram alguma passagem pela minha carreira ou vida pessoal, pois a lista seria grande. Sou muito grato a todos! Mas faço um agradecimento especial ao Otto Gadig, Alberto Amorim, Paulo Schwingel, Cláudio Sampaio, Andrey Castro, Fernando Mendonça, Cassiano Calluf, Jean Vitule, Vinícius Abilhoa e Marco Fábio Maia Corrêa. Esses nomes, sem dúvida, fizeram muita diferença em minha vida profissional, tanto por oportunidades, dicas, conversas e orientações. Meu muitíssimo obrigado!



## Apresentação

Eu começo apresentando esta obra com a seguinte frase: “*só nos preocupamos com aquilo que sabemos e/ou conhecemos. E olhe lá!*”. É uma frase que retrata a rotina do conhecimento da ciência e do trabalho de um pesquisador, e o grande abismo na aproximação da população com a essa realidade científica.

Por que eu digo isso? O trabalho de um pesquisador geralmente fica limitado à parte técnica e acadêmica, e os resultados são lidos (e quando são lidos) apenas por uma pequena parte da comunidade científica interessada. Isso não é por nossa culpa, mas talvez porque não fomos “treinados” para colocar as ideias de forma compreensível para um público amplo ler ou talvez porque não existe uma cooperação entre outras áreas. Quase toda a literatura científica ainda fica pouquíssimo acessível para uma leitura mais tranquila. E isso afeta diretamente boa parte das práticas de conservação, simplesmente porque a população precisa estar muito mais próxima da pesquisa e das questões conservacionistas. Se isso não está acontecendo, então nós, pesquisadores, falhamos de alguma forma.

Essa situação sempre me incomodou. Sempre me fez pensar se: “*Estou fazendo ciência do jeito certo? E se alguém me perguntar sobre o que eu faço, saberei responder e justificar?*”. Um ótimo exercício é pegar os familiares próximos,

que não tem nada a ver com a área da pesquisa, e tentar fazê-los entender a importância do seu trabalho. Pode acreditar que isso não é nada fácil!

Diante desse panorama, resolvi organizar esse livro de um jeito não muito convencional. Até poderia escrever capítulos e mais capítulos de crônicas relacionadas aos resultados de pesquisas no Brasil e no mundo, mas por que não fazer um misto de experiências? Afinal, todo pesquisador tem alguma coisa legal pra falar ou mostrar algum resultado de forma muito particular e descontraída. Então, eu convidei uma parte da comunidade científica brasileira, que estuda tubarões e raias, para colocar as sua experiências profissionais no papel, de forma bastante informal e leve. Aqui o leitor vai encontrar textos curtos, muito divertidos e curiosos, com relatos da vivência profissional, resultados intrigantes e curiosidades acerca dos tubarões e raias. Cada texto foi escrito em sua forma particular e genuína, sem perder a sua real essência. Espero que cada um possa conhecer um pouquinho da história e da vivência que nós, pesquisadores, encontramos ao longo dessa árdua jornada científica.

## Introdução

Que os tubarões foram praticamente imortalizados pelo filme “*O Tubarão*”, dirigido por Steven Spielberg em 1975, não se tem muita dúvida. Talvez escutar o nome “*Tubarão*” nos faça imaginar um animal enorme, de dorso escuro e ventre branco, com olhos negros, dentes triangulares e serrilhados... fazendo jus ao famoso Grande-Tubarão-Branco. Para alguns até é possível criar a música “*tã, dam, tã, dam, tã dam*” na cabeça. Mas falar do grupo inteiro que compõe os tubarões obviamente vai muito além que um simples filme ou se limitar a apenas uma espécie.

Falando um pouco difícil, os tubarões, junto com as raias, fazem parte de uma subclasse biológica chamada de Elasmobrânquios – que são animais aquáticos com esqueleto cartilaginoso e ausentes de bexiga natatória (órgão responsável pela flutuação comum a outros peixes). E se você estiver se perguntando como eles fazem o controle da flutuação, saiba que é através da natação e pelo controle da densidade do óleo do fígado, já que esse órgão é imenso e corresponde, geralmente, uns 25% do peso do animal.

Com mais de 400 milhões de anos de história evolutiva e sobreviventes de várias extinções em massa, cerca de 1200 espécies de tubarões e raias são conhecidas atualmente em todo mundo. São animais fantásticos dotados de características

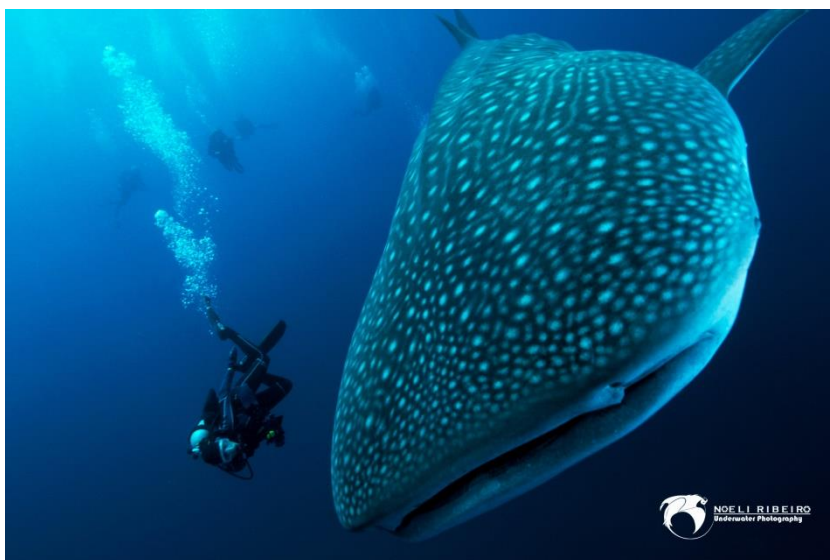


únicas e exclusivas. Com modos de reprodução muito peculiares, esses animais ainda contam com uma série de mecanismos adaptados para alimentação e percepção do ambiente, infalíveis para detectar e encontrar uma presa. Características que fazem com que os tubarões sejam enquadrados como um dos predadores mais eficientes do Reino Animal.



Esses animais estão distribuídos em todos os mares e oceanos, desde o raso até grandes profundidades. Estão presentes em todos os ecossistemas possíveis, incluindo até mesmo rios e lagos (obs: existem raias exclusivas de água doce). E o tamanho? Também varia muito, desde míseros centímetros

até extraordinários 18 metros. E esse tamanho muitas vezes só “é documento” se a presa for um minúsculo camarãozinho, pois o gigante tubarão-baleia (o maior peixe existente) só se alimenta de plâncton. Nem todos são como tubarão-branco que come bicho grande! Muito pelo contrário, a maioria só se alimenta de invertebrados e pequenos peixes.



Podemos dizer que os elasmobrânquios, no geral, vivem muito. Têm uma maturidade sexual bem tardia (espécies que se reproduzem acima dos 10 anos de idade) e dão à luz a poucos filhotes. E, infelizmente, essas características os deixam muito vulneráveis a pressão pesqueira. Como assim? Pense que milhões de tubarões são mortos todos os anos e muitos deles

nem conseguiram gerar filhotes! Isso deixou os tubarões como um dos animais mais ameaçados do planeta! Pois é, coitados dos tubarões, já não são mais os grandes predadores dos mares e agora o predador virou presa do bicho Homem. Isso mesmo, a pesca atua como um novo predador que aumenta absurdamente a taxa de mortalidade dos tubarões, principalmente em razão do comércio das nadadeiras e da carne. O Brasil, por exemplo, é considerado como o maior importador de carne de tubarão do mundo. E aqui todo mundo come “cação”, mas quase ninguém sabe que é tubarão! Esse termo genérico é uma grande barreira para tentativas de conservação das espécies.

E se alguém tem medo de tubarão, saiba que eles matam, em média, cerca de 10 humanos por ano; e os humanos matam mais de 40 milhões de tubarões por ano (ou possivelmente até 100 milhões, de acordo com algumas estimativas). Não deve ser tão difícil descobrir qual dos dois é uma ameaça perigosa e qual é uma vítima.

## **Um breve histórico sobre o grupo de pesquisa no Brasil, a SBEEL**

***por Alberto Ferreira de Amorim***

No Brasil, os estudos de elasmobrânquios (tubarões e raias) são muito antigos, datados antes mesmo do ano 1900. Mas cabe destacar os registros realizados por Alípio de Miranda-Ribeiro, na publicação “Fauna Braziliense”, em 1907. No entanto, foi o professor Victor Sadowsky (1909-1990), nascido na Letônia, naturalizado brasileiro (Instituto Oceanográfico-USP, Cananeia), que desenvolveu estudos com os tubarões e raias, a partir da década de 1960 até a data de seu falecimento. Os estudos por ele iniciados se ampliaram e se estenderam em nível nacional com a minha parceria e do professor Carlos Arfelli, do Instituto de Pesca-IP, APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios), SAA (Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo) a partir do início da década de 1970. Através de viagens de pesquisa como observadores de bordo em atuneiros comerciais sediados em Santos/Guarujá, São Paulo, e pelo contínuo acompanhamento de seus desembarques, nós observamos uma crescente captura de tubarões.

No início da década de 1970, os atuns representavam cerca de 70% da produção e os tubarões apenas cerca de 10% da produção atuneira. No entanto, a captura de tubarões foi subindo até alcançar mais de 50% da produção, na metade da década de 1980. Nessa época, Arfelli e eu demonstrávamos preocupação com esse aumento da captura, através de discussões sobre o assunto nos cursos sobre Biologia e Pesca de Tubarões e Raias, ministrados em Santos. O curso realizado em janeiro de 1985, reuniu os principais estudiosos de tubarões e raias do país da época, entre eles professores Carolus Vooren (Universidade Federal do Rio Grande-FURG) e Ulisses Gomes (Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ), e demais profissionais como Raul Madri (IBAMA), Marcílio Ferreira (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE) e Otto Gadig (na época no IP e hoje na Unesp). No encontro, os especialistas sugeriram a criação de uma Lista de Estudiosos de Elasmobrânquios, para um maior contato entre os profissionais da área.

Esse movimento de integração culminou na criação do Grupo de Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil-GPPTRB. Sua 1ª Reunião, realizada em junho de 1985, no IP, em Santos-SP, reuniu cerca de 100 pessoas, e a agenda incluiu apresentação dos primeiros trabalhos, com posterior publicação no Catálogo de Informações sobre Tubarões e Raias (Instituto de Pesca, 1986). Esse documento reuniu

informações, como: apresentações, nome, endereço de todos participantes da 1ª Reunião, projeto pesquisa, empresas relacionadas com elasmobrânquios, lista de publicações, estatística de pesca e de exportação de nadadeiras. No ano seguinte, foi realizada a 2ª Reunião do Grupo, no Labohidro, Universidade Federal do Maranhão-UFMA, na cidade de São Luiz, promovida pela professora Rosângela Lessa, com adesão do professor Ricardo Rosa (Universidade Federal da Paraíba-UFPB) ao grupo. A 3ª Reunião ocorreu em Fortaleza, de 28 a 31 de julho, 1987, no Labomar, Universidade Federal do Ceará-UFCE sob a coordenação dos professores Carlos Artur Rocha e Aداuto Fonteles Filho. A 4ª, realizada no Departamento de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, sob a orientação dos professores Antônio Nogueira da Silva, Marcílio Ferreira, em Recife e Tamandaré, de 4 a 7 de julho, 1989. A 5ª, realizada durante o Encontro Nacional de Pesca e Aquicultura, de 22 a 26 de julho de 1991, Unisantos/Instituto de Pesca, sob a coordenação dos professores Alberto Amorim, Carlos Arfelli e Uilians Ruivo. A 6ª, realizada em conjunto com a Reunião Anual da SBPC, Recife de 11 a 16 de julho de 1993, sob orientação dos professores Rosângela Lessa, Sérgio Mattos da UFRPE. A 7ª, realizada sob coordenação do professor Carolus Vooren, FURG, Rio Grande, de 20 a 24 de novembro de 1995.

Desde sua criação, o Grupo reuniu pesquisadores de todo país, proporcionando padronização de metodologia, efetivando parcerias e troca de informação científica e identificando problemas de conservação de tubarões e raias. Em agosto de 1997, o Grupo se transformou na Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios-SBEEL, realizando sua 1ª Reunião, em Ilhéus, BA. Na época foram definidos os principais objetivos, entre eles: reunir os interessados no desenvolvimento de estudos; promover e apoiar os estudos nas áreas de ensino, pesquisa e extensão; zelar pela conservação e uso sustentável do recurso; facilitar e incrementar o intercâmbio de informação; representar a comunidade em âmbito nacional e internacional; promover e realizar encontros e cursos; assessorar e emitir pareceres oficiais; divulgar trabalhos científicos; estabelecer convênios, promover intercâmbio; e a defesa e conservação do meio aquático e o desenvolvimento sustentável, de elasmobrânquios entre outros (<http://www.sbeel.org.br>).

Até a presente data, a SBEEL, realizou 10 reuniões, em diferentes locais. A SBEEL, desde sua criação, mantém contatos com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, ICMBio, Secretaria de Aquicultura e Pesca/MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e participa da União Mundial para a Conservação da Natureza-IUCN e do CITES (Convenção sobre

o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção). Os principais assuntos abordados pela sociedade são: Conservação, Manejo e Ecologia; Cativeiro e Aquariofilia; Ocorrência, Biodiversidade, População e Coleção Científica; Biologia, Crescimento, Reprodução, Alimentação e Ecologia; Educação Ambiental; Método não Letal; Pesca; Morfometria, Taxonomia, Fisiologia, Morfometria e Genética; e Ataque ao Homem. A SBEEL está aberta a estudantes e profissionais interessados, em nível nacional e internacional.



## **Quando educação tem tudo a ver com conservação!**

***por Alex Ribeiro***

Os *elasmos* (abreviação de Elasmobrânquios) sempre me chamaram a atenção. Lembro-me ainda pequeno, poder ver os desembarques das canoas de madeira da remota praia de Paúba, isso na década de 1980. As férias de verão eram sempre por lá e, nessas idas e vindas das canoas, eu pegava uns dois ou três pequenos tubarões desembarcados (mortos, claro!). E ficava brincando de nadar e prestando atenção em cada detalhe, fendas branquiais, nadadeiras... olhava tudo de perto.

E assim, anos se passaram, aí veio o colégio, a faculdade de biologia e tanto que o mundo gira, e os embarques voltam a aparecer na minha vida. O ano era 2006 e saio para mais um embarque em janeiro, coincidentemente com o início do campeonato paulista. O tricolor paulista já saiu ganhando na primeira partida e tudo conspirava a favor pelos próximos quinze dias no mar, isso porque o mestre era “são paulino”. Lá pelo décimo dia de viagem, o tempo era chuvoso e frio, eis que em um dos desembarques da rede no convés, ao abrir a sacaria da rede, vejo aquele animal fantástico, diferente de tudo que estava na rede. Eis que então, com as suas nadadeiras enormes,

aquele manto de cor escura começa a se debater entre os itens pescados, se desvencilhando daquela montanha de invertebrados e peixes. Aquela enorme raia-prego estava quase escorregando pelo convés para água, quando um dos marinheiros que, com receio de ser ferido pela raia (palavras do próprio), golpeou o animal com uma pá de ferro e cortou a cauda do animal na sua base. Nesse momento, eu na cabine do capitão, escutando no radinho a pilha do barco o campeonato paulista, dei um pulo e fui direto para cima do marinheiro com a vontade de impedir agressivamente aquela ação. Mas fui contido pelo mestre, que me segurou pelo braço e disse: *“Pesquisa (assim somos chamados a bordo), fique aqui, não vale a pena brigar com ele, temos mais 10 dias de mar”...* Voltei para a cabine como? Inconformado, revoltado e me perguntado por que ele teria feito aquilo. Não tinha o que fazer, o animal foi morto, sem razão e eu estava indignado. Fui me deitar pensando como poderia “vingar” aquele animal e pensei: *Sim, vou estudar estes animais! Posso ajudar de alguma forma na sua preservação!* Isso me motivou a estudar e ver que a educação ambiental seria a forma mais prática em tentar aproximar os animais das pessoas.



Observação de raias e tubarões em aquário. Crédito: Hugo Bornatowski

Isso se confirmou quando eu estagiava no Aquário de Santos (AQS) e passei por algo semelhante. Um banhista matou a pauladas um pequeno tubarão, que apareceu na ponta da praia, em frente ao AQS. Nesse momento falei um pouco sobre educação ambiental com a população que estava no momento e dali em diante, meu amor e admiração por estes animais só aumentou. Hoje eu convivo com esses animais magníficos e adquiro conhecimento sobre a sua biologia no dia a dia do manejo de um aquário público. No AQS tive a oportunidade de trabalhar com diversas espécies: tubarão-lixo, raia-elétrica, tubarão-gato... Enfim, depois de muitas ferroadas, choques das

raias-elétricas *Narcine* e mordidas dos lixas durante alimentação, meu respeito só aumentou por esse animais. Certa vez, fazendo o manejo de raias-prego, da quarentena para o tanque principal, eu estava dentro da água, com minha roupa de borracha, recebendo os animais em uma lona e liberando na água. Tudo correndo tranquilo até que a maior raia de todas, e talvez a mais brava, ao sair da lona me golpeou com sua cauda e rasgou meu braço direito por cima da roupa de borracha. Aí veio aquela correria... Pronto socorro, livro do Vidal Haddad “Atlas de Animais Aquáticos Perigosos do Brasil”, marcado na página 50... resumindo, quatro pontos no antebraço e uma semana de dor local com coloração verde e escura em volta da ferida. Hoje em dia, sigo nos trabalhos com *elasmos* sob cuidados humanos, defendendo sempre que: “*zoológicos e aquários são a terceira maior fonte de recurso para projetos de conservação*”. Sendo assim, acredito que Aquários podem ajudar muito na conservação de espécimes aquáticos e com Educação Ambiental e aprendizado.

## **Ferroada de raia, picada de cobra e mordida de cachorro doido**

***por Ana Rita O. Palmeira Nunes***

A vida nas cidades tem deixado esquecida uma riqueza cultural muito vasta presente nos interiores do país. São aquelas histórias que vemos em novelas regionais e parecem que não existem mais, porém, quando ultrapassamos os limites metropolitanos, percebemos o quanto é amplo o conhecimento tradicional dos pequenos povoados. Em se tratando de vilas de pescadores, as lendas e crenças envolvem desde dicas de pescarias, remédios caseiros simples e superstições familiares, até animais fantásticos, monstros marinhos de muitas cabeças e curas mágicas.

Em minhas andanças pelo Ceará, me deparei com um número grande de pescadores artesanais que haviam sido ferroados pela raia-dourada-mariquita (*Hypanus marianae*), e traziam severas marcas de ferimentos que comprovavam tal acidente. Muitos deles perderam membros e/ou seu movimento, outros traziam cicatrizes profundas na barriga e costas. Segundo um amigo pescador, a dor da ferroada era a “dor da morte”, e como meio de diminuir a dor e até mesmo evitar a morte, o homem machucado não poderia contar para a

sua esposa que uma raia que lhe causara tamanha dor, e sim um bagre ou qualquer outra coisa... mas falar em raia, jamais!

Alguns senhores mais antigos na vila, pescadores mais experientes, também me falavam sobre um homem capaz de curar tudo: o homem da pedra. Este senhor era detentor de grande sabedoria curativa e capaz de amenizar os efeitos do veneno de ferroada de raia, de picada de cobra e mordida de cachorro doido! E fazia isso por meio de uma pedra mágica que, quando sobre a ferida, grudava no local até sugar todo o veneno presente no corpo da vítima. Eu ouvia aquilo imaginando o que poderia ser aquela pedra, de onde vinha e por que curava... cheguei a pensar que era um pedaço de meteorito, pois um deles me contou que a pedra havia caído do céu. Nas horas vagas de meu trabalho de campo na região, eu saía em busca dessas respostas nos municípios mais próximos. Queria conhecer o tal homem da pedra, porém todas as buscas eram em vão: ou o homem havia parado de atender, ou ido embora para outra cidade... o fato era que ninguém sabia de seu paradeiro.



Raia-mariquita. Crédito: Cláudio Sampaio

Foi quando eu me adoentei com uma forte gripe e remédio algum fazia efeito satisfatório. Logo a família de pescadores com a qual eu vivia me disse que a solução era uma senhora que curava quebranto, conhecido como mal olhado/olho gordo. Eu não quis ser deselegante e fazer desfeita, e aceitei de bom grado ir à curandeira local. Entrei meio desconfiada e a senhora me perguntou o que eu sentia, em seguida confirmando que era quebranto. Em cinco minutos, ela buscou algumas folhas em seu quintal, colocou-as em uma bacia com água e aspergiu em minha cabeça. Foi o suficiente para eu me sentir melhor. Na saída, resolvi perguntar se ela conhecia o homem da pedra, afinal, aquilo não saía de minha

cabeça. Pra minha surpresa, ela não só conhecia como me esclareceu que a pedra era a ponta do chifre do veado galheiro, e por isso era porosa.

No dia seguinte, cheguei da despesca de curral e logo peguei a estrada, ansiosa que estava por conhecer o homem da pedra, e a pedra, lógico! Após me encaminharem a vários endereços diferentes, encontrei o filho do homem, mas pra minha frustração, o homem já havia falecido e a pedra, sumido. Eu nunca ouvi essa história novamente, mas deixo aqui esse curioso registro de uma vila de pescadores que um dia já esteve soterrada pelas dunas cearenses.



## O canto das arraiaias

***por Ana Rita O. Palmeira Nunes***

Eu era um toquinho de gente quando meu pai me dizia, em Belém do Pará: *“Entra na água arrastando o pé, minha filha. Assim a arraia não te machuca como fez com o papai, no Mosqueiro. E respeita o mar, com ele não se brinca!”* Tanto me recomendou cuidado com as arraiaias... e eu, aqui deste Planalto Central, acabei em busca delas!

Embora eu seja uma viajante desse imenso Brasil e tenha vivido em diversas regiões belíssimas de cerrado e litoral, existe um lugar, simples e longínquo, que me faz sentir em casa. É uma praia nas reentrâncias paraenses, chamada Crispim, em um vilarejo chamado Marudá. Não tem águas transparentes por causa da influência dos rios, não tem quiosques do tipo puro glamour... na verdade, é o ponto final do ônibus que sai de Belém para essas bandas, para quem suportar cinco horas sem ar condicionado e muitos vendedores ambulantes. Pois era nessa praia que se encontrava a casa do meu padrinho, onde meus pais passaram a lua-de-mel, e eu, naquelas areias quentes do Crispim, dei meus primeiros passos quando ainda era um *baby shark*, ou melhor, um *baby stingray*.

Anos se passaram, e as raízes falaram mais alto ao escolher um campo para o meu projeto de mestrado. A ideia de retornar começou a martelar minha mente, mas já fazia tantos anos! Será que o local ainda era o paraíso das arraias? Será que minhas lembranças não eram um exagero das histórias de meu pai e de uma mente criativa que acreditava nas lendas amazônicas que minhas tias contavam? Bem, paguei pra ver e retornei após 15 anos à vila de Marudá, que agora era uma cidade maior com hotéis e turismo. Fiquei na mesma casa do meu padrinho, já corroída pelo tempo, cujas tábuas de madeira pareciam relembrar as histórias passadas. O amor com que minha tia, já tão velhinha, me acolheu, não tem preço, mas infelizmente a pesca em Marudá não estava das melhores, e parti para uma vila de pescadores chamada Camará, localizada no outro extremo da praia do Crispim.

A chegada em Camará foi com a cara e a coragem, sem conhecer um pescador sequer e sem lugar para ficar. Logo na chegada, mostrando sua proteção sempre para comigo, Nossa Senhora de Nazaré, protetora dos povos amazônicos, apareceu no portal de entrada de uma casa local, e desde então soube que ali eu iria ficar, que ali era o canto das arraias. Aluguei um casebre por um ano, e aos poucos fui conhecendo os pescadores e selecionando aqueles que me pareciam mais confiáveis. Como eu era uma pesquisadora sozinha na vila e a comunicação não tinha acesso fácil, era necessário muito cuidado com as pessoas

com as quais eu convivia. Hoje tenho noção maior do risco, porém na época meus amigos me ligavam pra saber se eu estava viva e eu achava graça.



Em um dia de campo. Crédito: O próprio autor

O campo foi duro, com saídas a cada 12h, na baixamar, independente do turno. Atravessávamos manguezais, canal, dunas e caminhávamos 5 km na ida e na volta, o que ao final do dia totalizavam 20 km carregando material de pesquisa e o que conseguia dos animais dos currais. Finalmente encontrei as minhas lindas arraias, graciosas e exuberantes! E com todo o cuidado que meu pai sempre me recomendou, além do apoio

dos mestres pescadores que muito me ensinaram, consegui finalizar esse trabalho de campo, ilesa, sem sofrer as temidas ferroadas. Espero algum dia retornar, pra ver minha filha dar seus primeiros passos nas mesmas areias que eu, Crispim. Afinal, para mim nenhum outro lugar se encaixa tanto na letra de Dorival: *“O mar quando quebra na praia, é bonito, é bonito...”*

## **Para ver tubarão crescer é preciso paciência**

***por André Sucena Afonso***

Os famosos tubarões, geralmente, crescem bastante devagar. Estes peixes de esqueleto cartilaginoso tendem a demorar muito tempo para atingir a idade adulta e começarem a se reproduzir. Tal particularidade tem trazido fortes dores de cabeça a essas espécies, dado que os tubarões juvenis se deslocam frequentemente em águas costeiras onde acabam sendo facilmente capturados por pescadores antes de terem sequer oportunidade de se reproduzir. Por esse motivo, os mares atuais encontram-se bem mais vazios de tubarões do que eram no tempo dos nossos avós.

Para proteger os tubarões da pesca é necessário conhecer o ritmo em que eles crescem e a idade em que se tornam sexualmente ativos. A forma mais direta de obter essa informação é capturando e soltando os animais depois de os “etiquetar” com marcas numeradas para permitir a sua identificação individual caso sejam recapturados. Comparando o tamanho dos tubarões nos momentos em que foram etiquetados e em que foram posteriormente recapturados, torna-se fácil saber quanto eles cresceram durante o período de

tempo decorrido entre ambas as capturas. Por outro lado, a anatomia dos seus órgãos reprodutores, que é bastante similar à anatomia dos humanos nos seus efeitos mais pragmáticos, indica se os tubarões já se encontram aptos para o acasalamento ou se tais atividades não lhes passam ainda pela cabeça.

Focado nesta estratégia, entreguei-me assim a inúmeros dias embarcado ao largo de Recife, em Pernambuco, tendo como objetivo etiquetar e medir o maior número possível de tubarões que cruzassem com os meus anzóis, que terminaram sendo majoritariamente tubarões tigre. Era com satisfação que os via seguindo livremente o seu caminho depois de os devolver ao mar, já ostentando uma marca alaranjada pregada no dorso a qual me haveria de fornecer a tão cobiçada informação. Em paralelo, também apetrechava os tubarões com transmissores satélite, os quais me indicavam os rumos que os animais seguiam e as localizações em que se encontravam, independentemente da distância percorrida. Estes transmissores, porém, não me contavam boas novidades sobre o estudo do crescimento... Praticamente todos os tubarões que marcara distanciavam-se de mim por centenas de quilômetros em escassas semanas, o que reduzia imensamente a probabilidade de os vir a recapturar em Recife. A etiqueta que transportavam continha o número de telefone do nosso laboratório e até oferecia uma recompensa para quem a

devolvesse, mas quanto mais os tubarões se afastavam menor era a expectativa que algum pescador viesse efetivamente a nos contatar. Os meses transformavam-se em anos. Não obstante, tentava não desanimar e lá ia prosseguindo a campanha de marcação com a mesma determinação inicial.

Certo dia, recebemos um inesperado telefonema; alguém pescara um dos nossos tubarões na Paraíba. Quando fiquei sabendo, o animal já me aguardava na bancada do laboratório. Porém, tão logo o vi, achei que tinha havido algum equívoco. À minha frente estendia-se um colosso com mais de 3 metros e 140 quilos, mas os tubarões que eu marcara eram juvenis esguios e pequenos. A etiqueta, contudo, ainda firmada no local onde a inserira, não mentia. Correspondia a um macho de 1,93 m marcado exatamente dois anos antes. A análise dos seus anéis vertebrais revelava que tinha somente 4 anos e já atingira a maioridade.



Tubarão-tigre jovem marcado (A) e depois recapturado (B). Crédito: O próprio autor

Juntamente com outro tubarão recapturado nessa altura, percebemos que o tubarão tigre juvenil pode crescer muito mais rapidamente do que a literatura descrevia até então. Todo aquele esforço e irreduzível paciência, afinal,



acabaram mesmo por compensar, e as ciências da conservação somavam assim mais um importante conhecimento.

## As histórias lidas nas cicatrizes

**por Andrey L. F. Castro**

Quem nunca ouviu aquele ditado que diz que “cicatrizes são tatuagens com uma história melhor por trás”? Ou que “só ri de uma cicatriz quem nunca foi ferido (Shakespeare)”? Ou ainda que “as cicatrizes têm uma incrível força para nos lembrar que nosso passado foi real” (Cormac McCarthy)? De fato, todos carregam consigo cicatrizes que contam uma história, boa ou ruim, mas que podem nos trazer uma lição. Muitos são aqueles que adquiriram cicatrizes durante seu ofício, das quais puderam aprender algo, seja o que fazer ou deixar de fazer. Algumas são inevitáveis. Mas todas remetem histórias.

Trabalhando com tubarões não tem sido diferente. A primeira cicatriz que me lembro se deu mediante a uma oportunidade ímpar que tive em 2000, de ajudar a então doutoranda Kanessa Duncan durante seu estudo sobre a importância da baía de Kaneohe, Hawaii, como áreas de berçário de tubarões martelo, *Sphyrna lewini*. No período de poucos dias capturamos (usando linha de mão) e marcamos (marcas externas do tipo “Floy discs”) dezenas de jovens tubarõezinhos. Quando capturados, entretanto, tínhamos que cuidadosamente retirá-los do anzol e conte-los para a

marcação. Tal manuseio se dava ao segurar perto da cabeça do animal com a mão direita e perto da cauda com a mão esquerda. Inevitavelmente, ao se debaterem, as nadadeiras caudais raspavam com frequência na nossa pele do antebraço, causando escoriações. Depois de vários animais manuseados, sob o sol forte e em contato com a água do mar, essas escoriações se tornaram feridas, e essas cicatrizes. No meu caso, uma leve mancha escurecida nos meus antebraços, que eu trouxe com orgulhos depois dessa minha temporada no Havaí. No entanto, mal sabia eu que uma cicatriz maior me seria “tatuada” algumas semanas depois.

Poucas semanas depois que retornei ao Brasil (2000) participei de uma expedição ao Atol das Rocas, referente a um projeto de cooperação internacional entre o Dr. Ricardo Rosa (UFPB) e Dr. Samuel Gruber (Universidade de Miami, EUA) intitulado “História Natural do tubarão-limão na ReBio do Atol das Rocas e ParNaMar Fernando de Noronha”. Nossa campanha tinha como intuito capturar, marcar e soltar juvenis de tubarões-limão (*Negaprion brevirostris*). Essa era a terceira campanha de coleta, mas a primeira baseada no Atol. Nas duas expedições anteriores pudemos contar com o apoio do navio de pesquisa Seward Johnson, e um grupo enorme de pesquisadores. Nesta expedição, entretanto éramos eu, Dr. Bradley Wetherbee, MSc. Cristina Buitrón, e biólogas Licky e

Cortney. Todos com uma vasta experiência no manuseio dessa espécie.



Tubarão-limão *Negaprion brevirostris*. Crédito: Creative Commons

Durante as grandes marés, os esforços de coleta se concentravam na baía da Lama, uma pequena enseada localizada na Ilha do Farol. Nas marés altas, essa baía ficava cheia, acompanhada de jovens tubarões-limão. Acreditávamos que a entrada desses tubarões na baía da Lama se devia a um comportamento de proteção, uma vez que todo o atol se mostrava submerso, e acessível aos potenciais predadores desses jovens tubarões.

Como metodologia de captura, utilizávamos principalmente uma rede de emalhe, que após o enchimento da maré e entrada dos tubarões na baía da Lama, era armada fechando a boca da baía. Assim, à medida que a maré começasse a se esvaziar e os tubarões comesçassem a sair, eles se emaranhavam na rede, sendo retirados rapidamente e processados para a obtenção de informações biológicas (medida, peso, sexo, amostra de tecido e marcação – *PIT tags* e marcas acústicas). O processo se dava de maneira rápida, para evitar o estresse dos tubarões. Durante todo o projeto nenhum tubarão veio a óbito, o que representou um importante indicativo de sucesso. Outro cuidado que se tinha era evitar que tubarões ficassem presos no fundo da baía. Isso, pois alguns indivíduos ao perceber a movimentação junto à rede, abortavam a saída e retornavam para o fundo da baía. Assim, os membros da equipe se revezavam, mantendo sempre um pesquisador patrulhando o fundo da baía. Esse nada mais fazia que, com um grande puçá em mãos, caminhava a procura de animais que pudessem ficar presos. O próprio ato de caminhar nas rasas águas da porção superior da baía, cuja profundidade não passava dos joelhos, já se mostrava suficiente para induzir a fuga dos jovens tubarões em direção à saída da baía, onde se encontrava a rede.

Essa técnica havia se mostrado eficiente nas duas campanhas anteriores e seguia mostrando um enorme sucesso

de captura nos dois primeiros terços da expedição. Até que um pequeno incidente ocorreu, enquanto eu fazia o patrulhamento na porção média da baía. Como nos dias anteriores, nos revezávamos nas tarefas e aquele momento era minha vez de fazer a ronda. Assim, com puçá em mão caminhei de um lado para o outro da porção superior e média da baía para tentar avistar tubarões em risco de encalhe. Toda a porção superior já havia sido rondada e nenhum tubarão havia sido avistado, até que, pouco mais de algumas dezenas de metros acima de onde estava armada a rede percebi um tubarão nadando em direção ao fundo da baía. Naquele momento caminhei cerca de 10 metros em direção da rota de subida do tubarão, e para próximo da margem, tentando induzi-lo a fazer a meia volta, como de costumavam fazer. Entretanto, ao perceber a minha aproximação, esse tubarãozinho se assustou e ao invés de retornar, nadou em direção oposta à minha aproximação e consequentemente em direção à margem. Aparentemente, ao ver-se encurralado pelo nado em direção ao raso, esse indivíduo fez virou 180º e nadou direto para minha direção. Toda a mudança de rota do tubarão se deu em pouquíssimos segundos, de modo que apenas me restou colocar o puçá entre eu e ele, enquanto se aproximava muito rapidamente. O tubarão, com toda a sua agilidade e demonstrando um comportamento típico de um animal assustado e em modo de defesa, mordeu a primeira coisa que encontrou do outro lado do

puçá: meu pé. A impressão que tive foi que não se passaram 5 segundos do momento em que mudou de curso, nadou para a borda, deu a volta e nadou em minha direção e me mordeu. Tudo aconteceu de maneira muito rápida. Em segundos sentia um impacto seco sobre meu pé descalçado. Ele foi rápido e objetivado. Queria se defender. Eu era a ameaça. Ele não sabia da minha intenção. E eu não previa o seu ato. Foram tantos que se comportaram de maneira diferente. Tantos se afastavam com a aproximação do “perigo”. Mas não esse carinha. Ele foi rápido. Mais rápido ainda foi o tempo que levei para chegar até a margem ao perceber que tinha sido mordido! *I’ve got bitten! I’ve got bitten* (Fui mordido)!! Gritava acenando para o resto da equipe enquanto me sentava/colapsava já fora d’água. Rapidamente o susto foi perdendo lugar para a dor. Foi muito rápido, mas tão rápido quanto eu perceber que ele se protegia. Tentei me proteger com meu puçá e ele com seus dentes. Pronto, eu acabava de entrar para a estatística de mais um acidente de trabalho. Acabava de receber mais uma futura cicatriz. Acabava de receber mais uma história para contar. Mas o que eu não sabia ainda era que minha futura cicatriz me contaria uma história ainda mais completa.

Em 2002, no início do meu doutoramento, meu co-orientador, Dr. Phillip Motta (University of South Florida), especialista em cinética bucal e craniana de tubarões, ou em outras palavras, mordida de tubarões, foi procurado pela

marinha americana para tentar identificar quais espécies de peixes poderiam ser responsáveis por mordidas deixadas em estruturas subaquáticas, em especial uma peça de radar de submarinos. A proposta era desafiadora uma vez que as informações eram sigilosas, como localidade onde o submarino navegava, sua profundidade, velocidade, dentre outras. Tudo que tínhamos eram marcas de mordidas. Cicatrizes! Naquele momento resolvemos desenvolver um projeto visando avaliar a morfometria (tamanho) das arcadas de diferentes espécies de tubarões. A ideia era avaliar se seria possível identificar espécies baseado nas marcas (ou cicatrizes) de mordidas, além de tentar prover algo que pudesse auxiliar na identificação das mordidas em equipamentos subaquáticos. Realizamos a medição de inúmeras arcadas de animais de diferentes tamanhos para cada espécie, em especial aquelas associadas à acidentes com humanos e predações de baleias, golfinhos, tartarugas, focas e outros. Além das arcadas, avaliamos o tamanho, largura e distanciamento de dentes ao longo das arcadas. Foram centenas de arcadas e dentes medidos. Coleções importantes foram por mim visitadas. Ganhei algumas pequenas cicatrizes medindo e me espetando nesses dentes. Mas o que mais me marcou foi a oportunidade de trabalhar com novos colegas e a produção de um artigo que ainda hoje se mostra muito citado. Nossos resultados mostraram que, com exceção de algumas espécies de tubarões,



a morfometria dentária e de arcada pouco serve para a identificação de espécies responsável por um dado dano deixado pela mordida, mas quando associados aos padrões e comportamentos alimentares de diferentes espécies, assim como suas distribuições geográficas e preferências por habitat, maiores são as chances de uma identificação específica. Por outro lado, a relação entre a distância entre dentes e seus tamanhos se mostraram um forte indicador do tamanho do animal. Em outras palavras, se as marcas deixadas por um tubarão de espécie conhecida forem avaliadas utilizando as regressões propostas pelo nosso estudo, grande são as chances de se estimar com precisão o tamanho do animal responsável pelas mesmas. Nesse momento retorno a cicatriz deixada no meu pé pelo tubarão-limão. No momento da mordida, apesar da velocidade em que tudo ocorreu, pude ver e estimar o tamanho do animal, com as limitações inerentes de qualquer estimativa visual de comprimento e do calor do momento. Entretanto, assim que concluímos as análises morfométricas da dentição e arcada dos tubarões-limão, rodamos uma regressão das marcas deixadas no meu pé. Para meu espanto a minha estimativa se confirmava: as regressões indicavam um animal de aproximadamente 115 cm, cinco a mais que eu inicialmente havia estimado! Estava aí uma confirmação que só a cicatriz me daria!

Hoje sigo acumulando cicatrizes, tatuagens e vivências. Do incidente ficou a lembrança de todo o drama, da sensação seca dos dentes do tubarão, do pronto-socorro e apoio recebido pelos colegas de expedição ainda na ilha, das tentativas de tentar contato solicitando socorro, das horas de espera (12h) pelo resgate em uma remota ilha oceânica, da decepção dos marinheiros ao resgatar um biólogo que não havia perdido a perna, como haviam ouvido falar, da música italiana que tocava na corveta da Marinha do Brasil em direção à Natal, de todo apoio recebido da Chefe da REBIO Atol das Rocas, a querida Zelia Brito (que me devolveu para meus familiares “andando”), ..., mas acima de tudo, da imprevisibilidade de se trabalhar com um animal selvagem. Todo cuidado é importante ao se trabalhar com qualquer animal. Basta um indivíduo se comportar de forma diferente do que as centenas de outros o fizeram anteriormente, que a história poderá ser diferente. Em especial deve-se redobrar os cuidados quando se trabalha em lugares remotos. Como diria a Zelinha Brito, todo mundo recebe a bicada que merece. Foi um tubarão, mas acidentes de trabalho mais graves acontecem todos os dias. Cicatrizes são conquistadas todos os dias. Eu aprendi, os colegas aprenderam, o Atol aprendeu, e quem sabe mesmo o tubarão aprendeu algo. E claro, levei comigo uma grande dor, que não se limitava a dor física da mordida e sim da dor de ter deixado o Atol sem me despedir. Em 2018, retornei ao Atol, agora enquanto orientador

de uma aluna (Vanessa Bettcher Brito). Fui para dar continuidade aos estudos com os tubarões-lixo do Atol, mas, sobretudo, para cumprir uma promessa que havia feito à Zelinha: terminar aquela temporada bruscamente interrompida para mim. Finalmente pude olhar para trás ao me despedir ao final da temporada de 2018. Pude reverenciar cada pedacinho daquela importante reserva biológica. Pude me despedir devidamente do Atol. Voltava pra terra sem qualquer cicatriz (além dos típicos arranhões), mas ainda cheio de histórias.

## Duro de marcar

***por Andrey L.F. Castro***

Todo cientista sabe que o sucesso de um projeto demanda de uma boa ideia (uma boa pergunta) e muito planejamento. Mas todo bom cientista aprende que nem tudo que planejamos dá certo, e que uma boa dose de inventividade sempre ajuda. Foi assim que em 1998 comecei meu mestrado, e transformei um planejamento equivocado em algo pioneiro para os estudos com tubarões.

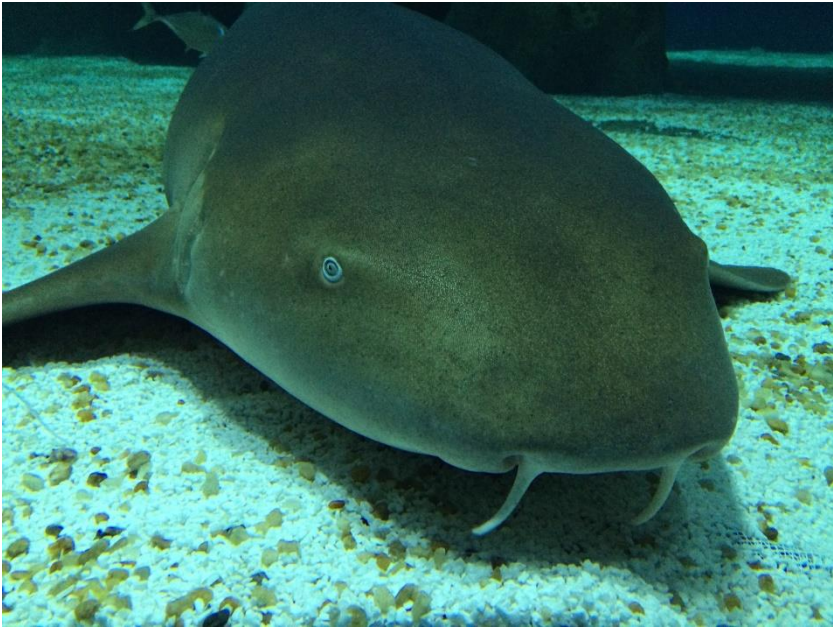
Fiz minha graduação longe do mar (Universidade Federal de Minas Gerais), mas tinha em vista trabalhar com tubarões. Não só almejava essa área da ciência, como também queria fazer algo diferente no Brasil: trabalhar com tubarões VIVOS. Isso, pois muito dos estudos que aconteciam no Brasil eram realizados pelo acompanhamento da pesca e/ou animais oriundos desta, ou seja, animais já mortos. Em 1997, durante o Encontro Brasileiro de Ictiologia, um dos principais congressos brasileiros e que reúne pesquisadores que estudam peixes, tive a oportunidade de assistir apresentações de pesquisadores trabalhando com censos visuais de peixes recifais. Nessa técnica, o pesquisador utiliza de mergulho para visualizar e coletar diversas informações sobre os peixes, sem a necessidade

de capturá-los. Tal técnica se mostrava importante para lugares difíceis para capturar peixes e com águas de boa visibilidade, como os recifes de coral. Um dos trabalhos apresentados havia sido realizado pelo graduando Luiz Alves Rocha (hoje um dos maiores especialistas de peixes recifais do planeta) sob a orientação do Prof. Dr. Ricardo Rosa (UFPB). Procurei o Dr. Rosa nos corredores do congresso para conversar e mostrar o meu interesse em trabalhar com tubarões, sabendo que ele havia orientado um nome de destaque na área, Dr. Otto Gadig. Enquanto falava com todo o entusiasmo sobre meus anseios, revestido por uma cobertura de apreensão e medo, pois queria passar uma boa impressão, o Dr. Rosa apenas escutava e olhava quase que timidamente para o chão. Naquele que primeiro me pareceu um monólogo, mencionei que havia apreciado os trabalhos que ele realizava com censos visuais de peixes recifais e que eu gostaria de tentar associar a técnica para estudos com tubarões.... que queria trabalhar com bichos vivos. Quando falei isso, percebi claramente que havia ganhado sua atenção pois a resposta inicial foi me olhar diretamente nos olhos. Ficou calado me olhando por alguns segundos, que me pareceram horas. Pensava eu, será que falei besteira? Seria censo visual muito ousado pra estudar tubarões? Quem vai querer mergulhar com tubarões? Para minha alegria, sua resposta foi: “Conheço um lugar excelente para fazermos isso... a Reserva Biológica do Atol das Rocas”. Pronto, naquele momento havia

conquistado mais do que eu poderia imaginar: um potencial orientador, o esboço de um projeto, uma espécie e um local de estudo.... e que local!!!!

No dia 1º de abril de 1999 recebia um dos melhores presentes de aniversário que um biólogo pode ter: desembarcar na Reserva Biológica do Atol das Rocas. Essa seria a primeira de quatro expedições de 25 a 30 dias, onde pretendíamos associar censos visuais com técnicas de marcação e recaptura para estudar a população de tubarões-lixia, *Ginglymostoma cirratum*. A ideia era realizar mergulhos diversos nos mais diferentes ambientes do Atol, e registrar a presença de todo tubarão-lixia que encontrasse, assim como demais informações sobre a espécie (ex: tamanho estimado, sexo, se estava ativo ou em repouso, se estava só ou agregado com outros indivíduos, dentre outras). Mas o carro chefe seria a marcação dos indivíduos. Para tanto eu havia importado (coisa rara e difícil naquele tempo) marcas externas que seriam implantadas na base da primeira nadadeira dorsal dos indivíduos avistados, utilizando um arpão havaiano (um arpão de mão com elásticos na sua base). As marcas do tipo “*insert dart tags*” nada mais eram que um pequeno arpãozinho de plástico com uma barbeta, de modo que sua porção anterior era inserida no dorso do animal com um aplicador (que mais parecia uma agulha de injeção tamanho família), deixando de fora um monofilamento. Cada marca foi devidamente preparada com monofilamentos

de padrões de cores específicos, de modo que ao reavistar o animal marcado durante o mergulho eu teria como identificá-lo individualmente, o que proveria informações sobre o seu uso do habitat, movimentação, e mais importante, permitiria estimar o tamanho da população. Baseado no número de animais marcados em razão do número de animais avistado e não marcado seria possível estimar o número de tubarões-lixia do Atol das Rocas.



Tubarão-lixia *Ginglymostoma cirratum*. Crédito: Marcelo Vianna

Por se tratar de uma reserva biológica remota, localizada a cerca de 267 km da costa e acessível por veleiro

(cerca de 24-30 horas de viagem), trabalhar no atol representa um grande desafio logístico. Isso considerando que durante o período na expedição você fica isolado, sem acesso ao laboratório ou demais recursos. Assim, tudo que for necessário para o estudo você tem que levar. Se esquecer algo, não tem como voltar para buscar, nem pedir alguém para trazer! Naquela época não tinha nem mesmo como se comunicar com qualquer outra pessoa senão com a base do IBAMA em Natal, RN. Mas sabendo disso me preparei. Levei tudo que poderia precisar. As marcas estavam devidamente separadas por códigos de cor, com livros de campo já preparados para receber as informações de cada animal marcado. Foram meses desde a definição da metodologia, o contato com outros pesquisadores, a importação das marcas devidamente customizadas para o projeto, a solicitação e recebimento das devidas licenças para o estudo e a preparação de todo os demais petrechos para a pesquisa. Não via a hora de começar!

No primeiro dia de coleta lá estava eu todo preparado! Trazia comigo os equipamentos para mergulho livre (máscara, snorkel e nadadeiras), planilha de PVC para anotar as informações do local e animais lá avistados, câmera subaquática para registrar os animais marcados (uma Nikonos V 35mm emprestada pelo Ricardo, com filme de slide!!! Isso mesmo, filme... que demandava revelar!!!!), além das marcas e aplicador acoplado ao arpão. Caí na água, registrei o local,



tempo de início do censo, temperatura da água, e demais informações sobre o ambiente e fui em busca dos tubarões. Não demorou muito encontrei meu primeiro tubarão-lixo repousando sob um cabeço de coral, cerca de 2,5 m de profundidade. Anotei a hora de avistagem, seu tamanho estimado, sexo, profundidade, padrão de atividade, e fui para a cereja do bolo: marca o animal. Preparei a marca no arpão, estiquei o elástico para permitir a pressão necessária para a inserção da marca, respirei fundo e calmamente submergi e me aproximei do animal. Já havia definido o local de inserção da marca (base direita da primeira dorsal) e me aproximei de modo a permitir o melhor ângulo para inserir a marca. Apontei o arpão para o local ideal e soltei. Perfeito, o insersor penetrou na profundidade desejada, o animal reagiu de maneira tranquila (apesar da espetada) e levemente começou a nadar. Entretanto, ao subir para buscar mais fôlego e realizar a foto do animal marcado foi que percebi que algo estava errado: não havia nenhuma marca no animal! Olhei para o insersor ainda na subida e percebi o problema. Foi aqui que a minha total inexperiência veio à tona. Por mais que eu houvesse pesquisado sobre a marca, lido estudos com marcação de tubarões, ou mesmo conversado com outros ictiólogos mais experientes (e aqui meus agradecimentos pela atenção e carinho recebido dos Dr. Harold Wes Pratt e Dr. Jeffrey Carrier), não consegui antever um problema enorme no meu planejamento: as marcas

com barbelas plásticas não funcionariam com os tubarões-lixas da maneira que eu planejei. Isso porque a pele dessa espécie é muito resistente e, mesmo que a porção de inserção da marca penetrasse na pele, a barbela plástica responsável pela ancoragem da marca no dorso do animal se quebrava. Essa marca tinha sido utilizada com sucesso para a espécie, mas apenas depois, em conversa com os pesquisadores que as haviam indicado foi que aprendi que eles muitas vezes realizavam furos prévios nos tubarões antes da inserção das marcas, uma vez que capturavam os animais, diferentemente do Atol.

Realizei mais alguns testes, mas tudo que consegui foi espetar tubarões. Ou as marcas não penetravam a rígida pele dos lixas, ou as barbelas se quebravam. Apenas um único animal teve a marca implantada, mas apesar do aparente sucesso, percebi algo muito curioso ao tentar fotografá-lo subsequentemente. Assim que implantei a marca o animal começou a nadar fugido. Como precisava do registro fotográfico do animal marcado eu vigorosamente o persegui na tentativa de aproximar para a foto, quando percebi que o animal começou com um nado diferente e estereotipado, como aqueles descritos pelo Dr. Donald Nelson para os tubarões galhas-preta do Pacífico (*Carcharhinus amblyrhynchos* e *Carcharhinus menisorrh*). Semelhante aos galha-pretas, o tubarão-lixas arqueou o corpo, abaixando as nadadeiras peitorais e

realizando um nado sinuoso e exagerado. Tal nado poderia ser indicativo de comportamento agonístico em função de desconforto e/ou invasão de espaço individual, que precedia comportamento agressivo de defesa nos tubarões-galha-preta. Imediatamente parei de nadar, deixei o animal seguir em frente em paz e pensei: tenho que abandonar o plano A (marca os tubarões). Insistir na técnica claramente se distanciaria da forma que me propus trabalhar, que era de utilizar uma metodologia pouco invasiva e de forma segura para o pesquisador. O sinal claro de desconforto do animal poderia resultar em estimativas errôneas do tamanho populacional, devido à chance de que os animais marcados passassem a evitar os pesquisadores diminuindo as reavistagens (equivalente às recapturas em trabalhos de captura/marcação/recaptura), além de adicionar um fator de risco ao pesquisador, tendo em vista a imprevisibilidade de um animal selvagem.

Ali estava eu, a mais de 250 km da costa, no terceiro dia de uma expedição que duraria um total de 28, com uma metodologia cuidadosamente planejada, mas absolutamente ineficaz para as condições em que me via, com mais de 200 marcas bonitas, coloridas e inúteis, e uma dissertação de mestrado para desenvolver. Todas as demais informações sobre a história natural dos tubarões-lixia continuariam a ser obtidas, mas o grande diferencial (e motivador do meu estudo) seria mesmo a identificação individual dos tubarões e subsequente

estimativa do número de tubarões-lixo do Atol. Mas como identificar individualmente os tubarões sem o uso das marcas? O pulo do gato veio ao perceber que alguns tubarões apresentavam marcas nas bordas de suas nadadeiras, além de outras partes do corpo que, para um período de tempo curto, poderiam servir de identificação individual (marca individual), quando bem registradas. Daquele momento em diante, todo meu foco durante os censos visuais foi de incorporar o maior número de registros fotográficos de cada tubarão-lixo avistado, em especial de suas nadadeiras, em complemento às demais informações biológicas. Essa metodologia de registro fotográfico para identificação individual foi mantida durante toda a expedição assim como nas expedições seguintes. Em parte, sempre causava frustração aos amigos e familiares que, quando me recebiam de volta de uma temporada no Atol das Rocas, ávidos por ver fotos do Atol e suas maravilhas, encontravam nada mais que centenas de fotos de pedaços de tubarões.

Com todas as fotos devidamente catalogadas, foi possível criar um banco de dados permitindo a identificação de centenas de indivíduos baseada em marcas individuais, e consequentemente o uso de estimadores probabilísticos de tamanho populacional. O resultado dessa iniciativa foi a publicação de um artigo inaugural sobre o uso de marcas naturais para se estimar o tamanho de uma população de

tubarões, algo nunca antes realizado para o grupo. Tal trabalho não só trouxe uma enorme satisfação individual pela conquista e superação de um grande desafio logístico, como também resultou em uma publicação referenciada por pesquisadores de todo o mundo, e como a primeira iniciativa no uso de ferramentas não invasivas para o estudo de tubarões no Brasil.

## As raias chicote

***por Beatriz Rochitti Boza, Vanessa Paes da Cruz,  
Bruno de Campos Souza, Claudio Oliveira***

Brasil e México são dois países que possuem muitas semelhanças. A paixão pelo futebol e a riqueza gastronômica, sem dúvidas são grandes protagonistas. Para amarrar esse laço, o México proporcionou ao Brasil, duas séries de sucesso que passou de gerações e levou legiões de fãs a loucura, tudo graças aos famosos Chaves e Chapolin Colorado, e que mesmo depois de 50 anos de estreia, eles continuam na TV até hoje. E as semelhanças não param por aí. Somando mais de 2500 praias, os habitantes desses dois países não perdem tempo quando o assunto é curtir o litoral. Porém, o que poucos sabem é que os litorais de Brasil e México são territórios que possuem uma biodiversidade gigante, sendo a casa de milhares de espécies de tubarões e raias, dentre elas, uma espécie de raia, que iremos conhecer um pouco mais neste conto, conhecida como raia-chicote (*Hypanus americanus*).



Raia-chicote repousando no fundo. Crédito: Noeli Ribeiro

Três características dessa raia chamam a atenção, a primeira é que esses animais medem até dois metros de comprimento, tendo seu corpo recoberto por espinhos, incluindo na sua cauda, o “chicote”. A segunda é seu peso corporal que pode chegar a aproximadamente 135 kg, e por último e não menos importante, a longevidade, com relatos de indivíduos que alcançaram a idade de 28 anos.

Um grupo de pesquisadores buscando entender a genética da raia chicote, comparou indivíduos que ocorrem no Brasil e no México, realizando análises de DNA. O que eles encontraram foi muito interessante, perceberam que os animais se diferem geneticamente entre os países.

Esta espécie é valorizada por pescadores ribeirinhos, sendo utilizada para consumo da carne e até mesmo no comércio relacionado ao aquarismo, o que tem resultado em uma grande ameaça. Apesar de algumas raia serem capazes de se adaptar em diferentes regiões e ecossistemas, a raia chicote não tem o costume de viajar grandes distâncias. Desta forma, alguns questionamentos precisam de maior atenção, como por exemplo, será que essas características facilitam a formação de grupos? Esses grupos apresentarão diferenças genéticas entre eles?

Atualmente, as raia estão sofrendo uma grande interferência na sua biodiversidade, muitas vezes causada pelo homem, como a pesca de forma desenfreada e a poluição das águas, tornando de extrema importância que olhemos o ambiente marinho com outros olhos, muito além de um ambiente de lazer, somos apenas visitantes na casa de outros animais e não vice-versa. Deste modo, Brasil e México países que compartilham diversas semelhanças, agora têm uma tarefa muito séria, caminharem juntos em um único propósito, o de proteção e conhecimento das raia chicotes e das demais espécies.



## O inexplorado mundo das raias que produzem “leite”

*por Bianca de Sousa Rangel*

Desde a graduação, quando iniciei na pesquisa de tubarões e raias, tenho uma paixão muito forte pela reprodução desses animais tão enigmáticos. Mas também, não é difícil se apaixonar por esse assunto, uma vez que eles apresentam uma diversidade tão impressionante nas formas de se reproduzirem, que ainda hoje não conhecemos todas táticas adotadas pelas espécies existentes. Cada espécie de tubarão e raia tem uma estratégia diferente para nutrir seus filhotes, dos locais que utilizam para parto e proteção da prole, e até mesmo de quantos filhotes irão gerar por gestação. Alguns tubarões alimentam seus filhotes, ainda no útero, através de uma placenta, outros através de um líquido nutritivo secretado no útero, e ainda aqueles que transferem todos os nutrientes apenas pelo saco vitelino. A mais chamativa, no entanto, é a estratégia utilizada pelo tubarão mangona *Carcharias taurus*, o canibalismo intrauterino, no qual os filhotes maiores se alimentam dos menores dentro do útero.

As raias utilizam estratégias semelhantes, alimentando seus filhotes através do saco vitelino e de secreções uterinas. No

entanto, um grupo particular de raias, as raias da ordem Myliobatiformes (grupo das raias jamanta e demais), desenvolveram ao longo de seu processo evolutivo uma complexidade impressionante nos graus de secreções nutritivas, chamada de “leite uterino”. Foi fascinada pelo fato das raias “amamentarem” seus filhotes no útero, que eu busquei entender um pouco mais sobre essa estratégia reprodutiva na minha dissertação de mestrado.

A princípio, a ideia era encontrar fêmeas grávidas para investigar a transferência materno-fetal de nutrientes e descrever a composição do leite uterino. Apesar de extremamente chamativo o fato de raias produzirem leite, não sabemos praticamente nada a respeito dele. Sabemos apenas que algumas espécies produzem um leite numa composição nutricional muito semelhante ao produzido por mamíferos, incluindo os humanos. No entanto, encontrar fêmeas grávidas na natureza é muito difícil, principalmente considerando o número amostral mínimo que precisamos para essas pesquisas. Para ter uma ideia, durante o meu mestrado, encontrei apenas uma fêmea grávida da raia-bicuda *Hypanus guttatus* no final da gestação. Apesar das coisas não terem ocorrido como inicialmente planejadas, e isso acontece muito na ciência, eu encontrei o pote de ouro no final do arco-íris... uma área de berçário utilizada pela raia-ticonha, *Rhinoptera bonasus*, e por outras espécies. Para minha maior surpresa, essa área de

berçário está localizada na cidade litorânea mais próxima de onde moro, onde passei alguns feriados na minha infância, em Bertioga, São Paulo. Felizmente tudo isso ocorreu no início do projeto de mestrado, e pude reformular minhas perguntas e hipóteses.



Raia-ticonha. Crédito: O próprio autor

Bom, eu não ia mais pesquisar fêmeas grávidas e seus embriões, mas será que eu poderia investigar algo relacionado ao investimento materno olhando apenas para os filhotes recém-nascidos? Sabe-se que a nutrição pré-natal, ou seja, antes do nascimento, é de extrema importância para a

sobrevivência da prole de tubarões e raias. Diferente de diversos outros animais, tubarões e raias não apresentam cuidado parental pós-natal, dessa forma, seus filhotes precisam ser independentes logo após o nascimento. Apesar do investimento materno também ser pouco estudado em tubarões e raias, sabemos que em muitas espécies as mães transferem uma quantidade adicional de nutrientes aos embriões, de forma que quando eles nascerem tenham uma quantidade de energia para uso durante os primeiros dias a semanas de vida. No entanto, apesar desse estoque, os filhotes de algumas espécies placentárias nascem deficientes em alguns nutrientes essenciais como os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6. Foi aí que me perguntei: *se os tubarões placentários, que são considerados evolutivamente derivados e apresentam um grau elevado de investimento materno, nascem com reserva estocada, mas deficientes em ácidos graxos essenciais, muito provavelmente as raias, que secretam um leite rico em nutrientes e geram uma prole menor, nasçam em melhores condições.* Para minha sorte eu tinha disponível uma espécie que seria interessante investigar esses aspectos e comparar com tubarões placentários, que são os mais estudados até hoje.

As raias-ticonha apresentam um grau muito elevado de investimento materno, ou seja, elas geram apenas um filhote numa longa gestação de 11-12 meses e, portanto, são modelos muito interessantes para esses estudos. Eu tinha um grande

desafio pela frente, uma vez que eu não queria de forma alguma matar os filhotes para estudá-los. Muitas vezes conseguimos animais mortos advindos da pesca, mas esse não era o meu caso. Eu tinha à disposição, filhotes vivos que eram (e são ainda hoje) capturados pela pesca de arrasto de praia, onde a mortalidade pós-captura é praticamente zero. A solução foi coletar dados morfológicos dos animais e amostras minimamente invasivas, como sangue e biópsia muscular, e levá-las ao laboratório para análises.

Partindo para o final dessa empreitada, descobrimos que, diferente dos tubarões placentários, as raias-ticonha não nascem com tanto estoque energético e elas nascem em melhores condições fisiológicas que eles. Muito provavelmente isso se deve ao fato delas produzirem leite e investir durante os 12 meses de gestação em apenas um filhote, o que faz com que nasçam muito grandes, com  $1/3$  do tamanho de suas mães. Através da análise da condição corpórea e de alguns marcadores fisiológicos, encontramos que logo que nascem elas começam a se alimentar e ganham em peso, diferente do que ocorre com os tubarões placentários que perdem peso durante os primeiros meses de vida.

Acreditamos que essa estratégia reprodutiva e o fato delas terem um alto investimento materno contribuem para que essas raias apresentem um comportamento social muito elevado comparado a outras espécies de tubarões e raias, uma

vez que até em mamíferos o investimento materno através do leite teve um papel muito importante na evolução cognitiva. Um fato muito interessante que precisa ser investigado mais a fundo, é que a complexidade do leite uterino aumenta durante o processo evolutivo as raias Myliobatiformes, ou seja, quanto mais derivada seja a raia, mais complexo o leite é que ela produz. No entanto, o oposto é encontrado em relação ao número da prole, que diminui. Ainda sonho em poder um dia analisar a composição do leite uterino, nessa e em outras espécies, e desvendar, pelo em partes, quais nutrientes são transferidos durante o período de gestação.

## O fascínio pelos métodos não-letais

*por Bianca de Sousa Rangel*

Minha trajetória na pesquisa de tubarões e raias iniciou-se logo que entrei na graduação em ciências biológicas. Desde o primeiro dia de aula sabia que queria trabalhar com “pesquisa de tubarões”. Como a grande maioria dos meus colegas de profissão, no entanto, as coisas não foram como sonhadas inicialmente. Mas as surpresas ao longo dessa curta trajetória na ciência até agora, foram ainda mais incríveis do que o esperado. Durante a iniciação científica, tive a incrível oportunidade de estudar diversas estruturas morfológicas de tubarões e raias, incluindo o impressionante sistema eletro-sensorial, e o ainda pouco conhecido sistema gustativo. Eu estava no lugar certo, um laboratório com microscópios de última geração, técnicos bem qualificados e com uma infinidade de ideias do que escanear naqueles equipamentos. Fui muito feliz e privilegiada durante os três anos que trabalhei ali, escaneando e publicando alguns estudos de estruturas muito interessantes.

No entanto, no meu primeiro encontro da SBEEL (Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios) em

2014, em Recife, eu me fascinei com a diversidade de formas possíveis de trabalhar com raias e tubarões vivos na natureza, desde marcar tubarões com transmissores satélites até a análise de biomarcadores em amostras de sangue. Talvez isso não me surpreendesse tanto se eu tivesse acesso aos canais fechados e aos tão famosos episódios da “semana do tubarão” (*Shark Week*). Mas não foi esse o caso, infelizmente. Eu nunca tinha cogitado trabalhar esses animais vivos na natureza. Isso me parecia apenas um sonho muito distante de programa de televisão, algo impossível. Foi aí então que eu comecei a ler tudo quanto é tipo de artigo, notícias e informativos sobre pesquisas não-letais. Encontrei logo de início pesquisas fantásticas que utilizavam ultrassonografia para acessar se as fêmeas estavam grávidas, e análises sanguíneas para avaliar o status reprodutivo. Eu fiquei completamente fascinada por tudo aquilo. Eu sempre tive uma paixão muito grande por estudos relacionados à reprodução, e poder estudar isso sem precisar matar os animais ou mesmo adquiri-los mortos da pesca, foi de grande inspiração pra mim.

Identifiquei que, para estudar tais aspectos eu precisaria mudar de área, já que a área da morfologia não me oferecia muitas ferramentas para esses estudos. Foi então que ingressei no mestrado em fisiologia. Entrei pensando em usar a fisiologia como ferramenta, mas a verdade é que hoje em dia sou completamente apaixonada por essa linha de pesquisa. Mas



como estudar animais vivos em um país em que os recursos financeiros para pesquisa são tão escassos e a maioria das pesquisas com elasmobrânquios são feitas dependentes da pesca artesanal e comercial? Bom, para meu projeto de mestrado isso foi facilmente solucionado. Eu tive a grande sorte de encontrar filhotes de raias que são capturados em uma arte de pesca onde a mortalidade é praticamente zero, e visto que os pescadores já soltavam esses animais vivos, não tive muito trabalho nesse sentido.

Já para meu projeto de doutorado, o caminho foi um pouco diferente. Eu queria continuar investigando aspectos nutricionais dos elasmobrânquios, como fiz no meu mestrado, mas expandir para algumas perguntas mais gerais, relacionadas à reprodução e aos impactos antrópicos. Para isso, eu precisava de um número muito maior de amostras de animais vivos, que seria praticamente impossível serem obtidas por aqui. Foi então que eu tive o grande privilégio de ter como parceiro e co-orientador o professor Neil Hammerschlag, da Universidade de Miami. Ele coordena um programa de pesquisa que captura muitos tubarões na região de Miami e Bahamas, e para minha sorte, eles vêm coletando amostras de sangue já há vários anos.

Como minhas hipóteses e perguntas são mais relacionadas aos processos fisiológicos desses animais, independentemente de onde eles são capturados e amostrados,

essa coleção amostras de muitos tubarões de várias espécies é uma fonte extremamente valiosa de informações para meu projeto.

Após um ano de ingresso no doutorado, tive uma grande e inesperada surpresa. Aquilo que achava praticamente impossível conseguir no Brasil, capturar e amostrar tubarões vivos em uma quantidade suficiente para testar minhas hipóteses, parece que finalmente ia acontecer. Eu já estava muito feliz e realizada com meu projeto de doutorado, no entanto, ao ver um edital de financiamento para pesquisas de pós-graduandos, relacionado à fauna brasileira (do FUNBIO e Instituto Humanize), não resisti e submeti o meu projeto. Fazia poucos meses que tinha iniciado o contato com o professor Fábio Hazin, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para uma parceria nas pesquisas com os tubarões do Arquipélago de Fernando de Noronha. Para nossa alegria o projeto foi aceito, e em apenas uma expedição já conseguimos amostrar mais de 40 tubarões. Parece pouco, mas capturar, coletar amostras e liberar mais de 40 tubarões em dez dias, é algo realmente impressionante para nossa realidade.



Pesquisa com metodologia não-letal em Fernando de Noronha. Crédito: O próprio autor

Esses projetos ainda estão em andamento, mas já descobrimos coisas muito interessantes, como por exemplo, que fêmeas grávidas de tubarões-tigre parecem utilizar a região das Bahamas como uma importante fonte de nutrientes essenciais durante o período de gestação. Que tubarões urbanos que vivem em Miami são mais gordinhos e se alimentam mais de gorduras saturadas se comparado a outros que vivem em regiões menos impactadas. Isso tudo usando ferramentas não-letais, como ultrassonografia e análise de marcadores nutricionais e reprodutivos presentes no sangue.

Existem claro, diversas outras formas de trabalhar com tubarões e raias vivos, incluindo estudos ecológicos relacionados à movimentação, estresse de captura e

sobrevivência à pesca, entre outros. No entanto, eu encontrei na fisiologia formas de compreender como esses animais estão interagindo uns com os outros e com o seu meio, e também como as alterações antrópicas podem comprometer a sua saúde. Apesar de estudos ecofisiológicos demandarem muito tempo, uma compreensão de vários processos ecológicos e fisiológicos integrados, eles fornecem informações incríveis de como esses animais estão vivendo, isso pra mim é extremamente empolgante.

## **As raias ticonhas**

***por Bruno de Campos Souza, Beatriz Rochitti Boza,  
Vanessa Paes da Cruz Fausto Foresti***

Quando pensamos no mar, logo vem à mente as praias, as férias em família, o sol e a diversão, onde devido à imensidão de água, o horizonte chega a se perder de vista. O mar é, para muitos, lugar de descanso, de atividades esportivas, de sustento através da pesca, ou simplesmente um lugar marcado na memória, da primeira sensação da água salgada tocar nossa boca. É sem dúvida um lugar repleto de vida, de encontros e desencontros e, não menos importante, para muitas espécies o mar torna-se seu habitat.

Dentre as inúmeras espécies que habitam os mares, uma em particular conhecida como raia-ticonha pode ser destacada. Esse animal que pode ultrapassar 1 metro de envergadura apresenta um trajeto de migração muito longo, que pode ir desde os Estados Unidos até o norte da Argentina. Embora as raias-ticonhas não constituam o alvo principal da pesca, são frequentemente capturadas como fauna acompanhante nas redes de arrasto que visam a captura de outras espécies. No verão, a espécie que ocorre geralmente em águas rasas, é observada formando grandes cardumes, o que

resulta em alta vulnerabilidade para os indivíduos em decorrência das atividades pesqueiras, o que pode ocasionar impactos sobre o ecossistema.



Raia-ticonha. Crédito: Creative Commons

Tendo em vista a ocorrência desses organismos em grandes extensões da costa brasileira, um grupo de pesquisadores preocupados com a preservação das ticonhas realizou estudos utilizando ferramentas genéticas para desvendar se as populações existentes apresentavam diferenças entre os indivíduos e entre os cardumes. Para isso, coletaram fragmentos com cerca de 1 cm<sup>2</sup> do tecido das nadadeiras de cada indivíduo capturado, com o cuidado de devolverem os

mesmos em seguida para a água. As amostras eram de diferentes pontos ao longo do litoral dos estados do Pará, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina.

Os resultados dos experimentos revelaram aspectos bastante interessantes. Levando em conta que as ticonhas podem migrar milhares de quilômetros, era de se imaginar que os indivíduos apresentassem diferenças genéticas entre as populações. Além disso, a presença de possíveis barreiras oceânicas, como por exemplo diferenças na temperatura da água e correntes marítimas, que parecem ter influência na diversidade genética de outras espécies de raias, poderia resultar em maior diferenciação entre grupos distantes geograficamente. Entretanto, os resultados dessa pesquisa mostraram uma característica preocupante do ponto de vista de conservação, uma vez que as amostras analisadas não apresentaram diferenciação genética entre os diferentes locais estudados na costa brasileira, ou seja, apesar da ampla distribuição geográfica, essas raias apresentam grande similaridade genética e podem estar representando um único estoque genético.

Um fato curioso é que diferentes espécies de peixes apresentam um comportamento de retornarem ao local onde nasceram para se reproduzirem e este comportamento é conhecido como filopatria. Analisando ticonhas da América do Norte os pesquisadores detectaram este comportamento

principalmente em indivíduos da costa dos Estados Unidos. Com isso, alguns questionamentos que surgem precisam de maior atenção, como por exemplo, será que essas raias da costa brasileira retornam ao local onde nasceram para se reproduzirem? Será que os indivíduos que ocorrem na costa dos Estados Unidos são diferentes geneticamente dos indivíduos do Brasil? Lacunas essas que até o momento não desvendamos.

É importante ressaltar que as diferenças genéticas entre os indivíduos e populações são importantes para a manutenção e adaptabilidade das espécies. Deste modo, além de colocar olhares atentos sobre este magnífico animal, melhores ações de conservação precisam ser tomadas para que as raias ticonhas consigam continuar vivendo e encantando a todos nós. O mar, que é motivo de tantos sentimentos, precisa ganhar de uma vez por todas um novo significado, o de zelo e proteção.



## **Mergulhando com tubarões!**

***por Cláudio L. S. Sampaio***

O mergulho científico ainda era uma novidade no Brasil. Poucos e caros equipamentos disponíveis, raros pesquisadores capacitados, metodologias pouco conhecidas e muita desconfiança era o cenário na Bahia no fim do século passado! Alguns colegas e professores até duvidavam da possibilidade em estudar peixes sem coletar e examinar em laboratório!

Em 1999 fui convidado a participar de uma expedição científica liderada pela Profa. Zelinda Leão, uma pioneira no mergulho científico e nos estudos de ambientes recifais brasileiros, além de ser uma das mais simpáticas pesquisadoras. Minha função era realizar censos visuais de peixes, recifais, algo incomum naquela época, enquanto a equipe da Profa. Zelinda fazia o registro dos corais, aplicando o protocolo AGRRA (Avaliação Rápida dos Recifes do Golfo e Atlântico, uma tradução direta da sigla em inglês). O resultado foi positivo e fui novamente convidado para acompanhá-los no parque nacional marinho dos Abrolhos.

Localizado na maior área recifal do Atlântico Sul, o parque nacional abrange duas áreas recifais e, também, o arquipélago dos Abrolhos com as ilhas Redonda, Siriba, Sueste

e Guarita. A única ilha que não faz parte do parque nacional, a de Santa Barbara possui um rádio e farol operados por um destacamento da Marinha do Brasil, desde 1861, que garantem a segurança de milhares de embarcações na região. O nome “Abrolhos” é um claro aviso aos navegantes, pois esses recifes são responsáveis pelo naufrágio de muitas embarcações.

Mergulhar em um parque nacional, com espécies exclusivas, que só existem ali, como os corais cérebro da Bahia, ver os chapeirões, que são formações recifais únicas no mundo onde os corais crescem desde profundidades de 25 m até a superfície, era algo indescritível. Registrar grandes cardumes de peixes recifais, inclusive tubarões, já desaparecidos, naquela época, de muitas regiões do Brasil, era uma experiência única para qualquer biólogo, particularmente um recém formado! Mas somente em 2001, tive meus primeiros encontros com os tubarões bico-fino, *Carcharhinus perezi*, e limão, *Negaprion brevirostris*, ameaçados de extinção e, como todo tubarão que se preze, com péssima fama.



Mergulho com tubarão-limão em Fernando de Noronha. Crédito: O próprio autor

Durante um dos censos visuais, fui recebido por um tubarão bico-fino, fêmea, com cerca de 2 m de comprimento que nadava em minha frente! Bem, depois do susto, olhei detalhadamente aquele tubarão, identificando sua espécie e sexo, estimando seu tamanho. Lembro que registrei até a pequena rêmora em seu dorso, anotando em minha planilha e continuei a nadar, emocionado, registrando os demais peixes, mas o tubarão voltou e passou mais perto, “tranquilo”, pensei. Mas na terceira aparição, o tubarão (com a rêmora de carona ainda!), estava muito próximo, tanto que quase empurrei sua

barriga! Fiquei amedrontado, aquela música do filme Tubarão começou a tocar, imagens de filmes e reportagens sensacionalistas brotavam em minha cabeça! Nervoso, já estava recolhendo os equipamentos e abortando o mergulho! “Epa! Calma! Você é o ictiólogo da equipe!”, pensei!! Agora protegido por uma grande colônia do coral cérebro da Bahia, observei novamente o tubarão, que não apresentava qualquer sinal de agressividade, apenas curiosidade. Sua natação tranquila, sem alterações, me tranquilizou. Percebendo sua elegância, compreendi o quanto estava influenciado pelos filmes hollywoodianos e reportagens duvidosas. Segui fazendo os censos e nesse dia, observei outro tubarão, menor e que se afastou rapidamente. Em algumas expedições, ficávamos hospedados na ilha de Santa Barbara, onde um bote inflável apoiava nossas atividades de pesquisa no arquipélago. Sempre que ia embarcar no bote, observava uns filhotes de tubarão limão, nadando calmamente nas águas rasas do portinho sul. Sempre que possível, aproveitava o término dos trabalhos para procurar esses tubarõezinhos, que tímidos, evitavam aproximações. Em um belo fim de tarde, mergulhando e procurando os tubarões limão, encontrei um outro peixe, que acabou atraindo minha atenção, por alguns segundos, e quando voltei a nadar, que susto! Um tubarão, de aproximadamente 1 m de comprimento, quase bateu de cara em minha máscara de mergulho! O *baby shark*, apavorado, nadou rapidamente,

quase saltando fora d'água para um lado e o jovem biólogo, assustado, que sonhava em ser pesquisador de tubarões para outro!

Infelizmente a curiosa fêmea de tubarão bico-fino foi a única registrada em censo visual, confirmando a grande redução populacional desses peixes e a importância dos parques nacionais e outras unidades de conservação para a manutenção da biodiversidade.

Hoje as pesquisas envolvendo mergulhos, com censos visuais, vídeos e fotos são uma realidade, sendo uma linha de pesquisa consolidada e uma importante ferramenta na conservação e divulgação científica.

# História de pescador ou uma grande descoberta?

*por Domingos Garrone-Neto*

Apesar de os pescadores e pescadoras serem conhecidos por contar “causos” que por vezes geram dúvidas até nas pessoas menos céticas, quem convive com essas pessoas pelas barrancas de rios e beiras de praias do nosso Brasil sabe que muitas vezes o conhecimento tradicional revela situações curiosas, muitas vezes desconhecidas por nós, cientistas.

Pois bem, nesse relato vou falar sobre isso. Na verdade, vou descrever uma situação que foi indicada por um pescador-mergulhador da região do Alto Paraná, na divisa entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul e que acabou levando a importante descoberta sobre o comportamento de raias de água doce da família Potamotrygonidae.

Na época, lá por 2006/2007, eu estudava o comportamento de duas espécies de raias do gênero *Potamotrygon* no rio Paraná e alguns dos seus tributários, contando com a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Virgínia Sanches Uieda da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e com a colaboração do Prof. Dr. Ivan Sazima da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Ambos são importantes nomes

relacionados a estudos sobre o comportamento de peixes no Brasil e eu, um cientista em início de formação, procurava “beber” dessa fonte sem moderação. Em nossas conversas ficávamos imaginando similaridades entre o comportamento dessas raias de água doce com espécies de raias marinhas, buscando formas de estudar essas criaturas incríveis dos rios sul-americanos, mas que ainda têm o comportamento pouco conhecido quando comparado ao de suas parentes do mar. Em uma dessas conversas, o professor Ivan me chamou a atenção para observar se as raias de água doce em algum momento eram seguidas por peixes quando estavam se alimentando junto ao fundo do rio. Como essas raias costumam revolver o substrato com o auxílio das nadadeiras peitorais, provocando uma verdadeira bagunça por onde passam, o professor Ivan sugeriu que esse comportamento poderia atrair espécies oportunistas, que se aproveitam da nuvem de sedimentos suspensa para beliscar presas reveladas por isso. Dada a sua larga experiência em estudos sobre esse comportamento em ambientes marinhos, denominado genericamente de associação alimentar do tipo nuclear-seguidor, o professor Ivan suspeitou que esse tipo de interação também poderia ocorrer em água doce. Dito e feito!

Ao retornar para campo, conversei com o meu guia que morava em Três Lagoas – MS. Marcos Silveira da Teixeira, o “Marquinhos”, era um pescador diferente, mergulhador, que

caçava grandes bagres nas corredeiras profundas do rio Paraná e que de vez em quando me acompanhava nos mergulhos científicos para estudar as “arraias”, como ele gostava de chamá-las. Um exímio explorador do rio Paraná, que conhecia cada canto do fundo do rio. Perguntei a ele sobre que tipo de interação entre raias e outras espécies de peixes, cágados etc. ele já tinha visto. Ele me falou que quando ficava espreitando por seus peixes, junto ao fundo do rio, raias de grande porte sempre chegavam perto, parecendo curiosas sobre o que ele estava fazendo por ali. Certo dia, ele relatou que ao arpoar uma piapara (peixe de escama do gênero *Leporinus*), o tiro pegou de raspão e o peixe fugiu. Horas depois, ainda caçando, Marquinhos disse que viu o peixe ferido se debatendo no fundo do rio e, na sequência, sendo capturado por uma raia de grande porte. Marquinhos comentou que a “briga” foi grande, com o peixe tentando escapar a qualquer custo, o que “levantou poeira adoidado”. Ele comentou que um cardume de “expectadores” se juntou ao redor da raia e da piapara, como se estivessem esperando para ver se iria sobrar algo para eles. Imaginem a minha reação ao ouvir isso, somando os relatos do pescador/mergulhador com as suposições do professor Ivan! Não tardou para que essa história, inicialmente mais um aparente “causo” de pescador, desse origem a primeira descoberta sobre associações alimentares do tipo nuclear-seguidor envolvendo raias da família Potamotrygonidae e



peixes ósseos pertencentes a família Cichlidae (tucunarés, joaninhas e acarás). A descoberta foi publicada em uma revista científica especializada no assunto, com grande repercussão entre os estudiosos do comportamento de peixes de água doce.



Ilustração do comportamento da raia-de-água-doce. Crédito: O próprio autor

Um grande exemplo da importância da interação entre o conhecimento científico, que normalmente é gerado na universidade, com o conhecimento tradicional, às vezes chamado de popular, típico dos pescadores, indígenas, quilombolas, entre outros. E também uma lembrança importante de que sempre por trás de um bom “causo” pode ter mesmo uma boa história!

## **Entre a cruz e a espada: os desafios da pesquisa científica sob a luz dos holofotes da mídia...**

*por Fábio Hazin*

Uma coisa que muito cientista não compreende, ou que, pelo menos, não compreende com a profundidade que deveria compreender é a imensa importância de se comunicar adequadamente com o público, em geral, e, portanto, também com a mídia. Muitas vezes, de forma arrogante, nós, cientistas, acreditamos que o nosso trabalho se restringe exclusivamente a gerar conhecimento, crença atrás da qual convenientemente nos escondemos, nos protegendo na zona de conforto proporcionada pelas torres de marfim da Academia. Precisamos, urgentemente, pular o muro das universidades para nos abraçarmos com a sociedade. Como disse uma vez o comandante de um Navio Oceanográfico da Marinha do Brasil, no qual tive o privilégio de embarcar ainda na primeira infância da minha vida profissional, na ciência, como na vida, não adianta somente saber fazer, é preciso fazer saber. Como a história do ovo da pata e da galinha, nós cientistas não sabemos cacarejar as nossas descobertas, não sabemos nos comunicar

adequadamente com o público, e essa limitação, muitas vezes arrogantemente arvorada como uma qualidade elitista é, na verdade, uma grave deficiência da qual quanto mais cedo tomarmos consciência em nossa vida profissional, mais diferença seremos capazes de fazer no mundo real, em que vivemos.

A dificuldade de comunicação dos cientistas com o público, incluindo os gestores públicos, é um problema cuja gravidade implica sérias consequências para a conservação de espécies e ecossistemas, não somente no Brasil, mas em todo mundo. Nas Organizações Regionais de Ordenamento Pesqueiro, por exemplo, como a ICCAT, a Comissão Internacional para a Conservação do Atum Atlântico, a dificuldade de entendimento mútuo entre gestores e cientistas é tão grande que foi criado um grupo de trabalho permanente para propiciar essa tão necessária aproximação: Grupo de Trabalho Permanente para Melhorar o Diálogo entre os Cientistas Pesqueiros e os Gestores (*Standing Working Group to Enhance Dialogue between Fisheries Scientists and Managers- SWGSM*). O mais curioso é que por mais das vezes nós cientistas não conseguimos compreender como é que alguém pode não compreender o que nós explicamos, na nossa compreensão, de forma tão compreensível. Não. Certamente a humildade não é um dos pontos fortes da Academia. Recordo-me, certa vez, em uma das primeiras reuniões do SWGSM, da

ICCAT, de um dos cientistas pesqueiros presentes na reunião afirmar que não via muita razão para a existência daquele grupo já que o Comitê Permanente de Pesquisa e Estatística da Comissão, em geral, apresentava os resultados de suas avaliações de estoques de uma forma bastante simples e adaptada para a compreensão de pessoas sem nenhuma formação na área. A resposta que escutou de um dos gestores presentes foi a de que, em geral, diferentemente do que ele pensava, um cientista especialista em avaliação de estoques era tão bom em comunicar os seus resultados, como um especialista em comunicação o era em avaliar os estoques. A discussão se encerrou aí.

Se a dificuldade que nós cientistas temos em nos comunicarmos com o público leigo já é grande, a complexidade dessa dificuldade adquire contornos dramáticos quando o tema em questão atrai uma grande atenção da mídia, como é o caso dos ataques de tubarão, ou incidentes com tubarões, sendo politicamente mais correto. Tendo vivenciado esse problema na pele, de dentro do olho do furacão no surto de ataques de tubarões em Recife, desde o seu início, em 1992, até 2014, por mais de 20 anos, portanto, sou testemunha da imensidão desse desafio, que se manifesta de diversas formas.

A primeira delas é ser obrigado a constatar, forçosamente, que ao contrário daquele ditado em inglês que diz “*no News, good News*”, para a mídia, em geral, a regra, na

verdade, é: “*good News, no News*”! Incontáveis manhãs e tardes eu desperdicei explicando minuciosamente a igualmente incontáveis jornalistas, com abundância de detalhes, as maravilhosas informações científicas obtidas por meio de um exaustivo esforço de pesquisa sobre o problema dos ataques de tubarões no Recife, as espécies envolvidas, as causas mais prováveis e as possíveis soluções, para me deparar, no dia seguinte, com a mesma manchete ensanguentada de sempre, com todas as informações científicas, também como sempre, reduzidas a uma nota de rodapé. Afinal, notícia boa não é notícia. O que vende jornal é notícia ruim.

O segundo grande aprendizado, e talvez o mais difícil, foi compreender a inconveniência de se tornar uma figura pública. A partir da minha exposição intensa na mídia, a cada novo ataque de tubarão que ocorria, eu passava a ser mais e mais reconhecido publicamente. E somente quem já passou por isso na vida sabe o que significa perder a sua privacidade. Em um dado momento, no auge dos ataques, se tornou impossível para mim, ir a algum restaurante, por exemplo, para usufruir de um momento de lazer com a minha família, sem ser abordado por alguém que viesse criticar ou elogiar o trabalho que estávamos fazendo. Muitos tinham a solução que nós, pesquisadores, estupidamente não havíamos ainda sido capazes de enxergar. A mais criativa de todas, acho, foi a ideia de construirmos alguns cercados ao longo da orla e colocarmos

golfinhos dentro deles, pois onde há golfinhos, não há tubarões! Incrível que não tivéssemos pensado nisso ainda... Nessa época a minha admiração pelos atores/atrizes, pelos políticos (por incrível que pareça) e, principalmente, pelos técnicos de futebol aumentou exponencialmente. É incrível como nós não nos damos conta do altíssimo preço que esses profissionais são obrigados a pagar, com a perda de sua privacidade, em consequência de se tornarem figuras públicas. Além de se tornarem alvo fácil de pessoas que veem nessas “figuras públicas” uma oportunidade de também se tornarem “famosas”.

Para muito além de não poder usufruir publicamente de um momento de lazer com a minha família sem ser incomodado, a minha exposição excessiva na mídia atraiu a atenção de várias dessas pessoas, duas das quais me forçaram a mover processos judiciais por calúnia e difamação, à luz da virulência com que passaram a me atacar, pessoalmente, nas diversas mídias sociais, inclusive com ameaças de morte. Curiosamente, uma dessas pessoas me atacava em razão de nós soltarmos os tubarões que capturávamos depois de marcados com marcas eletrônicas, me responsabilizando pessoalmente pelos ataques e me acusando, inclusive, de colocar um gps nos tubarões marcados para teleguiá-los e assim provocar um ataque sempre que os recursos para a pesquisa escasseavam. Por estapafúrdia que uma alegação como essa possa parecer,

não eram poucos os que embarcavam na sua sandice. Sim, infelizmente, vivemos em um país onde grande parte da população é profundamente ignorante. O outro, pelo lado oposto, me criticava por capturar os tubarões, que, no seu entendimento, deveriam ser deixados em paz. Um dos processos eu ganhei, o outro eu perdi, sob a alegação da liberdade de expressão. Não recorri. Foram certamente tempos muito difíceis, mas de imenso aprendizado, sobretudo sobre como lidar com a mídia e com o público em geral. Devo confessar, porém, que, aprendizados à parte, o dia 17 de abril de 2012, quando, depois de dois mandatos de 4 anos, eu finalmente deixei a presidência do Comitê Estadual de Monitoramento dos Incidentes com Tubarões, o CEMIT, foi um dos dias mais felizes da minha vida. Desde então, parei de dar qualquer tipo de entrevista sobre a questão dos ataques de tubarão. Entendi que a minha missão, que a missão da Universidade havia sido cumprida.

Em 1992, quando o surto começou, não sabíamos sequer as espécies de tubarão que ocorriam em nossa costa. Em 2012, conhecíamos com profundidade, não apenas os tubarões presentes em nosso litoral, mas as causas dos ataques e os fatores que propiciavam a sua ocorrência, informações que permitiram o desenvolvimento de um sistema não letal de captura e remoção dos tubarões que se encontravam próximos da praia, por meio do qual, em combinação com um grande

esforço de educação ambiental, conseguimos reduzir a incidência dos ataques em 97%. Mas... “*good News, no News*”.



Placa de alerta para risco de ataque de tubarão em Recife, PE. Crédito: Creative Commons



A principal lição que ficou de toda essa história foi certamente uma lição de humildade. Humildade, em primeiro lugar, por nos ensinar o quanto somos incompetentes para prever a resposta que o ecossistema dará a uma intervenção antrópica. Mais de uma centena de Estudos de Impactos Ambientais poderiam ter sido feitos antes da construção do Porto de Suape, sem que nenhum deles fosse jamais capaz de prever um surto de ataques de tubarão nas praias ao norte como uma de suas possíveis consequências. Conclusão que nos leva também à inevitável compreensão de que o surto de ataques é provavelmente a ponta de um iceberg de desequilíbrios ecossistêmicos que jamais seremos capazes de entender plenamente.

Humildade, também, e principalmente, para compreendermos que a nossa função primordial como cientistas, que a função das universidades onde trabalhamos, não é a de publicar trabalhos científicos, mas de transformar a realidade do país e do mundo em que vivemos. O trabalho científico, portanto, não deve jamais ser compreendido como um fim em si mesmo, mas sempre apenas como um meio. Como um veículo de transformação. Se tenho algo do qual me orgulho nesses mais de 20 anos em que me envolvi com o problema dos ataques de tubarões em Recife foi ter tido a coragem de assumir para a Universidade a responsabilidade que lhe pertence de colocar o conhecimento disponível,

construído e viabilizado pela sociedade brasileira ao seu serviço. Tenho orgulho de não termos nos acovardado, apesar das inúmeras tempestades que fomos obrigados a enfrentar, e de termos perseverado na missão de levar a cabo esse desafio profissional, conduzindo essa nau a um porto seguro. No rastro dessa navegação, não tenho nenhuma dúvida, ficaram muitas vidas salvas, de tubarões e de seres humanos, e um bom número de profissionais formados, não apenas no necessário conhecimento acerca desses animais maravilhosos e dos ecossistemas marinhos nos quais eles habitam, mas, sobretudo, na primeira e na maior de todas as lições, sem a qual nenhum outro aprendizado é jamais possível: a lição da humildade.

## Do pão de queijo aos mares do mundo

*por Fernanda de Oliveira Lana*

Era um dia normal de férias em 1992 e, como quase todas as famílias mineiras de Belo Horizonte (MG), escolhíamos uma boa praia para poder curtir. O jeito era preparar o pão de queijo para viagem e partir rumo ao litoral, em geral em Prado, na Bahia, acampando a um passo do mar.

Com apenas 7 anos de idade e metade do cabelo de franja, eu ficava no mar o maior tempo possível, coberta de Hipoglós no rosto para aguentar o sol. Foi quando avistei um grupo de pessoas na areia, e sem nem pensar, me juntei para ver o que era. Deparei-me com um animal completamente diferente do que já havia visto antes: um tubarão-lixo (*Ginglymostoma cirratum*) com cerca de 2 metros de comprimento, que para uma criança parecia imenso (na verdade é... hehehe). Quando me contaram ser um tubarão, então ali começou um estranho comportamento. Uma vontade de entender realmente o porquê aquele animal seria um tubarão, pois não apareciam os dentes, não tinha nem “cara de tubarão”. Aí me veio uma imensa curiosidade, quis até abrir a boca para ver os dentes e percebi, também, sua respiração pelas suas “aberturas laterais” (fendas branquiais). Aí entendi que

ainda estava vivo e sim, era um tubarão, mas por que não o deixaram no seu ambiente para poder continuar vivo?

A partir desse momento tudo mudou. Iniciei a “pesquisa” dos tubarões dentro do universo de uma criança de 7 anos, em plena década de 90, sem internet, nem redes sociais e tendo apenas a “Enciclopédia Barsa” para poder pesquisar sobre qualquer assunto. Assiduamente assistia e gravava os documentários no “*Shark Week*” e, ao invés de colecionar papel de carta (como de costume de qualquer menina na época), eram reportagens e colagens de revistas com fotos e matérias de tubarões.

Surgia uma pequena ou “protocientista” (tubaróloga) em plena terra do pão de queijo. A família, amigos e até os professores falando “é uma fase”, e o fascínio só aumentava como também a certeza do que queria para a vida, “estar perto do mar e dos tubarões”.

Já na faculdade me deparei com a realidade de estudar os animais marinhos em Belo Horizonte (MG), aonde não tínhamos o mar, mas por que isso não seria possível acontecer? Já que vivemos na globalização, por que não estudar o que quisermos independente da nossa localização?

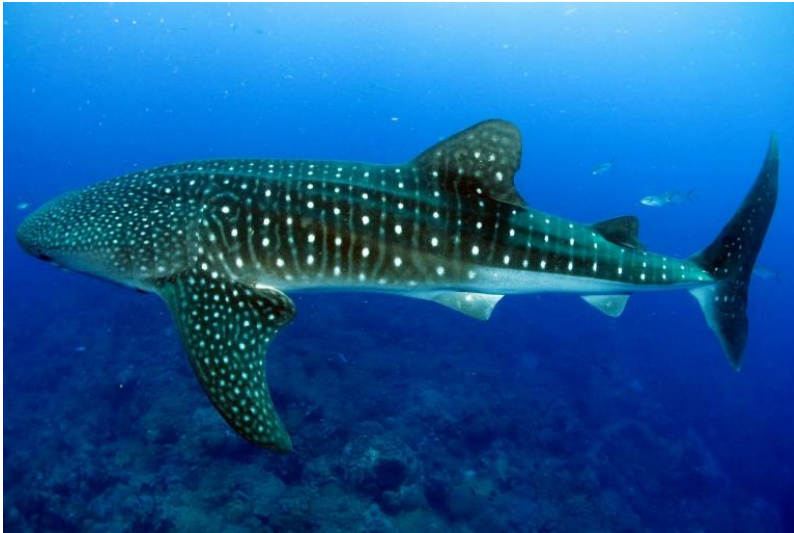
E aí vieram os enormes desafios, fui a 1ª aluna da PUC Minas a apresentar monografia sobre tubarões e também a levar materiais para a coleção, além de ministrar aulas com exemplares de tubarões e raias, cedidos pela UFRPE

(Universidade Federal Rural de Pernambuco). Posteriormente essa mesma instituição me abraçou e forneceu os títulos de Mestra e Doutora, estudando exatamente o que sempre busquei, os incríveis tubarões.

Durante o mestrado e doutorado tive a oportunidade de aprofundar o conhecimento nos comportamentos e padrões de movimentação de tubarões, por meio da marcação via satélite no inóspito Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), em projetos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Em um desses mergulhos (logo no 1º dia de expedição científica), um tubarão baleia (*Rhincodon typus*) de quase 10 metros de comprimento veio nos agradecer com sua presença incrível, permanecendo mais de 1 hora somente nadando e circulando o barco que estávamos. Esse incrível animal ficou ali, mostrando que seu comportamento em nada se parece com aqueles relatados na mídia quando se fala sobre “tubarões”.

Nos estudos de marcação dos tubarões no ASPSP analisamos dados de monitoramento via satélite de diferentes espécies de tubarões: lombo-preto (*Carcharhinus falciformis*), baleia (*Rhincodon typus*), tigre (*Galeocerdo cuvier*), martelo (*Sphyrna lewini*), galha-branca (*Carcharhinus longimanus*) e também uma espécie de raia-manta (*Mobula tarapacana*). Durante um ano das atividades foi possível registrar pela 1ª vez que o padrão de movimentação do tubarão lombo-preto

permaneceu quase todo o período no entorno do ASPSP, apresentando distribuição em águas rasas e em especial durante o dia.



Tubarão-baleia. Crédito: Creative Commons

É sabido que o anoitecer e o amanhecer são os principais horários que promovem estímulos para os tubarões iniciarem uma mudança em seu modo comportamental, o que também poderia explicar os diferentes comportamentos diurnos e noturnos observados. Os tubarões lombo-preto marcados exibiram uma permanência elevada no entorno do ASPSP. Geograficamente, o ASPSP está situado estrategicamente entre os dois hemisférios e também entre os continentes americano e africano (literalmente no meio do

Oceano Atlântico), exercendo forte influência no ciclo de vida de várias espécies migratórias.

Assim uma preocupação se aplica ao ASPSP e, consequentemente, ao impacto potencial da pesca nas populações de tubarões lombo-preto. Como nenhuma migração longa foi detectada neste estudo, emergiu a enorme necessidade de expandir os estudos de marcações para entender melhor os hábitos migratórios destes animais no que concerne ao oceano Atlântico Sul, bem como sua relação com os demais oceanos.

Pensando nessa forma global, os resultados destes trabalhos geraram diversos frutos, sendo um deles a publicação na conceituada Revista *Nature* em 2019, em que foi o pioneiro em reunir dados de monitoramento de 23 espécies de tubarões com dados de cerca de 26 países, realizando um mapeamento global dos movimentos de tubarões oceânicos. A maioria dos tubarões migratórios compartilha o alto mar com a frota pesqueira comercial global, como o espinhel, técnica de pesca responsável pela maior parte das capturas de tubarões (incidentais, “*bycatch*”).

## **Maranhão: A nova fronteira sul**

***por Francisco Marcante Santana & Leonardo Manir  
Feitosa***

Não é de hoje que diversas espécies de tubarões e raias vêm sofrendo com a redução de suas populações, com várias espécies presentes em listas de ameaça de extinção nacionais e internacionais. Embora diversos critérios possam ser utilizados para revelar o status de conservação de espécies, como dados populacionais e tamanhos de habitat, para a grande maioria dos peixes, incluindo os elasmobrânquios, são levados em consideração dados de estatísticas pesqueiras, que revelam declínios na produção ao longo do tempo ou gerações.

Como tubarões e raias são, na maioria das vezes, capturados “acidentalmente” em pescarias dirigidas a espécies alvo de peixes ósseos, estas estatísticas apresentam problemas que podem distorcer a real situação das populações de tubarões e raias, dificultando a melhor categorização em um grau de ameaça.

Embora não seja utilizado para a avaliação do grau de ameaças de elasmobrânquios, modificações temporais na área de distribuição das espécies parecem revelar declínios populacionais e até extinções locais de tubarões e raias no



Brasil. Alguns estudos realizados antes dos anos 70 descrevem que diversas espécies costeiras apresentavam distribuição no Oceano Atlântico sul ocidental com um limite sul até no máximo Santa Catarina. Apesar dessas distribuições serem consideradas até hoje, se fossemos confeccionar mapas de distribuição atualizados para algumas espécies, veríamos que o limite sul se encontra na costa amazônica do Estado do Maranhão.

Espécies como *Sphyrna tiburo*, *S. tudes* (tubarões-martelo) e *Pristis pristis* (peixe-serra) apresentavam registros de distribuição com um limite máximo até ao menos a costa de São Paulo. Hoje, não são mais encontrados nos estados da região sul, sudeste e nordeste, apenas acima do Maranhão, ao longo da área de influência amazônica brasileira. Os declínios populacionais, que levaram a extinções locais de algumas destas espécies, parecem ter uma relação profunda com a exploração pesqueira.

Além disto, a costa amazônica apresenta peculiaridades que tornam esta área única no mundo, o que reflete na biodiversidade de espécies. Por exemplo, espécies como *Squatina dumeril* (cação-anjo) e *Isogomphodon oxyrinchus* (cação-quati) só ocorrem no Brasil do Amapá ao Maranhão.

Além da diminuição da área de distribuição, as espécies têm sofrido depleções significativas na costa amazônica. *Carcharhinus porosus* (cação-azeiteiro), por exemplo, era a

espécie mais abundante de elasmobrânquio em pescarias no Maranhão, e atualmente, é muito difícil a captura de exemplares da espécie. *Squatina dumeril*, *Isogomphodom oxyrhynchus* e *Pristis pristis* praticamente desapareceram da região e parecem indicar a tendência de extinção encontrada nas outras regiões do país.



Cação-anjo *Squatina dumeril*. Crédito: Creative Commons

A observação da área de distribuição das espécies é fundamental para a conservação e manejo sustentável de tubarões e raias. Isso deveria ser mais considerado pelos órgãos que cuidam das avaliações de status de conservação das espécies. Além disto, a costa amazônica, com a delimitação sul no Maranhão, necessita urgentemente de medidas de manejo e gestão que visem a conservação de uma biodiversidade de elasmobrânquios única no planeta.

## **A relação entre a maturidade e a resiliência em tubarões**

***por Francisco Marcante Santana***

Tubarões e raias são espécies que possuem características biológicas e ecológicas que os tornam vulneráveis aos impactos antrópicos (causados pelo homem) como a pesca. São espécies consideradas K-estrategistas, por possuírem alta longevidade, crescimento lento, baixa fecundidade e maturação tardia. Por estas razões, estudos do impacto da pesca sobre as populações destas espécies são fundamentais para o manejo e a gestão sustentável destes animais.

Uma dos métodos utilizados atualmente para indicar a situação das populações de tubarões são as análises demográficas, que utilizam dados de idade e crescimento e da biologia reprodutiva das espécies, destacando-se nesta última, a idade de primeira maturação sexual, a fecundidade, a proporção sexual embrionária e a duração do ciclo reprodutivo. Estes parâmetros são a base da dinâmica de populações, e podem indicar o quanto as populações são vulneráveis à pesca. Estudos deste tipo são limitados à quantidade de dados sobre reprodução e crescimento existente sobre as espécies.

Baseado nas análises demográficas, pesquisadores desenvolveram um índice onde era possível ranquear as espécies de tubarões em relação a sua vulnerabilidade ou resiliência biológica, uma taxa de produtividade ( $rZ$ ). Esta produtividade representa o quanto as espécies são capazes de se recompor e equilibrar sua população, ou seja, quanto maior a produtividade, mais resiliente a população será a fatores extrínsecos, como a pesca. Os autores demonstraram, analisando espécies de tubarões do Oceano Pacífico, que a idade de primeira maturação tem uma forte relação inversa à produtividade, e que 3 grupos de tubarões poderiam ser separados em relação à sua produtividade/resiliência: os pequenos costeiros, que atingem mais cedo a maturidade, os oceânicos-pelágicos, intermediários e os menos resilientes grandes costeiros.

Em um estudo semelhante com tubarões capturados no Brasil, foi possível observar que a resiliência não se encaixava nestes três grupos de espécies e o que determinava a resiliência era na verdade a idade de maturação. Para as 23 espécies de tubarões analisadas, houve uma forte ligação dos dados reprodutivos com a vulnerabilidade das espécies. Espécies de tubarões com idades de primeira maturação menores ou igual a 4 anos, como os tubarões figuinho (*Rhizoprionodon porosus*) e flamengo (*Carcharhinus acronotus*), espécies de pequeno e médio porte, tendem a ser mais resilientes a pressão pesqueira,

pois atingem uma maturidade mais cedo. O inverso acontece com aquelas espécies que atingem a maturidade com 10 anos ou mais, pois são menos resilientes como é o caso dos cações anjo, *Squatina guggenheim* e *Squatina occulta*, em decorrência da maturação sexual tardia.



Tubarão-mangona. Exemplo de espécie de baixa resiliência. Crédito: Marcelo Vianna

Outras características reprodutivas são também importantes, porém a idade de maturidade é um importante indicador de vulnerabilidade das espécies, sendo de fundamental importância na determinação de quais espécies de tubarões devem ser prioritárias para a tomada de medidas de manejo e conservação.

## Navegar com o Prof. Vooren

***por Getúlio Rincon***

Estar no mar em pesquisa já tem seus momentos mágicos, mas estar embarcado nos mares do sul com o professor Carolus Maria Vooren (aposentado da Oceanografia da Universidade de Rio Grande-FURG) era ter certeza de ver coisas incríveis, aprender muito e trabalhar ainda mais. Especialista em aves marinhas e em elasmobrânquios, os seus alunos eram brindados, em todo o embarque, por aulas contínuas sobre esses animais e aprendíamos a entender melhor os segredos que se escondem dos olhos que veem, mas não enxergam.

Em meus embarques com o professor Vooren, pude ver orcas roubando atuns do espinhel e nadando ao lado do barco curiosas com a nossa presença; vi gigantescos peixes-lua dentro da água no incrível azul do alto-mar; vi o convés tomado por centenas, talvez milhares de cápsulas ovíferas de *Adelomelon* (molusco gastrópode) após um arrasto; tubarões que brilham no escuro das profundezas, como se as estrelas estivessem refletidas no mar; enormes albatrozes voando perto de nossas cabeças e petréis pairando no ar a pedir restos de peixes ou um fígado fresco de *Squalus* (= espécie de tubarão pequeno). Isso tudo eu vi, e ainda muito mais, mas o que eu aprendi a enxergar

com as explicações, e porque não dizer algumas broncas do professor, quando fazíamos alguma bobeira ou nos distraíamos, foi muito mais importante e impactante na minha vida, pessoal e profissional.

Em certo embarque, na primavera de 1992, estávamos fazendo um arrasto sobre a plataforma continental ao norte de Rio Grande (Rio Grande do Sul) e capturamos alguns exemplares de cação-bico-de-cristal (*Galeorhinus galeus*), dentre estes algumas fêmeas grávidas. Normalmente elasmobrânquios vivíparos começam a dar a luz a seus filhotes logo após chegarem ao convés, seguindo-se um atrás do outro até que a mãe tenha esvaziado os úteros. Isso leva pouco tempo e em minutos todos os filhotes estão no convés se misturando aos filhotes de outras mães e nos deixando loucos por não saber quem é filhote de quem, e como calcular a fecundidade uterina de cada mãe. Bom, dessa vez não foi o caso. As fêmeas morreram e não houve abortos. Depois de muitos minutos começamos a ver as barrigas dessas fêmeas se mexendo, como em ondas de espasmos irregulares. O professor Vooren pegou uma fêmea e a colocou sobre uma mesa. As ondas de espasmos continuavam, mas a fêmea estava morta. Nesse momento, um filhote saiu pela cloaca e era possível ver os úteros abertos de forma que permitissem a passagem dos filhotes, um a um. Ele pegou uma faca e abriu o ventre da mãe e os úteros estavam cheios de embriões, ainda vivos e bem ativos. Os filhotes foram

saindo pela cloaca em movimentos ondulatórios e favorecidos pela viscosidade da casca do ovo, que ainda envolvia muitos deles. Cada filhote estava dentro de um ovo com uma casca transparente e extremamente flexível, o que permitia que o filhote nadasse dentro de seu próprio ovo. Aquele era o seu microcosmo individual, o seu mar próprio com todas as características necessárias para a sua sobrevivência; e talvez por isso, eles tivessem sobrevivido por tanto tempo depois da morte de sua mãe. O seu “mar particular” dentro do ovo, como chamou o professor, permitiu que eles resistissem por mais tempo sem a oxigenação proveniente da mãe, mas esse tempo tinha chegado ao fim e as condições dentro do ovo começavam a ficar tóxicas também, e o filhote buscava nadar para um lugar melhor e onde pudesse sobreviver. Será que isso ocorria normalmente dentro do útero da mãe? Será que os filhotes ficam nadando dentro de seus ovos procurando melhores lugares dentro do útero, com melhor oxigenação ou com menores concentrações de excretos? Fizemos a contagem, sexagem e mensuração de forma mecânica, sem parar para pensar no que víamos, até que o professor nos chamou a atenção - Prestem atenção! Sempre ele, sempre o mestre nos chamando a atenção. Aqueles tubarõezinhos nasciam de uma mãe morta, portanto sem qualquer participação ativa dela em seu nascimento; ainda nasciam dentro dos ovos, ou seja, embora o ovo reduza consideravelmente sua mobilidade, ele



não a impede totalmente; mas o que estava influenciando tão negativamente todos os filhotes para sair de sua mãe?



Prof. Vooren em uma das suas viagens a bordo. Crédito: O próprio autor

Já se passaram 28 anos depois desse embarque e ainda me lembro de seus ensinamentos. Essa foi só uma dentre as

inúmeras passagens que tenho sobre a minha experiência de embarques com o professor Vooren, e embora ele não goste de ouvir, tenho de dizer que sou imensamente agradecido por aqueles dias de mar e muitos outros que se seguiram depois. Dias que estão marcados na alma e que procuro sempre compartilhar com os meus alunos.

## Os pescadores do lago de Tucuruí

*por Getúlio Rincon*

Se te disserem que pesquisar tubarões e raias é sempre mergulhar no azul do Caribe ou em gaiolas cercadas por tubarões-brancos, cuidado! Não vá engolindo anzol e isca tão facilmente! Lembro-me que em 1988, quando recebi uma carta com alguns artigos do Prof. Perry Gilbert do Mote Marine Laboratory, em Sarasota-Florida, tinha entre eles um trabalho de comportamento de tubarões em uma baía cercada e eu achei aquilo o máximo! Dá para imaginar poder ir ver seus tubarões no quintal do laboratório a qualquer hora? Poder estudar comportamento, fisiologia, alimentação, reprodução e tudo o mais que passasse pela cabeça? As coisas não são bem assim, e quando fui para Rio Grande-RS tive a primeira decepção: a água era completamente turva, fria e não dava para ver nada! Com o passar dos anos, acostumei-me com a nova realidade e não me lembrava mais da imagem que tinha construído na minha cabeça de que estudar tubarões e raias seria como se estivesse no MML, na Florida.

Mesmo não sendo a nossa realidade aqui no Brasil, nunca imaginei que doze anos depois eu estaria conhecendo uma realidade completamente diferente e inusitada. Diferente

até mesmo do que eu já conhecia e havia me acostumado em Rio Grande, com aquela água costeira de *Nescau* onde a pesca é sempre uma surpresa. Em 2000, eu tinha acabado de entrar no doutorado e meu orientador, Prof. Miguel Petrere, pediu-me para que acompanhasse um colega na sua saída de campo no lago de Tucuruí-PA. Aceitei na hora, pois eu ainda poderia fazer minhas primeiras coletas de raias de água doce para minha tese.

Assim que entramos no rio, em um barco de uns 8 metros com motor central e uma área coberta, o pescador dono do barco ligou o rádio e começou a tocar um brega eletrônico nas alturas com sintetizador e teclados de vários tipos. Mal sabia eu que essa seria a trilha sonora da viagem! Na primeira noite, montamos as barracas em um banco de areia no meio do rio. A noite inteira fui acordado pela respiração de botos dando voltas ao redor e tentando cercar os peixes para comer. Seguimos rio abaixo até chegar a uma ilha onde havia uma epidemia de malária. Todos da ilha estavam com malária e alguns passando mal. Vi um homem tremendo de febre debaixo de um sol de meio-dia! Uma senhora me revelou que já estava com malária pela oitava vez. Eu perguntei:

*- Mas minha senhora, por que não vai embora daqui, onde se pega malária tantas vezes? - Para o que ela me respondeu:*

- *E eu vou para onde filho? Não tenho mais lugar nenhum para ir e isso aqui é o que me restou.*

É de cortar o coração, mas muitas pessoas não tem alternativa e se vêem submetidas a essa triste realidade. Passamos a noite nessa ilha e no dia seguinte descemos para um lago onde crianças pescavam sozinhas lançando uma longa rede de uma pequena canoa. Quando nos aproximamos, eles tinham acabado de pegar uma raia de fogo, *Potamotrygon henlei*. Ela mordida um peixe na rede e não o largava nem para se salvar. Os meninos estavam prontos para matar a raia quando eu pedi que a me dessem para estudar. Eles estranharam, mas cederam o animal, não sem perguntar se eu queria que eles matassem ou cortassem sua cauda antes de entregá-la. Eu expliquei que era para o estudo e que o animal precisava estar inteiro. Entregaram-me o animal estranhando ainda mais, pois para eles, raia boa é raia morta. Eles não gostam das raias e acreditam que elas não gostam de gente.



Raia-de-água-doce. Crédito: Creative Commons

No final do dia acampamos em uma praia de areia com um barranco de barro duro e batido, ótimo para lançar uma linha e tentar pescar algumas raias durante a noite. Assim que anoiteceu, vi uma lamparina a óleo sobre o barranco e, quando cheguei mais perto, encontrei um senhor pescando. Perguntei se podia me juntar a ele e começamos a conversar e a pescar, e claro, tudo o que ele pescava que era raia de água doce acabava por me passar, e o que eu pescava que não era raia, passava para ele. Depois de mais ou menos uma hora, uma senhora chegou com uma térmica de café e ele me ofereceu. Bebi a

térmica inteira em menos de outra hora de pesca. Depois desse tempo pescando, percebi que ele tinha inúmeras cicatrizes no corpo e a ponta dos dedos cortadas, bem como manchas parecidas com queimaduras no rosto que lhe falhavam a barba, mostrando a pele. Na ingenuidade e sem esperar pela resposta, perguntei se ele havia se queimado em algum acidente. Ele, timidamente, me disse que não, e que na realidade ele tinha se curado de hanseníase, juntamente com a esposa e os demais moradores daquela ilha. Tudo se esclareceu, e entendi porque a sua senhora veio com um véu cobrindo a cabeça e segurava a térmica usando um pano sobre as mãos. Fiquei envergonhado de tê-lo constrangido pela minha pergunta indiscreta, mas jamais pensei em ouvir aquilo em pleno século XXI! Quantos Brasis existem nesse país tão desigual? Em um impulso de momento, dei meus parabéns pela sua recuperação e conversamos por um tempo sobre as mazelas da doença e como as pessoas se afastavam deles por causa das cicatrizes, mesmo depois de curados. Infelizmente essa é uma triste realidade ainda mais acentuada em uma comunidade com pouca ou nenhuma escolaridade. Nessa noite pescamos alguns exemplares de *Potamotrygon scobina*, além de mais exemplares de *Potamotrygon henlei*, e acabei levando algumas dessas raias para Belém. Deixei uma ou duas no Museu Emílio Goeldi. Na manhã seguinte fomos embora e eu não vi mais meu colega pescador, nem sua esposa ou qualquer outro morador

daquela ilha. Eu queria me despedir e agradecer toda a ajuda e a incrível conversa da noite anterior, mas nos lagos e ilhas do rio Tocantins a vida parece ser assim; sem a certeza de nada e onde o inesperado sempre pode acontecer. Até mesmo encontrar uma ilha enlutada pela morte de uma menina devorada por um jacaré-açú, que a pegou na margem do rio. Mas isso é outra história para uma próxima vez.



## Tão longe de casa...

***por Hugo Bornatowski***

Um animal exótico não é apenas aquele colorido, diferente do tal padrão que temos na nossa cabeça. Na área biológica, o termo exótico é relativo a um animal vindo de outro lugar que não pertence ao seu hábitat natural. Mas o certo mesmo é usar o termo *não-nativo*.

Apesar de ser um problemão do ponto de vista ecológico e econômico, a ocorrência de animais não-nativos é uma questão muito comum em vários ecossistemas do mundo inteiro. A introdução de espécies não-nativas, acidental ou intencional, por meio da agricultura, controle biológico, incrustação de embarcações, aquicultura, pesca esportiva... é uma das principais mudanças globais causadas pelo homem nos últimos séculos! Só para ter ideia, alguns países gastam bilhões de dólares para combater e controlar as invasões biológicas.

Muitos animais não-nativos são comuns no nosso dia a dia, outros nem tanto. Cabras, carpas, tilápias, pardal, rato-comum, abelha-africana... são alguns dos inúmeros exemplos de espécies que não são nativas do Brasil, mas que convivem entre nós há muito tempo. Até aí tudo bem... mas aí, certo dia

você mergulha no seu “quintal de casa” e dá de cara com tubarões que não pertencem àquele local! Como assim??? Bem, o meu amigo Robin Loose, que é instrutor e mergulhador científico, estava mergulhando em um dia comum na costa paranaense, há poucos quilômetros da praia de Guaratuba. Como não é nada fácil encontrar tubarões em um mergulho, principalmente no litoral sul do Brasil (devido à baixíssima visibilidade), o Robin viu os animais e não pensou duas vezes em fotografá-los. Ele mandou as fotos para mim e imediatamente notei algo estranho. Não hesitei e conversei rapidamente com mais alguns colegas de trabalho e... BINGO!!! Aqueles tubarões não eram nativos do Brasil, mas sim do Indo-Pacífico!!! Trava-se de três indivíduos da espécie galha-branca-de-recife, *Triaenodon obesus*. Esses tubarões são comumente vistos quando estão descansando no fundo de areia ou dentro dos recifes nos mergulhos das águas cristalinas onde habitam. Mas e aí, como esses animais foram parar ali? Montamos um grupo no *WhastApp* e ficamos confabulando sobre a situação.



Tubarão-galha-branca-de-recife. Crédito: Creative Commons

O meu primeiro *insight* foi que esses animais vinham do comércio ilegal, para algum aquário doméstico ou algo parecido. Apesar de existir regulamentação para exposição de animais em aquários, muitos outros, principalmente os domésticos, operam de forma ilegal. Sei que isso pode parecer meio “impossível” para um tubarão, mas essa espécie é muito utilizada em aquários do mundo inteiro e consegue sobreviver por um bom tempo dentro de um tanque d’água pequeno. Não seria nada impossível para algum “endinheirado” ter encomendado esses animais e, por algum descuido ou

fiscalização, teriam sido soltos no mar. Ainda mais com o surgimento das notícias sobre o comércio ilegal de animais silvestres exóticos no Brasil. Pessoas poderosas tem o costume de montar um tipo de zoológico dentro de casa, com todo tipo de bicho possível.

A princípio a hipótese estava praticamente respondida. Mas a dinâmica da ciência nos forçou na busca de novas ideias e possibilidades. Foi aí que surgiu uma nova ideia (ou dúvida) de que esses animais poderiam ter vindo naturalmente pelas correntes marinhas. Eita, com assim? Pois é. Alguns estudos mostraram que o tubarão-galha-branca-de-recife pode apresentar comportamento migratório de longas distâncias, similar a outros peixes menores de ambientes recifais. Então, seria possível considerar que esses tubarões poderiam ter se dispersado a partir do Índico, chegando ao sul da África. Explicando melhor, esses animais poderiam ter seguido as águas quentes da Corrente das Agulhas, no Oceano Índico, alcançando a Corrente de Benguela e depois a Corrente Equatorial do Oceano Atlântico. Senhor amado... Parece um caminho impossível, mas a Corrente das Agulhas já foi apontada como uma rota de migração para muitas outras espécies marinhas.

Bem. Independente de qual foi o meio ou motivo de aparecimento desses tubarões em um local tão distante do seu habitat natural, precisamos ficar de olho nesses casos. A

fiscalização precisa ser intensa para evitar que esses animais sejam comercializados e, muito menos, soltos em ambientes que não pertencem a eles. A invasão por espécies não-nativas é apontada com uma das piores ameaças à biodiversidade. Como diria o grande jornalista brasileiro Cid Moreira: *Estamos de olho!*

## **O *CSI* da alimentação dos tubarões**

***por Hugo Bornatowski***

Para quem já assistiu algum episódio do *CSI*, famosa série da TV, já viu as investigações de um grupo de cientistas forenses para desvendar mortes em circunstâncias misteriosas, pouco comuns e algumas aparentemente impossíveis de se resolver. Agora, você sabia que para nós descobrirmos o que alguns animais comem é preciso “mergulhar” num sistema de investigação profunda? Pois é, um dos métodos mais conhecidos e usados no mundo inteiro para entender a alimentação dos peixes é através de análises de conteúdo estomacal. Geralmente, o acesso ao estômago ocorre quando o animal já está morto, os quais muitas vezes acabam vindos da pesca. Esse tipo de estudo é um aproveitamento dos dados de um animal que já foi morto. Hoje em dia existem outras formas não-letais para entender a ecologia alimentar dos animais, mas os estudos com conteúdo estomacal continuam sendo extremamente úteis e de baixíssimo custo.

Voltando para a questão da investigação... o estômago é retirado do animal, conservado em álcool (ou congelado) para depois ser analisado. Abrir um estômago é um processo assustador no primeiro momento. Você olha uma maçaroca de

material digerido e pensa “*como vou fazer para entender o que esse bicho comeu?*”. Depois dessa primeira impressão, você começa a lavar o conteúdo estomacal, usa uma peneirinha para auxiliar, e então começam a aparecer estruturas “comuns”: um osso aqui, uma escama ali, um pedaço de qualquer coisa lá... São raras exceções quando você abre o estômago e se depara com os itens inteirinhos, fáceis de distinguir. Mas é como eu disse, é um processo de investigação. Muitas partes dos animais consumidos são particulares dos seus donos. Por exemplo, as mandíbulas das lulas e polvos, também chamadas de “bico”, são estruturas únicas. Encontrar um simples bico de lula dentro de um estômago muitas vezes é suficiente para chegar ao nível da espécie. Lógico, sempre precisamos da ajuda dos grandes especialistas das áreas para nos ajudar.



Restos de peixes tirados de um estômago de tubarão-tigre. Crédito: O próprio autor

Quando fiz estágio no laboratório do Dr. Paulo Schwingel, na UNIVALI, tive o prazer de abrir alguns estômagos de tubarão-azul, anequim, martelo e de tubarão-raposa. Encontrei baiacus-de-espinho, pedaços de peixe-espada, várias mandíbulas de lulas... Foi meu primeiro acesso a estômagos de animais de grande porte. Até então eu só tinha trabalhado com animais menores. Mas foi aí dois estômagos chamaram muito a minha atenção. Um deles, de um tubarão-azul *Prionace glauca*, tinha uma estrutura óssea da parte pélvica de um mamífero. Assustei-me em um primeiro



momento, mas com a ajuda do Dr. André Barreto, especialista em mamíferos marinhos, chegamos a conclusão de ser de um Otariídeo (grupo das focas e leões-marinho). Achei o máximo! Pô, até então eu só tinha visto pedaços de invertebrados e peixes. Achar um pedaço de osso de mamífero foi super legal!

Mas minha experiência não acaba aí não. Em um dos tambores de 100 litros tinha um estômago de um tubarão-anequim de 4 m de comprimento separado, mergulhado em formalina. Era gigante, ocupava o tambor inteiro, então deixei por último. Sabia que ali dentro teria algo muito interessante. Precisei de ajuda para abrir aquele “monstro” estômago. Quando abrimos, vimos imediatamente várias partes de um animal escuro. Separei parte por parte e posicionei todas no chão, tipo um quebra-cabeça. Tínhamos ali, todas as partes de um corpo de um golfinho-nariz-de-garrafa *Tursiops truncatus* de 15 kg. Era um jovem golfinho ainda, mas grande o suficiente para ser consumido inteiro por um tubarão-anequim gigante de 4 metros! Uau, que registro lindo!

Muitos animais não permitem o acesso a observações *in loco* de vários aspectos biológicos. Então, o processo de investigação precisa ser feito. Saber o que animal come, independente do método, é uma pequena peça de um quebra-cabeça para entender todo mecanismo de fluxo energético dentro de um ecossistema. Saber como todos os animais estão relacionados e como estão interagindo, seja como

presa/predador ou como elementos da pesca, é um passo gigantesco para compreender a dinâmica das interações. Dessa forma, um simples trabalho de alimentação pode permitir que análises mais complexas sejam feitas. Os meus primeiros trabalhos com alimentação de peixes eram super modestos e simplistas. Mas graças a eles, e dos demais colegas, hoje eu consigo elaborar estudos mais complexos e dinâmicos que podem servir para ajudar na conservação das espécies.

## Quem tem medo de tubarão?

***por Hugo Bornatowski***

Era um dia normal de verão na praia de Ipanema, um balneário localizado no pequenino litoral do Paraná. O dia estava quente e o mar liso, totalmente *flat* (sem ondas). Eu tinha meus... sei lá, 14 anos de idade (sim, já faz tempo!), e junto com mais quatro amigos resolvemos pegar as nossas pranchas de surfe e remar para dentro do mar. “*Já que não tem onda, vamos nos divertir de outra forma*”. Mas olha, fomos longe hein! Remamos bem pra dentro, já que a condição do mar estava propícia. Chegando até certo ponto, brincamos, rimos bastante, até a hora que um de nossos colegas apontou para o lado e disse “*olha um tubarão!*”. Eu duvidei, tirei sarro, mas quando eu olho para o lado eis que vejo a dita cuja barbatana, do tamanho de uma mão adulta, deslizando na superfície d’água. Acho que nunca se viu cinco pessoas saírem tão rápido do mar como naquele dia (hehehe...).

Anos se passaram, eu me formei em Biologia e resolvi me especializar em tubarões e raias. Esses animais sempre me fascinaram. Desde os meus cinco anos de idade tive contato com pequenos tubarões que chegavam à praia através das pescarias em Santa Catarina. Eu ficava de prontidão esperando

o arrastão de praia terminar para ver os peixes que vinham e, certamente, os tubarões. Eu lembro que a quantidade de tubarões que eram pescados naquela época era muito expressiva, muito maior que nos dias de hoje. E esse primeiro contato me fez se apaixonar por esses animais até alcançar o desejo de poder estudá-los. Durante esse tempo todo, inúmeras vezes eu escutei a palavra “*TUBARÃO!!!*” na televisão, mas nunca na sua forma positiva. Sempre relacionado a algum ataque ou ao medo. Um medo que até uma simples piscina de água doce pode gerar. Por esse motivo, e também devido a minha reação quando avistei um tubarão na água, me levou a seguinte pergunta: *Por que temos tanto medo de tubarão?*



Grande-tubarão-branco. Crédito: Creative Commons (Elias Levy)

A resposta para este tipo de pergunta talvez seja muito mais complexa do que imaginamos. Primeiro porque quando se trata de nome “tubarão”, a imagem do *Ser Marinho* com centenas de dentes na boca logo vem na nossa cabeça. Talvez por consequência do filme “*Jaws*”, de 1975, dirigido por Steven Spielberg. Mas, do ponto de vista psicológico, o medo dos tubarões pode estar ligado em como o cérebro processa tal informação. Os seres humanos tendem a responder primeiro com sentimentos e depois agem com o pensamento. Explicando melhor, os humanos consideram apenas o perigo que os tubarões apresentam, sem considerar o real risco que eles realmente apresentam. Se entrarmos mais fundo nesse assunto, o aspecto psicológico por trás do medo de animais é, possivelmente, herdado dos nossos ancestrais. Os primatas atuais, por exemplo, possuem estruturas do cérebro que estão envolvidas na vigilância, no medo, no aprendizado e na memória associada ao medo de predadores. Então, o pânico e a ansiedade podem ter desempenhado um papel muito importante na sobrevivência do nosso grupo – os Primatas. As interações com predadores perigosos constituíram uma pressão significativa que modelou nossa evolução. Nossos ancestrais interagiram com predadores terrestres para comer as mesmas presas e também para aproveitar de carcaças nos mesmos locais onde carnívoros felinos habitavam. Acredita-se que os

carnívoros noturnos tenham desempenhado um papel muito importante na evolução humana, impulsionando a necessidade de abrigo noturno e do controle do fogo, além do medo inato da escuridão. Mas será que podemos aplicar o mesmo para os tubarões?

Bem, primeiro precisamos pensar que as interações entre humanos e tubarões não ocorrem da mesma forma que com animais terrestres. Tubarões e humanos não compartilham o mesmo ambiente. O misterioso ambiente aquático, conjugado com a natureza oculta dos tubarões e demais animais marinhos (que nadam abaixo da superfície d'água e não podemos ver), acaba despertando um sentimento de “medo” e atenção para nossa sobrevivência. Provavelmente nós não conseguimos moldar o nosso design dos mecanismos psicológicos para fazer inferências sobre os tubarões, assim como fizemos para os demais predadores terrestres. Outro fator que não pode ser ignorado é o nível de empatia que temos por vários grupos de animais. Alguns estudos já mostraram que humanos tem muito mais empatia por animais evolutivamente próximos a eles (outros mamíferos, por exemplo). Leões, tigres, ursos, apesar de serem animais potencialmente perigosos, possuem filhotes fofos, peludos e de olhos grandes, e são usados como brinquedos de crianças. Em um estudo de classificação dos animais mais carismáticos, dos 20 principais animais apenas dois não foram mamíferos: crocodilos e

tubarões. O curioso foi que tubarões não foram carismáticos pela sua aparência, mas sim por que são assustadores.

Apesar de existir uma baixíssima chance de encontrar com um tubarão, a ocorrência de um simples ataque com humano é suficiente para atrair a atenção do público e atitudes do governo são severamente cobradas (como por exemplo, o abate destes animais). O medo e a percepção errônea que tubarões são “matadores de humanos” podem levar a superestimar o risco de ser atacado em qualquer ambiente aquático através de eventos raros ou até nulos. Isso, involuntariamente, pode conduzir a uma aceitação de medidas de caça e pesca de tubarões, desconsiderando que esse grupo é considerado como um dos mais ameaçados do planeta Terra.

## **O errado que deu muito certo no filme “Tubarão”**

***por Hugo Bornatowski***

Talvez um dos filmes mais emblemáticos quando se trata de predador é o “Tubarão – *Jaws*”, dirigido por Steven Spielberg. Mesmo sendo um filme de 1975, a produção dele é muito original e “bem feita”, até mesmo se comparada com os filmes da atualidade que contam com uma sequência de efeitos especiais não muito bem sucedidos. Mas você que assistiu ao filme, se impressionou e gostou, sabia que deu tudo errado na sua produção? Pois é. Absolutamente TUDO que podia dar errado na produção deu. Mesmo assim o filme redefiniu o gênero de suspense e virou o primeiro “*blockbuster*” da história.





Imagem de capa do filme *Jaws*. Crédito: Creative Commons

Para começar, três modelos de tubarão mecatrônicos foram criados, perfeitos aos olhos de quem via. Mas, quando foram mergulhados na água salgada, nenhum funcionou direito e um afundou totalmente. Até o barco “ORCA” afundou em um dia de filmagens, levando todo o equipamento de filmagem pra dentro d’água. O único tubarão mecânico meia boca funcionava quando queria. Lógico que a produção estourou o prazo e grana. Já pensou no desespero do diretor e produtor? Mas foi aí que veio a grande sacada da genialidade do mestre Spielberg,

que procurou uma forma criativa de mostrar o tubarão SEM MOSTRAR O TUBARÃO!!! Como assim? Ué, você já se deu conta que os longos primeiros minutos do filme ninguém vê tubarão? Só escutamos a famosa música de duas notas (tã, dam, tã, dam, tão, dam...), as sombras e silhuetas do Grande Tubarão. O que era para ser um filme de tubarão explícito virou uma obra prima do suspense, comparada até as obras do mestre Hitchcock.

Se o Tubarão não tivesse dado tão errado, talvez não acabaria dando tão certo! Spielberg se tornou um dos maiores e mais premiados produtores e cineastas do mundo. No fim, quem se deu pior foram os tubarões. O filme foi um dos responsáveis por espalhar o medo e a fama de assassino terrível em um animal que raramente ataca o ser humano.

## **Cação-anjo – Tubarões ou realmente anjos?**

***por Ingrid Vasconcellos Bunholi***

“Você sabia que cação é o nome popular que a maioria dos tubarões e raias recebe na sua comercialização?” Foi exatamente essa pergunta que me trouxe até aqui hoje. Assim como o “eu” de seis anos atrás, muitas pessoas ainda desconhecem essa informação e consomem frequentemente carne de tubarão devido ao valor acessível, o que acaba incentivando a pesca excessiva e ameaçando diversas espécies no Brasil. Minha história no mundo dos tubarões começou exatamente aí, quando eu ainda estava no segundo ano do curso de Bacharel em Ciências do Mar, na Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, durante a disciplina eletiva de Genética Pesqueira e Conservação, que é ministrada pelo Prof. Dr. Fernando Mendonça, um dos pioneiros na genética da conservação de tubarões e raias no Brasil. A primeira aula bastou para que eu abandonasse minha iniciação científica em ecotoxicologia e fosse me aventurar na genética em prol da conservação das espécies de tubarões e raias ameaçadas.

A partir disso, dei início a minha nova iniciação científica sob orientação do Prof. Dr. Fernando Mendonça, a

princípio apenas auxiliando projetos de seus alunos de doutorado, pois eu tinha muito o que aprender sobre biologia molecular, que é bem pouco abordada no meu curso de graduação. Com os desafios, o sentimento de frustração veio à tona, principalmente após horas dentro do laboratório apenas manuseando tubinhos de 1,5 ml, pois, para a genética da conservação, apenas 20 mg de tubarão é o suficiente. No entanto, o fim dessa frustração ocorreu quando eu, de fato, entendi a dimensão do que eu estava fazendo ali. A minha paixão pela genética da conservação nasceu junto com a minha segunda iniciação científica no mesmo laboratório, que se tornou meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e rendeu também minha primeira publicação científica, base para muito do que tenho conquistado até agora.

Esse despertar ocorreu com um projeto que teve como amostragem carcaças de tubarões obtidas de barcos de pesca industriais de arrasto de fundo ao longo da costa de São Paulo, que eram declaradas por pescadores apenas como “cação” ou “anjos”, dando indícios de que aqueles indivíduos coletados seriam espécies de cação-anjo, um grupo de tubarões criticamente ameaçado de extinção no Brasil e protegido de captura e comercialização pela Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 445, de 17 de dezembro de 2014. Foi nesse momento que eu comecei entender a importância da genética da conservação como ferramenta de proteção ambiental, pois

sem as técnicas moleculares, era muito difícil identificar aqueles animais capturados a nível específico.

Com isso, iniciei meus trabalhos no laboratório para a identificação forense, baseada no método *DNA barcoding*, que consiste na identificação de espécies de vertebrados usando uma curta sequência genética referente ao gene Citocromo C Oxidase subunidade I (COI) e funciona semelhantemente ao modo como um supermercado distingue diferentes produtos usando o código de barras. Esse método foi muito eficiente em identificar a quais espécies pertenciam às carcaças amostradas devido à alta conservação em nível interespecífico do gene COI. Após analisadas, as sequências genéticas identificaram que, aproximadamente, 95% das carcaças pertenciam a duas espécies de cações-anjo criticamente ameaçados de extinção no Brasil, caracterizando o crime ambiental. E, para piorar, cinco das amostras coletadas como “cação” ou “anjo” eram, na verdade, referentes a uma raia-viola, endêmica e também criticamente ameaçada de extinção no Brasil, caracterizando fraude do pescado, outro potencial crime ambiental. Os resultados desse estudo demonstram a presença de captura e comercialização ilegal de tubarões e raias ameaçados de extinção no litoral paulista e evidenciam a necessidade de fiscalização e controle dos dados estatísticos pesqueiros, a fim de proteger, de fato, as espécies que por lei são proibidas de serem retiradas de seu habitat.



Cação-anjo. Apesar da semelhança com uma raia é um tubarão. As espécies de cação-anjo estão ameaçadas. Crédito: Creative Commons

Posso dizer que os resultados desse trabalho e, consequentemente, sua publicação, me deram gás pra continuar. Levou tempo e esforço até ver esses dados serem cientificamente divulgados. Na época em que o artigo foi publicado, eu já estava fazendo algo completamente diferente da vida, lembro-me exatamente do momento em que recebi a mensagem de um dos coautores, eu estava dentro do ônibus indo trabalhar na empresa de sustentabilidade em que fiz meu estágio em engenharia ambiental (minha segunda formação) e

comecei a chorar de alegria. Parece bobo, e realmente foi, mas eu estava muito feliz em saber que dois anos de trabalho poderiam ser úteis para a elaboração de ações regionais de conservação. A partir desse dia eu “joguei toda a papelada no chão” do meu atual trabalho e não voltei pra pegar. Eu finalmente tinha decidido voltar para minha origem e para a verdadeira carreira que eu queria seguir, apesar de muito dura no Brasil. Segui trabalhando com o grupo dos cações-anjo durante meu mestrado na Universidade Estadual Paulista – UNESP, porém, exclusivamente com a espécie de cação-anjo mais frequentemente capturada, com o intuito de descobrir padrões populacionais relacionados à distribuição geográfica, revelando estoques genéticos distintos ao longo da costa brasileira. Importantes resultados foram obtidos a partir dos dados genéticos e fomos capazes de diferenciar, ao menos, dois estoques diferentes entre o Brasil e Argentina, que devem ser considerados na elaboração de planos de conservação, visando garantir o potencial adaptativo e evolutivo de cada população. Embora a carreira científica fosse meu foco principal desde muito antes do início do meu curso de graduação, muitas dúvidas surgiram durante esse breve período. Muitas frustrações quando análises não funcionavam (às vezes eu achava que o DNA tinha vida própria) e autocobranças me fizeram repensar algumas vezes no “e se eu tivesse continuado na ecotoxicologia?”, “e se eu tivesse continuado na carreira de

engenheira?”, a insegurança vem para grande parte de nós. Para mim, o cação-anjo (ou apenas anjo como eu costumo apelidá-los) não possui esse nome apenas pelo seu formato corpóreo, eles realmente me salvaram quando eu estava perdida no meu caminho.



## É menino ou menina? O curioso caso de uma raia muito pequena

***por Jones Santander-Neto***

Na verdade, não tratamos as raias com essa nomenclatura para separar sexos. Isto é geralmente usado para os seres humanos, assim como diversos outros aspectos do meio natural. De qualquer forma, fazemos a diferenciação relativa a sexo sempre que realizamos uma pesquisa com estes organismos. No caso dos tubarões e raias, ou elasmobrânquios como gostamos de chamar, a diferença entre sexos, ou seja, entre macho e fêmea, é definida pela presença de órgãos copuladores nos machos. Isso mesmo, tal qual nós seres humanos, os machos de elasmobrânquios apresentam um órgão de cópula associado às nadadeiras pélvicas. Ficou confuso(a)? É isso mesmo. Os elasmobrânquios apresentam duas nadadeiras pélvicas e desta forma, os machos apresentam dois órgãos de cópula. Entre os elasmobrânquios este órgão tem alguns nomes difíceis como *mixopterígeo* ou *pterigopódio*, mas são comumente chamados de cláspers.

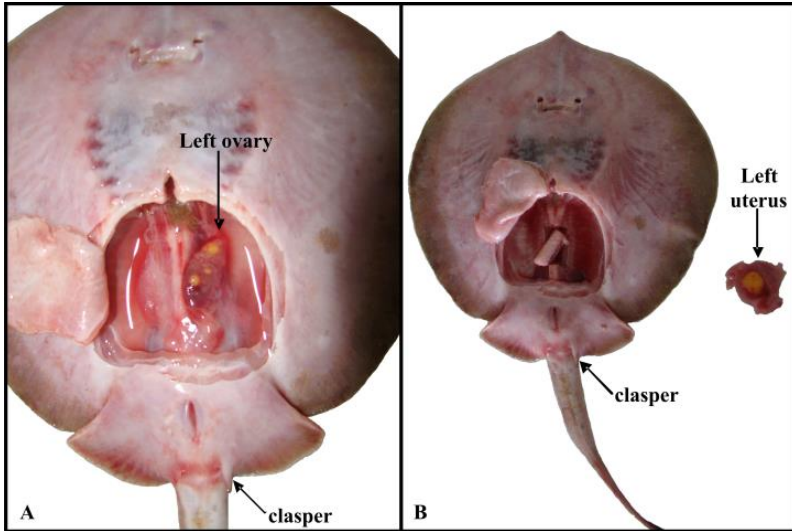
Agora que sabemos como identificar um macho de um elasmobrânquio (uma raia nesse caso), preciso te contar uma

descoberta com a qual me deparei. Antes de continuar, entendam que a natureza se revela de formas fantásticas e nem sempre o que parece, é.

Chegando em Pernambuco para fazer o mestrado, me informaram que era possível que uma pequena espécie de raia de ocorrência não registrada no estado, tinha sido observada em desembarques como fauna acompanhante da pesca de camarão. A espécie em questão nem apresenta nome popular no Brasil. O nome científico desta é *Urotrygon microphthalmum*. Muito pouco se conhecia acerca da biologia desta espécie e eu já comecei a pensar em tornar a espécie o objeto de estudo do meu doutorado onde eu queria estudar a sua biologia. No ano seguinte a minha chegada em Pernambuco, um ano antes de iniciar o doutorado, resolvi começar a coleta de exemplares para o estudo da dinâmica populacional da espécie.

Já no primeiro mês de coleta me deparei com um exemplar de macho que parecia apresentar uma anomalia. O indivíduo apresentava um dos cláspes bem rudimentar e o outro (lembra que são dois?) era quase vestigial. Fiquei bem intrigado e um colega me aconselhou que investigasse os órgãos internos para avaliar se anatomia anômala se estendia aos órgãos internos. Ao abrir a cavidade abdominal do indivíduo observei que, de fato, aquele exemplar não tinha aparelho reprodutor interno condizente com um macho, ou seja, com a

presença de testículo, epidídimo, vaso deferente, etc. Na verdade, para o meu espanto, internamente ele tinha ovário e útero, este último contendo um ovo, indicando estar, inclusive, no primeiro grau de gravidez.



Representação interna da raia hermafrodita. Crédito: O próprio autor.

Este indivíduo, apesar de externamente parecer um macho anômalo, se tratava de uma fêmea funcional devido os órgãos internos serem todos femininos. Desta forma, foi registrado a partir deste exemplar, o único caso de hermafroditismo na raia *Urotrygon microphthalmum*. E aí, vocês podem querer me fazer uma pergunta: Foram observados outros indivíduos como este? É comum acontecer casos de hermafroditismo nesta espécie? - Esta pescaria foi amostrada

mensalmente por mais dois anos e mesmo depois de mais de 360 indivíduos capturados, nenhum outro com estas características foi observado!

E assim, ficou uma lição: A natureza se revela das formas mais misteriosas e impressionantes, mas é preciso estar ativo e, acima de tudo, atento aos detalhes desta natureza tão diversa e encantadora.

## Tubarão “*fitness*”?

***por Jones Santander-Neto***

Os tubarões ocorrem numa ampla variedade de formas, tamanhos e características dentro de sua diversidade de cerca de 550 espécies ao redor do globo. Esta ampla variedade, contudo, parece não se traduzir numa dieta que pode variar do tradicional carnívoro ao, mais difícil de imaginar, herbívoro. Ou seja, de indivíduos que se alimentam de proteínas exclusivamente a indivíduos que se alimentem de vegetais, exclusivamente. Os tubarões são considerados essencialmente como sendo animais carnívoros.

*Ah, tá!? Mais isso eu já imaginava!*

Sim, isso se dá pelo fato dos tubarões terem dietas com altos níveis de proteína e consequente digestão destas proteínas através de enzimas digestivas capazes de degradá-la. Espécies onívoras ou herbívoras precisam de enzimas capazes de digerir alimentos com uma maior quantidade de células fibrosas e isso não é de se esperar.

Acontece que, uma espécie de tubarão-martelo (*Sphyrna tiburo*), com uma cabeça muito mais parecida com uma pá, que vive em regiões com substrato coberto de algas

marinhas, foram encontradas grandes quantidades destas algas em seus estômagos.

- *Mas peraí! Esta espécie é considerada como carnívora, não!?*

- *Sim, é!*

Isso provavelmente fez com que pesquisadores dos Estados Unidos pensassem: *É, acho que essa onda mais natureba e “fitness” está chegando aos tubarões também.* Foi aí que eles se dedicaram a tentar entender se eles estavam se alimentando desta forma devido à influência de alguma blogueira “fitness”, se estavam se alimentando delas por engano ou se estas algas estavam realmente servindo para nutrir esses tubarões.



Tubarão-martelo *Sphyrna tiburo*. Crédito: Creative Commons

Ao realizar experimentos com esta espécie e fazer diversas análises, eles concluíram que este tubarão-martelo apresentava uma alta taxa de digestão dessas algas devido a uma enzima especializada em degradar a celulose, que é um carboidrato abundante em vegetais. Foi então que eles sugeriram que esta espécie de tubarão seja caracterizada como onívora!

Pois então gente. Agora que vocês já sabem um pouco mais, não deixem que filmes estereotipem os tubarões, eles são muito mais do que esses corpinhos fusiformes altamente adaptados ao meio ambiente marinho do que vocês pressupõem!

# **Tubarão Matusalém**

***por Jones Santander-Neto***

Já ouviu falar de Matusalém? É o homem conhecido por ter a maior longevidade de toda a bíblia, tendo vivido 969 anos!!! Estudiosos ao longo do tempo apresentaram diversas explicações sobre a idade tão avançada. As explicações vão desde uma simples tradução incorreta, onde meses foram considerados anos, até um artifício para dar a impressão de que estes indivíduos se aproximavam de um Deus. Maaas... eu não vim aqui falar de religião. Na verdade, eu nem quero entrar no mérito da veracidade da idade do Matusalém, eu quero mesmo é falar sobre a idade dos tubarões.

Os tubarões, por ocuparem naturalmente topo das cadeias alimentares, ao longo da evolução (pensem aqui em milhões de anos atrás) se adaptaram no sentido de produzir poucos filhotes, maturar mais tardiamente, crescerem devagar e atingir altas longevidades. Isto não quer dizer que todo tubarão vai ficar muito velho, apenas quer dizer que, como grupo, em relação a outros organismos aquáticos como peixes ósseos e camarões, por exemplo, eles têm uma longevidade mais elevada. Devido à grande diversidade de tubarões, seja em suas formas, preferência de habitats, posição na cadeia trófica,



dentre outros, sua idade máxima pode variar de cerca de 5 anos para alguns pequenos tubarões costeiros até mais de 70 anos para espécies de grandes profundidades. Achou muito velho? Não!? Eu também não me impressionei muito. Esses mais velhos parecem muito com a nossa longevidade né?

Mas sabe aquela expressão: Devagar e sempre!?

Pois bem, uma espécie que habita os mares gelados do Atlântico Norte, chamado de tubarão da Groenlândia (*Somniosus microcephalus*), apresenta taxas de crescimento anual muito baixas para algumas fases do ciclo de vida. A região muito fria explica um metabolismo mais lento em relação a outras espécies, o que explica essa taxa de crescimento bem baixa. Contudo, essa espécie pode atingir mais de 5 metros de comprimento! Para um peixe que cresce até esta magnitude, a taxa de crescimento apresentada nos levaria a idades bastante avançadas, naturalmente. Como nós estamos falando de ciência e não de interpretações como na Bíblia, pesquisadores utilizaram algumas metodologias para estimar a idade destes tubarões.



Tubarão-da-Groenlândia. Crédito: Creative Commons

Foram analisados os núcleos das lentes dos olhos que são compostos por proteínas (compostos de carbono) cristalinas que são incorporadas durante o período pré-natal, ou seja, antes mesmo do indivíduo nascer. Fantástico né?! E fica mais interessante. Como eles usaram isso? A partir de meados de 1950 o radiocarbono de armas termonucleares foi assimilado pelo ambiente marinho gerando um “pulso de bomba” em estruturas baseadas em carbono. Ou seja, quase tudo. Quanto mais tempo sob esse ambiente mais essa assinatura do pulso de bomba será transferida maternamente para a prole. Dessa forma, eles detectaram que um tubarão de pouco mais de 200 cm apresentou esse pulso de bomba que

eles acreditam ser do início dos anos 60, indicando o nascimento deste nesse período. Considerando que os tubarões mais velhos crescem numa taxa menor que indivíduos jovens, eles estimaram uma longevidade máxima dos maiores indivíduos de até, incríveis, 512 anos!!!

Bom, eu não sei vocês, mas eu acredito muito mais na idade do Tubarão Matusalém do que na idade do Matusalém Bíblico.

## O mar ensina

*por Jorge Eduardo Kotas*

As minhas experiências no mar eu as levo ao longo da vida... Tudo começou com meu primeiro embarque em uma parelha que operava na costa do Rio Grande, lá pelos anos 80. Experiência insólita, pois foram 17 dias sem ver um chuveiro... de barra a barra! A sujeira é um fenômeno interessante... primeiro “coça”, mas depois você se acostuma... São nessas experiências que você entende o verdadeiro valor das pequenas “grandes” coisas em terra, como água quente e o conforto de uma cama “quentinha”, por mais simples que seja.

No mundo marinho você entra em outra dimensão, pois afinal das contas você necessariamente passará por uma adaptação “fisiológica” ao balanço do mar e à maresia, ou seja, poderá iniciar a sua viagem com uma suave brisa do mar no camarote, ou se o tempo já estiver para “lestada”, sentindo-se um “miserável” logo que o barco sai da boca da barra pra fora e levando “uma onda” na cara! Ali, meu amigo, são muitas as sensações... e não adianta se arrepender, pois o mestre não vai voltar por conta do seu enjoo. Para ajudar na iniciação, o cheiro da fritura na cozinha “em ação”, mesclado ao odor do diesel que sobe da casa de máquinas é único. Depois de passar pela fase de adaptação nos primeiros dias você começa gradativamente a

“curtir” deveras a viagem, pois afinal da contas o alimento e a água começam a ficar no seu estômago e percebes que a comida de bordo vai ficando apetitosa... Até o Tang de laranja vai descendo, junto com o Miojo Lamen da janta! Como tudo nesta vida tem seu preço, chega o grande momento do lance de pesca! Aí tudo começa a melhorar! Para quem nunca entendeu o verdadeiro sentido da biodiversidade faunística, a abertura do ensacador de uma rede de arrasto de fundo é o momento! Violas, cações-anjos, corvinas, pescadas, corcorocas, raias-emplastros, raias-sapo, enfim uma variedade incrível de organismos é despejada no convés... e dá-lhe correr com a planilha para identificar os peixes e fazer as anotações com o barco em movimento, faça sol, ou faça chuva. Nesse momento todo o cuidado é pouco, já que os cações mordem e muitas raias e bagres possuem esporões. Já levei uma vez uma “fiscada” de um esporão de bagre e quase perdi o meu tendão de Aquiles, por conta de uma tartaruga mordendo a minha bota...



A bordo com um tubarão-martelo pescado. Crédito: O próprio autor

A cada seis horas tínhamos uma virada de lance, tempo suficiente para descansarmos na “maloca”, que era o lugar onde ficavam os beliches localizados acima da casa de máquinas. Por conta disso, o meu regime de sono era interrompido na virada do lance, com maravilhoso ronco do motor principal que “despertava a gurizada” e que mantinha aquecido o ambiente nos dias mais frios. Depois de uns dez dias no mar você já se acostuma. E assim fomos com essa faina de bordo, dia após dia, lance após lance varrendo a costa do Rio Grande até o Albardão.

Ouvi muitas estórias engraçadas, outras nem tanto, mas enfim tive a grande oportunidade de conhecer de perto a grande riqueza faunística de tubarões e raias na plataforma sul do Brasil e que deve ser preservada como patrimônio natural da nação! Também vivenciei de perto a dura labuta do pescador nas intempéries do mar, e à custa de grande sacrifício para trazer o pescado à mesa do consumidor, trabalho este pouco remunerado, pelo risco que a profissão oferece.

## A desdentada

***por Jorge Eduardo Kotas***

Desde meus tempos de moleque, sempre me interessei pelo mar e suas criaturas misteriosas. Os meus primeiros contatos com os tubarões ocorreram lá pelos idos anos 70, quando passava as minhas férias escolares no litoral norte de São Paulo, acampado à beira mar. Que tempos aqueles! Naquela época sempre visitava com a minha família as peixarias de Ubatuba, onde eram comercializadas as carcaças de vários tubarões e raias para consumo local, mas ainda não tinha noção da diversidade de espécies que ali havia. Era uma época em que as capturas de elasmobrânquios eram fartas e as peixarias viviam repletas desses animais. Sempre gostava também de acompanhar a chegada dos pescadores nas praias, para verificar o que eles traziam nas redes, e de vez em quando, vinham capturas que me chamavam a atenção, como os tubarões martelo. Costumava também, ir à noite com o meu pai pescar no velho cais de Ubatuba o peixe-espada, *Trichiurus lepturus*, utilizando carretilha e uma boia luminosa. Quando tinha sorte, fígava alguns para o almoço do dia seguinte. Normalmente ali desembarcavam traineiras de sardinha e arrasteiros de camarão, mas certa vez um pequeno barco me



chamou a atenção... Era um espinheleiro que desembarcava enormes carcaças de tubarões, com comprimentos acima dos 2 metros e, por conta da minha curiosidade pela magnitude da descarga e do tamanho dos animais, fui conversar com os pescadores. Eles chamavam aquelas criaturas de “mangonas” e estavam retornando de uma pescaria na ilha da Vitória. Também percebi que traziam as cabeças dos animais para consumo da tripulação, pois segundo eles, era muito boa para fazer a tal da “moqueca” ... O que mais me chamava a atenção eram aqueles dentes salientes, que impunham respeito.

A conversa com os pescadores foi muito amistosa e acabei ganhando de presente uma dessas cabeças de tubarão-mangona, *Carcharias taurus*. Voltei para o acampamento todo feliz e disposto a retirar toda a carne da cabeça para assim, ter uma grande mandíbula de tubarão no meu quarto. Naquela época não tinha a mínima noção de como preparar uma mandíbula e apenas retirei a carne o máximo que eu pude, levando a peça em uma caixa de gelo para o interior de São Paulo. Na casa da minha mãe coloquei a mandíbula da mangona em uma panela com água para ferver e ver o resultado... Entretanto, com a fervura a mandíbula começou a soltar os dentes, e o cheiro de cartilagem impregnado pela casa deixou a minha mãe muito feliz... Acabei tirando a “desdentada” da panela antes que desmanchasse de vez, deixando a mesma secando ao sol no quintal de casa por um

bom tempo, para sair o mau cheiro, e com a cachorrada em volta, aguardando a oportunidade de experimentar “algo diferente”... Pode não ter sido a melhor das experiências, mas estava todo orgulhoso por ter aquela maravilhosa mandíbula “desdentada” de mangona no meu quarto, para observar e mostrar para os meus amigos!



Dentição do tubarão-mangona. Crédito: Isabella Simões

## Menos sempre é mais

***por Jorge L.S. Nunes***

A ciência exerce uma atração universal notória porque está sempre presente nas nossas vidas, mas também mostra distanciamento abissal por parecer inatingível na maioria das vezes que nos é apresentada. Diante destas contradições sobre a ciência é possível que haja pré-conceitos entre as suas inúmeras formas?

Quando você inicia sua vida acadêmica é certo que viverá muitas experiências, pois a universidade catalisa as novidades e opções por meio de incontáveis interações. Claro que você ainda não é um cientista, mas a cabeça está em ebulição produzindo muitas ideias e sem limite. Diante da ansiedade para experimentar a forma de fazer ciência é claro que você estará onipresente nos locais em que as descobertas científicas estão sendo apresentadas: palestras, seminários, congressos e por aí afora.

Você olha para o lado e parece acontecer o mesmo com seus colegas de turma. Pronto, o vírus da ciência está implantado e um dos seus primeiros sintomas parece observar a rotina dos professores nos laboratórios. Além disso, as atividades do campo também têm um chamariz que seduz pelo

fato de assistir processos ecológicos no seu ambiente natural e ao vivo. Sensacional! Será igual aos documentários da televisão? Durante muitos anos as imagens produzidas por Jacques Cousteau dominaram meus sonhos e agora estaria muito próximo de realizar meus sonhos!

Inicialmente o medo que antecipa os momentos de desafios tomou conta de mim. Parece que aquela explosão de perspectivas freou meus anseios. Vi meus colegas de turma conseguindo as oportunidades tão esperadas para começar a fazer ciência nos mais variados laboratórios e linhas de pesquisa. Congelei!

Revisei meus conceitos e atitudes em busca de algo que eu estivesse confortável para encarar e começar. O grupo escolhido foi o das bactérias e assim, passei a consumir tudo aquilo que abordava este assunto, como cursos, disciplinas, congressos, artigos científicos, rotina de laboratório e as longas conversas com os professores, que me deixavam ainda mais encantado.

Estava tudo indo muito bem até que surgiu um daqueles convites inesperados. Um grande amigo que iniciava um estudo de morfometria com tubarões me pediu que lhe ajudasse em uma das tarefas do seu trabalho de laboratório que acabara de ingressar. Após alguns dias, o mesmo amigo solicitou ajuda novamente e assim perdurou por mais algumas ocasiões. A parceria já era afinada pela amizade e pareceu render bem

neste trabalho de laboratório. Não demorou a surgir um convite de trabalhar juntos. No primeiro momento a ideia seria aplicar os testes de antibiograma\* em tubarões e descobrir a microbiota associada. Realmente parecia ser uma boa ideia, mas tive que aguardar mais alguns meses para começar o trabalho oficialmente porque a professora coordenadora do projeto e do laboratório estava em licença maternidade.

Enfim o momento aguardado chegou, mas a ideia inicial não prosperou e comecei estudar morfometria de raias. Como primeiro passo da cadeia de estudos que estava em vigor no laboratório iniciava com a morfometria a identificação das espécies que passaram a ficar sob minha responsabilidade também. A minha falta de atenção sempre destacada por professores no ensino básico estaria com os dias contados, pois a identificação de espécies não combina com esse tipo de deficiência porque a análise anatômica e morfológica dos exemplares deve ser extremamente meticulosa. Por outro lado, existem diferenças sutis entre as espécies que lembravam um jogo dos sete erros e às vezes o jogo elevava o nível de dificuldade. Neste caso é onde mora o perigo, por que a repetição que ao mesmo tempo garante a segurança, às vezes trai gerando cegueira.

Para evitar erros assim costumo adotar que estou vendo o animal pela primeira vez e analiso tudo do princípio, pois

como mencionei é possível passar algo grotesco pela vistoria mal feita.

Um caso interessante foi sobre a presença de uma nadadeira na cauda de uma raia que em tese não deveria ter. Lógico que tal característica foi notada por quem não estava acostumado. O que pensar diante disso? De fato, era algo inusitado em uma espécie conhecida, mas também digno de um registro científico por se tratar de uma malformação congênita na raia-borboleta (*Gymnura micrura*). Situações como essa se repetiram e continuarão a se repetir, como aconteceu com as duas espécies de tubarões conhecidas como gralha-preta, *Carcharhinus brevipinna* e *C. limbatus*, recentemente também passamos pela mesma situação para a resolução entre as espécies de raia-ticonha (*Rhinoptera bonasus* e *Rhinoptera brasiliensis*) e as raias-viola (*Pseudobatus percellens* e *Pseudobatos letiginosus*).



Raia-viola camuflada junto ao substrato. Crédito: Cláudio L. Sampaio

Esse começo arrebatador teve uma pausa quando outros assuntos também despertaram minha curiosidade. Literalmente fui movido a explorar novos mundos, com dimensões e relações ecológicas diferentes com a meiofauna durante o mestrado. Em seguida, as ferramentas de estudo morfométricos que me abriram as portas da ciência me mostravam não apenas o caminho para meu doutoramento, mas me levaram para um novo começo com os elasmobrânquios. Depois de muitos anos aproveitei os dados que estavam dentro da gaveta desde o período da minha

iniciação científica juntamente com novos pretendentes à cientistas, assim como eu na época da minha graduação. Este estudo não apenas gerou uma publicação sobre dimorfismo sexual em três espécies tubarões, mas foi uma grande celebração entre meus primeiros alunos interessados no assunto com a minha antiga orientadora, quase como um grande ritual de iniciação que permite a transmissão do conhecimento dos mais experientes para os mais novos.

Uma das questões de buscar estudos e grupos diferentes no meio a uma visão holística tem sido sustentada pelo desequilíbrio lógico entre a diversidade e o seu conhecimento. A região onde atualmente resido propicia infinitas formas de ver a natureza, bem como as várias formas de estudá-la. Assim, comecei a valorizar a diversidade local com um carinho maior, focando aquelas espécies que a priori estariam presentes apenas aqui e/ou que estivessem negligenciadas. Foi desta forma que nasceram alguns estudos sobre as espécies que possuem status populacional ameaçado de extinção e despertando o interesse da comunidade científica para as espécies de elasmobrânquios amazônicos.

Para pensar e fazer ciência nem sempre é necessário ter ideias e estruturas surreais, mas o pré-requisito é ter sempre boas histórias para contar e argumentos para desenvolvê-las, pois sempre que o essencial for o bastante, menos sempre será mais, pois “a simplicidade é a maior forma de sofisticação”.



## **Uma grande descoberta onde menos se esperava**

***por Leonardo Manir Feitosa***

Existe um imaginário inerente ao ser humano em conhecer o desconhecido. Isso atinge diferentes escalas, indo desde o invisível, passando pelo microscópio até o espaço sideral com seus astros, planetas e estrelas gigantescas. Porém, convido o leitor a lembrar o que ele (a) sente entrar em um corpo d'água barrento, seja um lago, rio ou mar. Eu, pelo menos, tenho uma sensação de certa angústia e ao mesmo tempo fascínio, querendo saber o que tem ali embaixo. Bom, ao longo da costa amazônica brasileira, é assim o ano todo, tanto na maioria dos rios como na maior parte das praias.

Embora algumas pessoas, eu incluso, considerem os mares azulados e cristalinos lugares muito bonitos, existe uma beleza muito grande no desconhecido (que está fora do alcance dos nossos olhos embaixo d'água), mas plenamente conhecido por quem trabalha pescando. O litoral amazônico é uma das regiões mais produtivas em termos de pescados do Brasil. Provavelmente, você já comeu algum peixe, camarão ou lagosta vindo dessa área e nem sabia. Isso decorre tanto de grandes

estoques dos mais variados peixes, como da existência de uma grande comunidade pesqueira.

Dentre todos esses peixes, um deles tem um grande destaque pela forma do seu corpo. É o “peixe-serra” ou “espadarte”, uma espécie de raia que chega a atingir até 7 metros de comprimento e que adora as águas barrentas das bocas dos rios na costa Norte do Brasil. O mais marcante desse animal é o seu “nariz” (rosto para os mais íntimos), que é bastante alongado em forma de serrote com vários dentes pontudos expostos nas laterais do nariz. Bom, exatamente por causa desses dentes, esses animais são muito suscetíveis às pescarias de rede, dominantes na região onde são mais abundantes no Brasil – a costa amazônica.

Pensando nisso, pesquisadores maranhenses resolveram descobrir registros históricos do espadarte no estado do Maranhão. Mas, como fazer isso sem poder mergulhar e sem dinheiro para pescar? Conversando com os moradores mais ilustres dos mares: os pescadores. Os pesquisadores entrevistaram pescadores antigos em um dos principais municípios voltados à pesca no Maranhão, perguntando sobre registros recentes de animais e por estimativas de comprimento de cada indivíduo. Também usaram de registros publicados em eventos acadêmicos ou em revistas científicas, bem como foram atrás dos narizes (também

chamados de “katanas” em referência às espadas japonesas) expostos em locais no interior maranhense.



“Peixe-espada” *Pristis pristis* Crédito: Creative Commons

Como muitas vezes acontece durante o fazer ciência, o que descobriram foi muito maior do que o esperado! Os pesquisadores descobriram que havia muitos mais registros recentes do que o esperado, inclusive com a existência de várias “katanas” de indivíduos recém-nascidos em regiões predominantemente de água doce como a bacia do Rio Pindaré-Mearim. No total, foram encontrados 23 registros dessa espécie entre 1984 e 2016 para o litoral maranhense, com

indivíduos desde 80 cm de comprimento até 7 metros! Além disso, vários desses registros foram de indivíduos recém-nascidos ou jovens na bacia do Pindaré-Mearim, o que sugere a possível existência de uma região de berçário para essa espécie.

Apesar da sua distribuição global, o espadarte é uma espécie de grande porte, com crescimento bastante lento e poucos filhotes por ano, o que acarreta em uma alta suscetibilidade à pesca. Devido a isso, é uma das espécies de peixes mais ameaçadas do mundo. Foi entrevistando pescadores que agora sabemos que a região do litoral maranhense é a principal área para a conservação dos espadartes no Brasil, e uma das principais do mundo! Desde então, vários outros registros foram descobertos, mas essa história fica para a próxima. Portanto, fica a lição: não é porque não vemos que não tem nada lá!

# Mergulhando com o grande tubarão-branco

*por Marcelo Szpilman*

Para nós pesquisadores e divulgadores de ciência, acredito não haver melhor forma de aprimorar o reconhecimento visual das espécies de tubarão, desmitificar sua imagem deturpada e observar seu comportamento natural do que mergulhar com esses seres fantásticos. Não há experiência mais gratificante para quem trabalha com tubarões do que estar no mesmo ambiente desses belos e incríveis predadores.

Não foi por outra razão que, a partir de 2005, passei a mergulhar com diversas espécies de tubarão ao redor do mundo. Tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) e galha-preta (*Carcharhinus limbatus*) na África do Sul, cabeça-chata (*Carcharhinus leucas*) em Moçambique, galha-prateada (*Carcharhinus albimarginatus*) e tubarão-das-Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) nas ilhas Revillagigedo, galha-branca-de-recife (*Triaenodon obesus*), lombo-preto (*Carcharhinus falciformis*) e tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*) nas ilhas Galápagos. Mas faltava o grande tubarão-branco (*Carcharodon carcharias*) para completar a lista dos

considerados “mais perigosos” - cabeça-chata, tubarão-tigre e tubarão-branco.

Em dezembro de 2010 surgiu a oportunidade de uma expedição à ilha de Guadalupe. Partimos para San Diego, cidade localizada na costa oeste dos Estados Unidos, próximo à fronteira com o México, onde tem início a *Great White Shark Expedition*.

Éramos 20 mergulhadores, sendo 15 brasileiros e 5 americanos (equipe da *National Geographic Channel*). No grupo, estavam três amigos: Gabriel Ganme, especialista em mergulho com tubarões, Marcelo Krause, um dos melhores fotógrafos submarinos do país, e Lawrence Wahba, famoso cinegrafista da vida selvagem. De San Diego, descemos de ônibus até Ensenada, no México, de onde sai o barco da operação de mergulho em direção à ilha de Guadalupe - ilha vulcânica distante 241 km da costa do México (quase 24 horas de navegação).

Existem três pontos no mundo onde é possível mergulhar com os grandes tubarões-brancos, com bom grau de certeza de encontrá-los. No sul da Austrália, na África do Sul (Cidade do Cabo) e na ilha de Guadalupe, no Pacífico. O que os três pontos têm em comum? Águas frias e grandes colônias de pinípedes - grupo dos mamíferos marinhos que abrange os leões-marinhos, lobos-marinhos e elefantes-marinhos. Ou seja, uma farta e gordurosa despensa para os tubarões-brancos.

A ilha de Guadalupe, que serve de berçário para três populações específicas de pinípedes - o lobo-marinho-de-Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), o elefante-marinho-boreal (*Mirounga angustirostris*) e o leão-marinho-da-Califórnia (*Zalophus californianus*), é considerada, por suas águas claras e população de tubarões com comportamento mais calmo, o melhor dos três pontos citados para observação dos grandes brancos.

Ancoramos na ilha de Guadalupe às 7 horas da manhã e pouco depois já estávamos na reunião de mergulho no grande salão do barco para receber as orientações operacionais e de segurança. Os vinte mergulhadores foram divididos em dois grupos de rodízio e cada grupo distribuído nas três gaiolas. Duas posicionadas na popa da embarcação com a parte superior na superfície da água, para acomodar três mergulhadores em cada, e a terceira disposta na lateral, a quinze metros de profundidade, com capacidade para até quatro mergulhadores.

Eu estava no primeiro grupo e, logo após o *briefing* nos equipamos, fomos para as gaiolas, já colocadas na água transparente. Passada quase meia hora, surgiu o primeiro tubarão-branco. Uma grande fêmea, ainda tímida, demorou a se aproximar, mas acabou passando em frente às gaiolas para alegria de todos. Com uma hora de mergulho, uma plaqueta com os dizeres “UP” avisa que é preciso sair da gaiola para dar

a vez ao outro grupo. Você sai, e pode ir ao banheiro, comer e beber algo, e uma hora depois volta com a troca do grupo. E vai assim, trocando de hora em hora, até o final do dia com o sol se pondo.

O segundo e o terceiro mergulhos daquele dia foram ainda melhores, com dois tubarões desfilando para a plateia extasiada. Como disse, já mergulhei com diversas espécies de tubarões e cansei de assistir os documentários com os grandes tubarões-brancos, porém vê-los ao vivo, com seu majestoso porte, se aproximando de você, com a composição visual do famoso triângulo formado pelas peitorais e pela dorsal, é impagável. O jeito imponente e calmo com que cruzam as águas azuis ao lado das gaiolas, o que permite ótimas fotos e filmagens, transmite uma clara sensação de que eles têm plena consciência de que são os reis do pedaço.

Ao longo do dia, foram três fêmeas e um macho desfilando seus enormes corpos, de quatro a cinco metros de comprimento. Foi um dia produtivo, cansativo e frio, mas extremamente gratificante. À noite, no jantar, a euforia e excitação eram o prato principal.

No segundo dia foram avistados seis indivíduos diferentes, sendo dois machos e quatro fêmeas. Uma delas enorme, com mais de cinco metros. Em alguns momentos, podíamos ver até três animais ao mesmo tempo nas águas à nossa frente. O tubarão-branco é um predador habilidoso e



furtivo, que caça com ritual e propósito. Normalmente solitários, podem juntar-se em breves agregações quando há fonte de alimento - no caso, os atuns jogados na água para atraí-los. Nessas ocasiões, estabelecem uma ordem hierárquica de alimentação na qual o tamanho determina a vez e os maiores comem primeiro.

Nesse dia tivemos a sorte de poder ver e acompanhar *in loco* o procedimento usual do leão-marinho quando está retornando de sua pescaria ao largo da ilha e percebe a presença do tubarão-branco. Ele fica com a cabeça dentro da água observando onde estão os tubarões e, quando um deles se aproxima, o leão-marinho, como se quisesse provocar, fica nadando ao redor do tubarão, a poucos metros de distância. Na verdade, ele está demonstrando ao predador que ele já foi percebido. Assim, o tubarão-branco, que é um especialista no ataque de emboscada e sabe que não consegue pegar a presa sem a surpresa a seu favor, desiste de tentar um ataque.

É interessante mencionar que quando alguns mergulhadores resolveram sair da gaiola, para ter novos ângulos de filmagem, os tubarões-brancos sumiram. E desapareceram por que passaram a não mais se sentir confortáveis naquela situação. Ou seja, sentiram medo e deixaram a área. E isso acontece, como ocorre nos safaris fotográficos na África, por que o animal vê a gaiola e os mergulhadores como uma coisa só, da qual já está acostumado

e que não lhes representa ameaça. Mas basta que um mergulhador saia e se destaque para que o grande branco se sinta intimidado. Mais um fato que desmitifica a imagem do tubarão-branco como a fera assassina dos mares.

Outra observação relevante foi ver que os brancos da área, já acostumados à mecânica da operação de mergulho - oferta de pedaços de atum jogados na água para atraí-los, não apresentavam o usual “fechamento dos olhos” na mordida para alimentação. Espécies de algumas ordens de tubarões possuem um tipo de pálpebra, chamada membrana nictitante, que é estendida por cima do olho. Esse não é o caso do tubarão-branco, pois ele vira as órbitas por dentro de uma membrana escura que cobre o olho. Esse mecanismo tem a função de dar proteção aos olhos do tubarão no estágio final do ataque a uma presa, por sua potencial contrarreação.



Tubarão-branco visto de dentro de uma gaiola. Crédito: Creative Commons

No terceiro dia tivemos vários indivíduos alternando suas aproximações das gaiolas. No entanto, o ponto alto aconteceu por volta do meio-dia, quando três machos disputavam a área. Dois deles tiveram o típico comportamento (*display*) de nadar em paralelo na mesma direção, mantendo uma distância segura e medindo-se mutuamente - ao avaliarem-se, comparando seus tamanhos, rapidamente decidem quem é o maior e quem, por isso, tem a dominância. Evitam, assim, uma confrontação que envolveria riscos mútuos de lesões que poderiam reduzir sua capacidade futura para caçar as ágeis presas que compõem sua dieta básica.

Tornou-se muito comum os tubarões darem uma passada pelas gaiolas e sumirem no azul, mas no quarto e último dia um dos machos, com cerca de quatro metros e meio, decidiu dar um show a parte e ficou desfilando seu corpanzil por pelo menos três longos minutos em frente às duas gaiolas da popa. Eu, que estava em uma delas com uma pequena máquina digital, fiz um filme com 2'45" sem cortes. O animal parecia que estava gostando de ser filmado. Passava de um lado para o outro e, quando se virava, passava muito perto das gaiolas.

E a cada passada, eu, com boa parte do corpo para fora da gaiola, teimava em aproximar ao máximo a câmera do majestoso animal. No final do desfile, o tubarão-branco partiu para cima do atum amarrado como isca, que ao ser puxado pelo pessoal na embarcação, o pôs em rota de colisão com a gaiola onde estava eu, filmando tudo meio hipnotizado. Quando vi o tubarão crescer na telinha de LCD da câmera só tive tempo de voltar para dentro da gaiola e ver o bicho desviando de mim e batendo sua nadadeira caudal na parte superior da gaiola. Com a adrenalina pulsando, ouvi então, dentro d'água, alguns Uuuuuuu! E não é mentira de mergulhador não, foi tudo gravado por outro mergulhador que estava na gaiola ao lado.

Ao final do dia, a âncora e as gaiolas foram recolhidas e partimos de volta à Ensenada com gostinho de quero mais. Como o mergulho com os tubarões-tigres na África do Sul, o

mergulho com os grandes brancos na ilha de Guadalupe é uma daquelas coisas que se deve fazer pelo menos uma vez na vida. Eu fiz.

## **O tubarão de duas cabeças e as duas cabeças**

***por Marcelo Vianna***

Confesso que a paternidade mudou muito a minha forma de ver e levar a vida. Tornei-me menos impetuoso, mais reflexivo, tolerante e pensando sempre a médio e longo prazo. O nascimento do meu casal de filhos, em um intervalo de tempo de dois anos, me fez repensar muita coisa. É uma tremenda responsabilidade criar essas coisinhas. Na época morava em Ubatuba (SP), passei uma temporada em Rio Grande (RS), depois Santos (SP) e retornei ao Rio de Janeiro (RJ). Brinco que os meus filhos tem mais horas de mar que muito pesquisador que conheço. Acredito que o que todos os pais querem é que seus filhos sejam pessoas legais, com consciência ambiental e social. No fundo sempre pensamos na continuidade das nossas pesquisas e imaginamos publicar juntos com filhos. Algo como Vianna, Vianna & Vianna.

Como cientistas, inevitavelmente levamos trabalho para casa e sempre foi muito legal ter a companhia das crianças nesse momento. Como professor, acredito que a vivencia do manuseio do material é a melhor forma de aprendizado e desde muito pequenos eles compartilhavam comigo alguns desses

momentos. Seja no processamento do material de pesquisa, seja no processamento dos peixes que já haviam sido trabalhados e que agora poderiam ir pra panela. Para eles era uma brincadeira divertida ajudar a eviscerar o estranho peixe-sapo, *Lophius gastrophysus*. Acreditava que essa convivência com o diferente ia ajudar a torná-los mais curiosos e respeitosos com a diversidade. Sempre me preocupei com aquelas duas cabecinhas.

Em 2007 eu recebi um embrião de tubarão-azul, *Prionace glauca*, com duas cabeças. Seria o primeiro registro de bicefalia para a espécie na nossa região. Na mesma hora eu pensei em como seria a reação daquelas duas cabecinhas ao verem esse bicho tão diferente com duas cabeças. No mesmo dia levei o material para casa, apresentei para as crianças e esperei para ver a reação. A aceitação do inusitado pelos meus filhos foi uma sensação muito boa e um indicativo que estávamos no caminho certo.



Meus filhos com o “tubarão de duas cabeças”. Crédito: O próprio autor

Depois de dissecar e radiografar, observamos que na verdade não era um bicéfalo e sim um *diprosopus tetrophthalmus*, pois o esqueleto cranial não estava totalmente separado, apenas o esqueleto da face. Sendo o terceiro caso confirmado no mundo e o primeiro no Atlântico Sul.

Hoje os dois já são jovens adultos e seguiram caminhos diferentes. Nenhum está na biologia e muito provavelmente nunca publicaremos nada juntos, mas o que importa é que são pessoas legais.



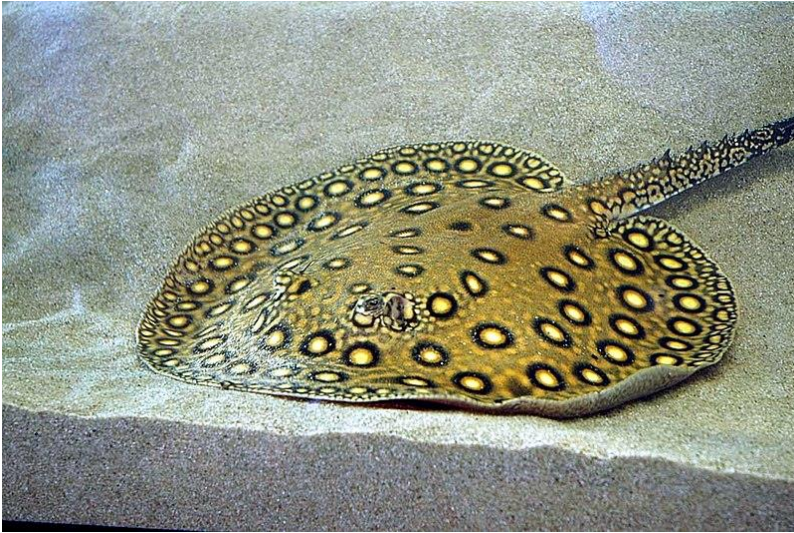
## Conflito sexual em raias de água doce

***por Maria Lúcia Góes de Araújo & Sara Melo***

Os tubarões e raias apresentam modos de reprodução complexos, com comportamentos reprodutivos sofisticados. O comportamento reprodutivo mais observado é o do macho morder a fêmea, ato que causa lesões na pele que cicatrizam, e é utilizado para determinar o período de cópula nessas espécies. Este comportamento pré-copulatório é interpretado, como um mecanismo para ter a permissão da fêmea para a cópula. No entanto, há registro de fêmeas mordendo os machos durante o acasalamento, o que sugere uma hierarquia sexual durante a cópula nos elasmobrânquios.

Nos meus estudos com raias-de-água-doce na Bacia Amazônica, uma espécie estudada foi *Potamotrygon motoro*, que tem ampla distribuição na América do Sul. Ao longo de vinte anos, acompanhei o ciclo de vida de duas populações dessa raia, a primeira no Rio Negro e a segunda no Rio Purus, que são, respectivamente, afluentes das margens esquerda e direita do Sistema Solimões-Amazonas. *Potamotrygon motoro*, como várias outras espécies de raias de água doce, tem os eventos do ciclo reprodutivo (gametogênese, cópula, ovocitação, gestação e parto) regulados pelo ciclo hidrológico

(enchente-cheia-vazante-seca), apresenta segregação sexual e exibe cuidado maternal da prole. No entanto, o que diferenciou essa espécie das demais, foi a observação de grande número de cicatrizes na pele no período de cópula na borda do disco dos machos.



Raia-de-água-doce. Crédito: Creative Commons

Para entender melhor a interação entre machos e fêmeas no período de cópula, analisamos as cicatrizes na pele encontradas na margem corporal dos indivíduos de ambos os sexos, e comparamos com a morfologia dentária dos adultos de machos e fêmeas. A nossa surpresa foi observar que as cicatrizes observadas em 65% dos machos adultos correspondiam à forma dos dentes dos próprios machos!

*Potamotrygon motoro* apresenta heterodontia sexual (diferenciação entre os dentes), onde as fêmeas têm dentes com margem posterior rômbrica, e os machos maduros apresentam dentes com margem posterior cuspidada. Qual seria a razão dessa interação entre os machos no período de cópula?

A relação sexual de adultos nas populações estudadas foi de 1:1, então não houve redução no número de machos. Apesar da poliandria (reprodução da fêmea com vários machos) e paternidade múltipla serem estratégias comuns entre as espécies de tubarões e raias, esse pode não ser o caso de *P. motoro*, que é uma espécie com alta taxa de dispersão. Essa interação entre os machos de *P. motoro* sugere a existência de uma hierarquia sexual dentro do grupo de indivíduos sexualmente ativos e poliginia nessa raia de água doce. Dessa forma, as fêmeas só copulariam com os machos com maior vigor reprodutivo, e o conflito sexual entre machos e fêmeas poderia ser minimizado.

## **As múmias não estão apenas no Egito**

***por Mariana Martins***

Quando falamos em múmias, logo somos remetidos ao antigo Egito, faraós em sarcófagos, humanos mumificados por anos e que ainda são descobertos nos dias atuais. Mas a natureza tem processos naturais que mumificam os animais ainda no útero materno. A falta de oxigênio, ocasionada por diversos fatores ambientais ou até mesmo anormalidades no corpo podem gerar a falta de oxigênio, crucial para o desenvolvimento das bactérias que decompõem organismos mortos. Na ausência destas bactérias, os fluidos corporais acabam sendo reabsorvidos e o organismo morto é mumificado, ou seja, não se decompõe, processo este chamado de mumificação fetal. Ao longo dos anos, o processo de mumificação fetal tem sido muito observado em mamíferos domésticos como, por exemplo, em bovinos, ovinos e até mesmo cães e gatos. Mas e quanto aos demais animais?

Raras são as observações deste processo em outros animais, com relatos esporádicos de mumificação em embriões de tubarões. Em 2017, trabalhando no Laboratório de Pesquisa de Elasmobrânquios da UNESP, em São Vicente, nós encontramos embriões mumificados de tubarão-martelo, um

evento nunca registrado! Imagine a nossa surpresa ao abrirmos uma fêmea grávida contendo 14 filhotes dos quais dois encontravam-se totalmente ressecados, com um aspecto coriáceo. Ao nos depararmos com estes organismos, logo nos veio à mente a semelhança destes com as múmias do Egito, e pudemos descrever o evento como a mumificação fetal de embriões de tubarão-martelo.



Embrião mumificado de tubarão-martelo. Crédito: Otto Gadig e o próprio autor

Estas “mini múmias” encontravam-se totalmente diferente dos irmãos, os quais tinham um aspecto saudável de filhotes quase prontos para nascer. Ao contrário dos irmãos, os

embriões mumificados eram escuros em coloração e tinham um aspecto ressecado, uma vez que todos os fluidos e tecidos moles haviam sido reabsorvidos. Além disso, eram cobertos com uma substância mucosa marrom (um tanto gosmenta, pra ser sincera), desenvolvida a partir de células mortas que não foram absorvidas.

Infelizmente, o processo de mumificação fetal ocorre em embriões que vieram a óbito por diversas razões, sendo assim, estes filhotes morreram ainda no útero materno. Mas, ainda assim, é interessante saber que a natureza tem seu próprio mecanismo de mumificação. E aí, quem sabe a próxima fantasia de Halloween ser de tubarão mumificado?

## **Como pode uma menina se apaixonar pelo mar?**

***por Natalia Alves Bezerra***

A minha primeira expedição ao arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) foi no mês de dezembro de 2008 e nessa ocasião, passei o natal e o réveillon ilhada com mais três pesquisadores, que até então, eram completos desconhecidos para mim. Foi uma experiência única que jamais esquecerei! Porém, antes de desfrutarmos das incomparáveis belezas do arquipélago, uma longa jornada marítima no oceano Atlântico nos aguardava. O arquipélago de São Pedro e São Paulo (00°55'02"N; 29°20'42"W) é a menor e mais remota ilha oceânica brasileira localizada no meio do Atlântico, entre os hemisférios norte e sul, e os continentes africano e americano. A ilha dista cerca de 1.100 km do Rio Grande do Norte, que é ponto mais próximo no continente, e por esse motivo as expedições científicas rumo ao arquipélago são iniciadas nesse estado, com todo o apoio logístico da Marinha do Brasil.



Raia-jamanta *Mobula tarapacana*. Crédito: O próprio autor

Foram quatro longos dias de viagem a bordo da embarcação pesqueira Transmar II até a chegada ao ASPSP, e mesmo para uma amante das aventuras marítimas, esses dias pareciam intermináveis. A ansiedade era tamanha para realizar o meu sonho de mergulhar no coração do oceano Atlântico, que a espera era quase infundável. Além disso, mesmo não sendo marinheira de primeira viagem, tive vários problemas de enjôo (o que chamamos de *marear* na linguagem náutica), que só fizeram aumentar ainda mais a minha vontade e desespero de pisar em rocha firme (na ilha não tem terra firme) e tomar um



banho de chuveiro sem precisar “seguir” a água devido ao balanço do mar. Em um dos raros momentos da viagem em que consegui ter forças para me levantar da cama e me juntar no convés do barco com a tripulação e os pesquisadores, tivemos o privilégio de sermos visitados, mesmo que de longe, por um grupo de baleias piloto. Foi uma tarde espetacular com a luz do sol suavemente disposta em *dégradé* nas águas oceânicas que estavam por todos os lados, baleias nadando a menos de 300 metros e belas aves marinhas seguindo o nosso pequeno barco. Eu estava tão tonta e sem forças de tanto marear, que eu não tinha muita certeza se ainda estava viva, ou se já tinha partido para o céu da biologia marinha e essa visão era o meu presente. Depois de me certificar que ainda estava neste plano, o sentimento que invadiu meu coração foi de um privilégio imenso por fazer parte desse momento ímpar, rodeada por um universo de belezas tão esplêndidas, que me deram ânimo para continuar essa longa trajetória. Cerca de um dia após esse evento, finalmente, chegamos ao ASPSP. Depois de uma espera interminável, muitos enjoos e noites não dormidas, a visão do arquipélago de São Pedro e São Paulo era para mim como um oásis no meio do deserto. Sim, eu sou perfeitamente capaz de me lembrar do primeiro pensamento que tive quando finalmente pisei naquelas rochas: eu farei essa travessia tantas outras vezes que forem permitidas! Cada minuto de sacrifício valeu a pena para chegar nesse lugar! Eu estava maravilhada

com esse novo mundo de sons, cheiros e cores estonteantes. A cor das águas que rodeiam o arquipélago tem um tom de azul indescritível que eu jamais tinha visto, sendo assim, o chamei de azul-ASPSP ou azul infinito. A beleza é algo que permeia cada centímetro desse local, tanto em “terra”, com as escuras rochas de origem plutônicas que são oriundas do afloramento da cordilheira dorsal Meso-Atlântica, como no céu, com dias longos de muito sol que incide durante todo o ano na região equatorial e nas lindas noites de lua, com constelações desenhadas que guiavam os viajantes. Em “terra”, as aves estão distribuídas em quase todas as partes da ilha, com um mais que merecido destaque para os atobás e as viuvinhas, que enchem o local de sons peculiares que se unem a melodia do mar, principalmente em dias com águas agitadas, compondo uma sinfonia que meus ouvidos só ouvem lá. As atividades de trabalho começam cedo na estação científica, geralmente por volta das cinco horas da manhã, principalmente para quem trabalha com o produto oriundo da pesca que ocorre no período noturno e também com censos visuais das espécies através do mergulho. Cada minuto de luz é precioso e aproveitar o dia ao máximo é a nossa tarefa.

No período diurno o trabalho é intenso, voltado para as pesquisas científicas e para os afazeres domésticos da estação científica, que é a residência de quatro pesquisadores durante o período de 15 dias. Na minha primeira expedição, fui agraciada

pela companhia de três pesquisadores (Sibele, Márcio e Claudio), todos esses eram mais experientes do que eu, e por isso pude aprender muito do ponto de vista científico e desenvolvi laços afetivos que mantenho até hoje. Longe de casa há vários dias, senti muita falta da família principalmente durante a noite no período em que geralmente não há trabalho, mas como temos acesso ao telefone e à internet na ilha, amenizamos um pouco a saudade dos que amamos. As festas de final de ano foram comemoradas nessa remota ilha com uma maravilhosa ceia de natal e um delicioso jantar de réveillon. No momento da passagem do ano, agradei aos céus pelo presente de começar um novo ano no ponto mais remoto do Brasil, pedindo de coração para retornar outras muitas vezes a esse lugar mágico (deu certo)!

Para os que fizeram do amor ao mar uma profissão, a grande beleza do ASPSP são os muitos moradores das águas azuis. Existem diversas espécies de animais que podemos encontrar nesse local: peixes, tubarões, raias, tartarugas, golfinhos, lagostas, aratus, polvos e tantos outros animais com representantes em quase todos os filos da taxonomia, reunidos no entorno de um único local, cujo ponto não submerso chega a ser menor que um campo de futebol! Após o primeiro mergulho nessas águas, onde fui recepcionada por um grupo de raias, fiquei realmente convencida de que a minha primeira impressão estava muito mais do que correta: aquele é realmente

um oásis no meio das desérticas águas oceânicas. De fato, as áreas costeiras, recifes de corais, estuários e as ilhas e montes submarinos são regiões que concentram a maior parte da vida nos oceanos. Mergulhamos com raias conhecidas popularmente como manta ou falsa-manta da espécie *Mobula tarapacana*, com largura de disco (distância entre as pontas das duas nadadeiras peitorais) de 2 m a 2,5 m. As raias-manta são gigantes gentis e magníficos com tamanhos que podem alcançar pouco mais de 3 m, que parecem dançar com graça e maestria ao sabor das correntes. Como a minha paixão pelo mar vem desde a infância, foi de praxe assistir todos os documentários possíveis e imaginários sobre a vida marinha, mas na vida real, não tinha aquela música suave de fundo e os animais tão pouco nadavam na velocidade da câmera lenta. Embora eu estivesse sonhando acordada vivendo o documentário da minha existência, eu senti medo quando o grupo de raias estava se acercando cada vez mais de mim. Na tentativa de racionalizar o meu medo, relembrava as aulas de zoologia nas quais eu estava bem atenta à descrição do grupo dos elasmobrânquios, representado pelos tubarões e raias. Eu estava segura de que essa espécie de raia tinha milhares de micro denticulos, com alimentação voltada para o consumo de pequenos peixes e organismos vegetais chamados de fitoplâncton, que são filtrados diretamente na coluna d'água. Além disso, independentemente da espécie, seres humanos não fazem parte

da dieta de nenhum elasmobrânquio. Então, eu tinha medo de que? Sinceramente, não sei! Acho que me senti vulnerável por nadar em um ambiente extremamente selvagem no meio do oceano, onde só é possível enxergar o azul infinito, junto com uma infinidade de outros peixes que assim como você, estão curiosos e amedrontados com esses visitantes. A grandiosidade dessas raias era maior do que tudo o que eu já tinha visto nesta vida, assim o fascínio de nadar lado a lado com esses animais lançou fora todo e qualquer medo. Eu falei sobre o olhar penetrante dessas mantas? Sim, elas olham para você com tamanha intensidade que parece mergulhar na sua alma. Elas simplesmente “falam” com os olhos! O mais primitivo e bonito jeito se comunicar. Depois de tantos anos e muitos outros mergulhos com as raias manta no ASPSP, o encantamento ainda é mesmo, mas eu tenho a sensação de que a cada novo mergulho elas vêm me dizer um “Oi, sumida”! É como se reencontrássemos de tempos em tempos velhas amigas viajantes do mar, fazendo resgates das nossas memórias compartilhadas. Você pode achar que esse é um relato romântico de uma criatura extremamente encantada com a natureza, o que não deixa de ser verdade, porém estudos recentes sugerem que as raias manta podem reconhecer os seus próprios reflexos na água e ainda são capazes de identificar mergulhadores específicos apenas pelos olhos. Embora na época a minha hipótese fosse baseada puramente no

conhecimento empírico, aquele olhar hipnotizante se encontrou com o meu e fez morada.

Desde então, já naveguei outras muitas vezes (não sei o número exato) rumo à ilha e a cada novo retorno, fico estonteada com a quantidade de vida que existe ali, aumentando o meu desejo de novos regressos a esse paraíso remoto chamado arquipélago de São Pedro e São Paulo. Dizem por aí que a paixão dura no máximo quatro anos, mas eu sou a prova viva de que esse prazo de validade pode ser estendido. Foi 12 anos de idas e vindas, o que me leva a pensar: como pode uma menina se apaixonar perdidamente pelo mar?

# **Tubarões e o programa espacial brasileiro**

*por Natascha Wosnick*

Depois que tive a oportunidade de estudar os tubarões-lixo, eles rapidamente se tornaram minha espécie favorita. Apesar de muitos pesquisadores acharem eles tediosos e sem-graça, estes tubarões possuem características incríveis e lutam na linha de pesca como ninguém! Durante o meu pós-doutorado, eu pude estudar uma população de tubarões-lixo do estado do Maranhão – parte do Litoral Amazônico Brasileiro. Segundo os pescadores da região, estes animais vivem em um lugar chamado Canal do Navio, que ficou muito famoso após o encalhe do navio mercante Stellar Banner. Este canal é dragado a cada quatro meses para assegurar a profundidade correta para que navios possam acessar o Porto do Itaqui. Os tubarões-lixo vivem logo na entrada do canal, entre a baía de São Marcos e a Ilha de Alcântara, famosa por abrigar a base de lançamento de foguetes do Programa Espacial Brasileiro.

Em 2018, nosso grupo de pesquisa teve acesso ao tecido muscular de 28 tubarões-lixo residentes do Canal do Navio. Ao analisar as concentrações de elementos tóxicos e potencialmente nocivos nestes animais, nos deparamos com

um resultado muito interessante. Todos os tubarões analisados estão contaminados por um elemento químico chamado Rubídio. Apesar de ocorrer naturalmente no ambiente, o Rubídio é raramente detectado em animais, já que é necessário ser exposto a uma grande quantidade deste elemento pra que ele seja absorvido. Curiosamente, o Rubídio é um dos principais componentes do combustível utilizado por foguetes espaciais, nos levando a crer que esta foi a origem da contaminação. Mas como isso é possível?



Tubarão-lixo. Crédito: Hugo Bornatowski

Infelizmente, em 2003 uma explosão na base de lançamento de Alcântara levou à destruição do foguete VLS-1 Vo3 e causou a morte de 21 funcionários. Com a explosão, todo



o combustível armazenado vazou para o mar, possivelmente expondo os tubarões-lixo de uma forma muito abrupta ao Rubídio e outros contaminantes, dando origem a estes “tubarões-espaciais” – bem ao estilo MARVEL. Este elemento pode causar muitos problemas de saúde, principalmente infertilidade. Mas como eu disse no começo deste relato, os tubarões-lixo são animais incríveis e muito resistentes. Mesmo contaminados pelo Rubídio e outros metais pesados (como o Mercúrio, que apresentou as maiores concentrações já observadas em qualquer espécie de tubarão), estes lixos-espaciais não apresentaram nenhuma evidência de problemas de saúde! Obviamente, devemos nos preocupar e muito com a crescente poluição marinha e com os efeitos negativos que ela tem sobre os animais, especialmente os tubarões do Litoral Amazônico, muitos deles já ameaçados de extinção. Mas convenhamos, os tubarões-lixo são ou não são os mais legais?

## **Estresse: o mal do século 21 também afeta raias e tubarões**

***por Natascha Wosnick***

Quem nunca se sentiu esgotado após uma longa semana, cheia de problemas? Segunda-feira, acordar às seis da manhã, arrumar a cama, tomar uma ducha, engolir o café da manhã, pois você já está atrasado. Meia hora preso no trânsito, várias notificações no seu e-mail, focar no trabalho, almoçar na copa da empresa para não perder os prazos. Voltar para casa, uma hora preso no trânsito. Chegando em casa, mal dá tempo de assistir um capítulo daquela série preferida porque já está na hora de dormir para acordar no dia seguinte e fazer tudo de novo. E no topo disso tudo, mil boletos para pagar.

O estresse foi considerado o mal do século 21 e, apesar de muitas pessoas acharem que ele é um mero estado de espírito, esta condição causa uma série de alterações físicas e químicas que podem comprometer a nossa saúde. Em longo prazo, o estresse reduz a imunidade, nos tornando vulneráveis a diversas doenças. O famigerado cortisol, hormônio tão conhecido nos dias de hoje é o protagonista de uma rede complexa de respostas fisiológicas que são ativadas quando você enfrenta uma situação estressante. Altas concentrações de

cortisol no sangue podem causar problemas no fígado, rins e em casos extremos levar à morte. Mas o que as raias e os tubarões têm a ver com isso?



Sinal do estresse em raia-viola-do-focinho-curto – retração ocular para dentro da cabeça e fechamento dos espiráculos. Crédito: Eloísa P. Giaretta

Apesar de não possuírem cortisol como nós seres humanos, estes animais podem ser severamente afetados por outros hormônios e moléculas químicas que são desreguladas em situações de estresse. Isso quer dizer que elasmobrânquios se estressam com problemas do dia a dia? Não é bem assim, mas eles certamente passam por situações muito ruins que os tornam vulneráveis, assim como nós. Por exemplo, quando

uma raia ou um tubarão é pescado, este animal irá entrar em modo de luta/fuga, tentando desesperadamente salvar sua vida. Neste momento, uma série de alterações em sua fisiologia faz com que a sobrevivência fique mais e mais comprometida. Sabe aquela câimbra que você sente quando força demais em uma atividade física? Ela é causada pelo acúmulo de ácido láctico nos músculos como resultado da falta de oxigênio para alimentar nossas células. Estes animais, durante a luta na rede ou no anzol, experimentam o mesmo tipo de situação, só que mil vezes pior, pois o lactato (uma forma de ácido láctico) se acumula em quantidades tão grandes que o sangue se torna muito ácido. Esta acidez destrói células e o animal sente muita dor.

O estresse também pode vir de outras formas, como a poluição ambiental e o aumento da temperatura da água frente às mudanças climáticas. Dentre os principais efeitos destas duas situações desafiadoras estão o comprometimento da saúde dos órgãos e dificuldade em respirar, podendo causar a morte. Muito se discute sobre como reduzir o estresse e por consequência a mortalidade causada por ele. Isso é porque raias e tubarões são muito importantes para a saúde dos oceanos. Tamanha a influência do estresse para a conservação destes animais que os planos de ação desenvolvidos por especialistas indicam a necessidade de criar formas de reduzir esta condição (através de criação de manuais de boas práticas

de pesca, por exemplo) e garantir que o animal sobreviva caso ele seja liberado da rede de pesca ou do anzol (seja esta liberação feita para cumprir a lei ou por ética do pescador).

Assim, toda vez que você estiver estressado, lembre-se que diferente de nós, que podemos fazer yoga, tomar calmantes ou ir ao terapeuta, as raias e os tubarões não possuem formas de lidar com este mal que, infelizmente, afeta a todos.

## **A cara-suja do Senhor-dos-Braços-Longos**

***por Otto Bismarck Fazzano Gadig***

Os nomes populares atribuídos aos animais fazem parte de um universo cultural extraordinário, nascido fora dos meios acadêmicos da pesquisa científica. São fascinantes, principalmente, por carregarem consigo informações sobre as características visuais, modo de vida e comportamento das espécies. Baiacú-de-espinho, peixe-sapo, pica-pau, bem-te-vi, martim-pescador, gavião-pega-macaco, bicho-preguiça, onça-pintada, tamanduá-bandeira, todos nomes que nos remetem a uma ideia de algum aspecto físico ou comportamental do animal. Ainda temos o gigantesco número de nomes populares oriundos do Tupi, língua indígena que influenciou a língua portuguesa. Pirarucú (Piraurukú = “peixe de cor avermelhada), Capivara (kapi'wara, = "comedor de capim"), Araponga (gwĩra'ponga = ave sonante) e uma infinidade de outros nomes que nos ensinam as características e, neste caso, até uma língua diferente. Os nomes populares fazem parte da história cultural das diferentes sociedades humanas ao longo do tempo e de suas relações com os seres vivos e o meio ambiente. Esse patrimônio deve ser mantido. Claro que, sendo este livro dedicado aos tubarões e raias, existem muitos exemplos na nomenclatura popular brasileira. Cação-martelo, raia-jamanta, raia-viola,

peixe-serra, cação-lixo, papa-terra, galha-preta, corta-garoupa e uma infinidade de outros, com diferenças regionais, de pronúncia e explicações das mais variadas. Daria um livro... Mas aqui, a riqueza desses nomes foi uma breve introdução e pretexto para o meu depoimento dentro deste lindo livro idealizado pelo Hugo. Em novembro de 1985, quando trabalhava coletando dados à bordo de um pesqueiro há cerca de 90 km da costa norte do Rio de Janeiro, fui atacado por um magnífico tubarão galha-branca-oceânico. O incidente em si, não é o mais interessante, apesar de assustador e marcante, mas sim a sua explicação à luz do conhecimento científico sobre a biologia alimentar e sensorial desse semi-deus oceânico.

“Cara-Suja” e “Senhor-dos-Braços-Longos” são dois nomes populares (não tão conhecidos) do galha-branca-oceânico (esse nome sim, mais conhecido), cientificamente chamado de *Carcharhinus longimanus*. De grande tamanho (até 4 metros de comprimento), vive em todos os oceanos do mundo, normalmente em regiões afastadas da costa, na chamada zona oceânica, em áreas abertas ou nos arredores de ilhas. Seu corpo é predominantemente castanho, mais para o marrom. Suas nadadeiras peitorais são enormes e compridas (“braços-longos”, batizado assim pelo famoso oceanógrafo francês Jacques Cousteau), são manchadas de branco nas extremidades, bem como das nadadeiras do dorso e cauda (daí galha-branca; “galha” é um nome comercial usado para as

nadadeiras de tubarões). Seu focinho curto e arredondado pode muitas vezes exibir manchas cinzentas ou marrons salpicadas (de onde vem o nome “cara-suja”). É um dos mais adaptados tubarões de áreas oceânicas abertas, onde passa a sua vida se deslocando a procura de alimento e parceiros sexuais, num ambiente onde a dificuldade para cumprir esses papéis biológicos é enorme, tamanha vastidão. Ele desenvolveu habilidades sensoriais, motoras, comportamentais, enfim, um repertório de atributos para ajudá-lo a ter êxito em se manter como predador de topo da cadeia marinha oceânica. Em oceanos abertos os predadores vivem buscando áreas com disponibilidade de presas.

Era oceano aberto onde estávamos. Último dia de pesca e tivemos autorização do mestre para pular no mar e tomar um banho de água salgada mesmo (já que em mais algumas horas estaríamos em terra), pois nos 36 dias de pesca que essa viagem levou, a água doce da embarcação era usada apenas para lavar alimentos, louça, escovar os dentes e as “partes”. Nada de shampoo ou condicionador. Foram 36 dias sem banho, meu recorde até hoje, algumas vezes quase superado por mim mesmo em outras ocasiões. Assim, presos por laços de cordas pela cintura, ligadas ao barco (para a corrente marinha oceânica não nos levar pra África ou sei lá pra onde), pulamos na imensidão líquida onde a profundidade era de cerca de 1500 metros. Levei máscara e nadadeiras. E, como pererecas



desajeitadas na superfície, o pessoal ficou boiando de bruços com braços e pernas abertos em polichinelo horizontal. Que decepção! Nada de vida marinha. Mais tarde eu aprenderia que o alto-mar pode ser como um deserto e que a vida é mais rica quanto mais perto da costa e menos quando se está longe dela. Esse grande deserto tem oásis de vida ao redor de ilhas, ou acidentes submersos do relevo, massas de água ricas em nutrientes, etc., mas extensas áreas podem ser pobres, quase como água mineral, exagerando um pouco. A vertigem era assustadora porque a imensa massa de água abaixo, claríssima, dava a sensação de se estar voando no altíssimo. Decepção e vertigem. Não foi um bom começo. Mas o banho salgado estava garantido.

Aos poucos alguns homens foram retornando para a embarcação. Insisti mais um tempo, não sei quando faria algo parecido de novo. O dia no fim, já sem sol, mas alguma claridade me permitiu ver, abaixo e à frente, alguns pontos claros nadando lentamente em sincronia. Pareciam um tanto longe. Talvez sardinhas? “Ora, ora, até que tem gente morando aqui”, foi o que pensei. Lembro que exatamente nesse momento levantei a cabeça e olhei para o barco. Não queria me sentir sozinho. Gritei “cambada, tem uns peixinhos aqui”. Olhei de volta para o fundo e lá estavam eles, ainda poucos, ainda lentos e ainda sincrônicos, porém mais perto e um pouquinho maiores. Na verdade bem maiores. Talvez atuns? Com a

diminuição da luminosidade forcei um pouco a vista e pensei notar alguma coisa a mais ali, maior e mais escura, nadando cercada por esses peixes. Quantos metros e segundos se passaram? Gostaria de lembrar o que houve entre essa última percepção e o volume de água deslocada batendo nas minhas pernas, já posicionadas para frente. Não sei. O fato é que não havia mais metros nem segundos. Talvez a expressão “o tempo parou” seja usada nos momentos de fortíssimas emoções que vivemos (boas ou ruins). Só que nos momentos difíceis o tempo “parado” leva mais tempo. De fato, minha visão não tinha sido a de um cardume de peixes pequenos ou médios. Também não havia uma coisa maior escura nadando cercada pelos peixes claros. Os peixes claros que jurei ter visto eram as manchas das extremidades das nadadeiras do tubarão e a coisa escura maior que achei ter visto era o próprio. Mas a descoberta se deu com ele já na superfície a zero metro. Foi então, senhores, que começou o “moído”. E tome-lhe mordida nas nadadeiras, e dá-lhe “nadadeiraada” no “zóio” dele, e tome-lhe dá-lhe, tome-lhe dá-lhe, tome-lhe dá-lhe, repetidamente. Nem ele nem eu conhecíamos outros golpes. Enquanto isso eu gritava ao pessoal do barco para me puxarem de volta. O momento mais agudo foi esse, pois novamente, sem distância e tempo, virei isca-viva de tubarão, nos metros que fui arrastado como um saco de tripa de peixes pela superfície do mar já escuro até chegar à borda e ser

puxado para cima, ainda com o animal na rabeira. Fim da ação, início da reflexão.



Galha-branca-oceânico. Crédito: Creative Commons

Era muito mundo e muita água. Qual a chance de nos encontrarmos num deserto daquele? Por que não houve, aparentemente, um ritual comportamental pré-ataque, típico de predadores oportunistas, astutos, cautelosos? Pra que tanto ódio, minha gente? Sem chance de conversa. Uma investida linear, pesada, quase à queima-roupa. Por alguns anos essas eram algumas das questões que me passavam pelos miolos. E com as atividades acadêmicas, estudo, mais embarques, enfim, fui elaborando minhas percepções, mas basicamente entendendo que, como já foi dito aqui, essa obra-prima natural

é um predador em busca de alimento em áreas abertas, fazendo longos percursos. E perfeitamente preparado para isso. Que animal maravilhoso, eu pensava. Início dos anos 1990, muito já se sabia sobre o galha-branca-oceânico pelo mundo afora e ainda pouco no Brasil. Os pesquisadores sempre se perguntaram como este tubarão, reconhecidamente mais lento que os peixes dos quais se alimentava, conseguiria, numa área aberta, sem ter como se esconder para fazer tocaia, capturar e se alimentar de peixes muito mais rápidos do que ele, como atuns, cavalas, enchovas e afins. Improvável que fosse também por perseguição. Tomemos o exemplo do ambiente terrestre. Numa savana aberta o guepardo (ou chita) usa sua estupenda velocidade para capturar suas presas na correria pura. No entanto leões, maiores e mais pesados, se valem de vegetação, declives do solo, entre outros, para emboscar e então atacar em corridas curtas e vigorosas. Nosso tubarão não tem nem como “correr” nem como se esconder. E voltamos à pergunta: como ele comeria presas mais rápidas do que ele?

Para essa antiga pergunta o pesquisador americano, A. Myrberg Jr., elaborou uma hipótese muito adequada, baseada em experiência própria também. Em seu trabalho “As Marcas dos Tubarões: Uma Consideração Comportamental para a Função Visual” (tradução livre), publicado em 1991, ele mostrou que esta espécie fica “invisível” de acordo com a incidência de luz natural na coluna de água e que, basicamente, com menos

luminosidade o seu corpo escuro tende a desaparecer e as extremidades claras de suas nadadeiras se destacam (a tal “coisa escura” cercada pelas “coisas claras” que vi), dando a aparência de pequenos organismos (ou “peixinhos”, como os chamei na primeira vista) nadando em grupo, atraindo predadores (atuns e Cia) até eles. E que ao se aproximarem demais já seria o suficiente para o tubarão investir rápida e vigorosamente em velocidade de arranque para capturar esses infelizes ludibriados velozes, mas sem tempo pra fugir. Maravilhoso! A maioria das questões que me acompanhavam estava razoavelmente respondida. Ainda hoje não foram produzidos estudos que contrariem de forma satisfatória essa hipótese.

E sobre a coincidência do encontro? Seria obra do azar cair na água naquele mundo infinito e estar justamente por ali passando um caçador formidável em busca de comida? Bom, há muito já se sabe que embarcações pesqueiras atraem para o seu entorno muita vida marinha, que ali têm acesso facilitado à restos de comida, basicamente, resultante do descarte de rejeitos de pesca, ou mesmo dejetos e resíduos produzidos pelos homens, infelizmente. Em áreas oceânicas como já comentado, a vida é basicamente rarefeita se comparada às áreas mais costeiras. Ainda assim barcos de pesca produzem lixo, restos de peixes e alimentos humanos descartados, além dos estímulos mecânicos do motor, luminosidade do convés etc. Tubarões, de

uma maneira geral, principalmente os predadores (um grande número de espécies se enquadra nesse conjunto) são criaturas perfeitas para responder a vários estímulos sensoriais de natureza química (pelo olfato, por exemplo), luminosa (pela visão), mecânica (pelo ouvido e pela linha lateral, como um sonar) e mesmo estímulos eletromagnéticos (por órgãos especializados chamados de ampolas de Lorenzini, espalhados pela cabeça e lados do corpo). Sua capacidade sensorial é sobrenatural (para os parâmetros humanos). E entre eles existem variações para a capacidade de uso desses órgãos de acordo com a espécie, tipo de ambiente no qual vivem, hábitos alimentares, entre outros. Mas basicamente todos são extraordinários. E, mais uma vez, o nosso tubarão galha-branca-oceânico surpreende. Um intrigante estudo de dois pesquisadores russos, V. Savel'ev e V.P. Cherinkov, "O Galha-Branca-Oceânico e como ele Usa o Olfato Aéreo para Localizar Alimentos (tradução livre), publicado em 1994, indicou que este animal é capaz de cheirar não apenas dentro d'água, mas também captar moléculas de odor no ar, colocando a cabeça (o focinho, na verdade) acima da superfície. As suas narinas são capazes de capturar e reter pequenas partículas de água que são conduzidas pelos ventos que sopram junto da superfície e que percorrem longas distâncias, trazendo informações químicas de áreas onde há alimento (uma baleia morta boiando, por exemplo) e assim, localizar a fonte e rumar para ela,

economizando horas, dias ou semanas de navegação a procura de alimento. Além de uma fonte de odor tão forte como a carcaça de uma baleia morta, áreas no entorno de ilhas e embarcações de pesca podem atrair esse animal de grande distância, o que possivelmente explica o meu encontro.

Muitos anos já se foram e a experiência, acompanhada do aprendizado posterior (humano e científico), são, claro, inesquecíveis. E pensar que passou tanto tempo, hoje a realidade dessa criatura formidável é triste e dramática. Esta espécie é criticamente ameaçada de extinção. Até a década de 1990 ainda a víamos em mar aberto na costa brasileira, onde hoje são pouco abundantes. Em 1999 tive outra experiência impressionante, desta vez de cima do barco, quando vi cerca de 90 deles se alimentando de uma carcaça de baleia em frente ao Espírito Santo. Existem ações e políticas públicas nacionais e internacionais para proteção de muitas espécies de tubarões e raias, entre elas o galha-branca-oceânico. O jogo ainda não acabou. Que esse patrimônio natural fique por aqui durante muitos milhares de anos ainda. E que privilégio compartilhar o mundo com ele. Obrigado ao Hugo Bornatowski por abrir espaço aqui para que eu pudesse contar sobre o dia inesquecível em que vi bem de perto a Cara-Suja do Senhor-dos-Braços-Longos.

## Uma mordidinha valiosa

***por Renato H. A. de Freitas***

Tubarões são conhecidos, infelizmente, por seres malignos e comedores de gente. Essa é uma desconstrução que ainda vai levar tempo... O fato é que eles são exploradores ativos (salvo algumas espécies como os tubarões-carpete, cações-anjo e etc.) que caçam aquilo que pode parecer uma presa em potencial. Assim, sob qualquer indício de uma presa, um circuito neural é acionado e o comportamento exploratório é ativado.

Certo dia, logo nas minhas primeiras horas no segundo embarque da minha vida em um navio de pesquisa sísmica (navios que realizam um mapeamento do óleo e gás natural no assoalho oceânico), fui convocado a ir conversar com a equipe sísmica. Nossa, pensa em um lugar cheio de telas e computadores! Aí me aparece um rapaz com a capa de um cabo sísmico na mão (parece um tubo de bolinhas de tênis, porém a espessura é maior e maleável como silicone), me perguntando se isso tinha sido mordida de tubarão. Estava com alguns arranhados e furos. Não tinha dúvida que era tubarão. Bom, eu estava ainda em um choque de realidade. Quase tudo era novidade pra mim e um inglês falando rápido pra caramba e num sentido ríspido como se a culpa fosse minha, disse: *Não é você que estuda tubarões?* E eu meio que gaguejando disse:



*Sim, fiz meu mestrado com ecologia do tubarão-limão. E ele já logo falou: Cara, então como vamos fazer para que essa me\*%\$\*\*a não aconteça mais? Não sei se sabe, mas acabamos de perder milhões de dólares. Talvez, não tenha sido exatamente isso que ele disse, mas tinha essa palavra e mais algumas de baixo calão no meio.*

Em uma pesquisa sísmica, um navio reboca um arranjo de cabos sísmicos, podendo ser apenas um único ou até 20 cabos entre 4 a 8 km de extensão cada. Eles são extremamente caros pelos seus componentes internos, hidrofones e geofones para aquisição de dados, estabilizadores de profundidade (*birds*) que regulam a profundidade desejada (entre 2 e 10 m era o usual), flutuadores, GPS internos e etc. Em três anos na pesquisa sísmica, vi um cabo se romper e causar um emaranhado nos outros. Para se ter uma ideia do custo, helicópteros ficaram procurando o cabo rompido por dias.

Voltando ao “causo” do tubarão... o rapaz mais calmo fala que na Austrália eles utilizam cabos pintados com anéis em amarelo e preto, simulando serpente, mas que não minimizava muito as mordidas. Falei que uma alternativa seria pensar em pulsos elétricos que afastassem os tubarões, mas que isso deveria ser testado e que, talvez, pudesse ter sensibilidades diferentes para cada espécie. A ideia de testar seria crucial, pois a própria corrente elétrica poderia também chamar a atenção ao invés de repulsa. Achei bastante pertinente procurar algo para

ajudar em virtude da aplicação prática e também, não só para minimizar os danos nos cabos, mas também para minimizar mortalidade de tubarões e raias (mantas, principalmente) for asfixia, choque elétrico e/ou emaranhado entre o cabo principal e pequenos cabos acessórios. Na época não encontrei nada, mas recentemente (2020) saiu um artigo de modelagem sobre a mordida do tubarão-cabeça-chata nesses cabos.



Tubarão enroscado em um cabo. Crédito: arquivo da equipe da PGS -  
*Petroleum Geo-Services*

Curiosamente em uma das noites a bordo, outro colega da equipe sísmica me chamou para mostrar ao vivo o que poderiam ser mordidas sucessivas de um tubarão. Elas

causavam uma oscilação bem abrupta nos gráficos do mapeamento que eles faziam. Eram pontuais e não ritmados e em pontos distintos no cabo. Muito provavelmente era tubarão e até hoje não se tem algo efetivo para minimizar essas mordidas. A base teórica seria o tal “repelente de tubarões” que não tem consenso também. Ideias? Soluções?

## **Desbravando Fernando de Noronha**

***por Ricardo Clapis Garla***

Imagine-se caminhando por uma trilha que dá acesso a uma praia paradisíaca com águas claras cor de esmeralda. Você então entra na água com equipamento de apnéia e logo vê vários peixes coloridos. Dai a pouco aparecem tartarugas e raias. E com um pouco de sorte, de repente você dá de cara com 1, 2 ou até 15 tubarões passando calmamente por você ou nadando curiosos ao seu redor. Respire fundo, mantenha a calma e esqueça o injusto estigma de que eles são sanguinários devoradores de gente. Aprecie a visão e agradeça a chance! Afinal, são poucos os locais ao longo dos mais de 8000 km da costa brasileira nos quais essa interação é possível. É preciso ter respeito, movimentar-se de forma tranquila, não avançar bruscamente na direção dos animais e não acuá-los. Da mesma forma que você se comportaria diante de um cachorro grande desconhecido. Respeito e calma são a máxima – afinal, você é um animal terrestre e está em águas alheias. Se achar tudo isso muita adrenalina, você pode caminhar até alguns mirantes no início da manhã ou durante a maré cheia e observar os tubarões patrulhando a área ou acuando sardinhas na beira da praia. Assim é Noronha! Aprendendo os locais e os horários mais

adequados e com um pouco de paciência, é possível ter experiências inesquecíveis com tubarões, seja de perto ou de longe.

Quando o Projeto Tubarões Fernando de Noronha foi iniciado em 1999, o objetivo era estudar a ecologia do cabeça-de-cesto (*Carcharhinus perezi*), uma espécie bastante comum no Caribe e pouco conhecida no Atlântico sul. O projeto foi pioneiro por ser um dos primeiros a usar métodos de estudos não letais no Brasil (que não precisam matar os animais para coletar informações sobre eles), tais como a marcação-recaptura e o rastreamento com telemetria. Na época, ao menos no Brasil, era mais comum usar as carcaças de animais desembarcadas pela pesca para produzir informações sobre a dieta, reprodução, idade, crescimento e para monitorar a quantidade de tubarões em uma região.

Através de muito esforço e obstinação, descobrimos que Noronha é um dos principais berçários de cabeças-de-cesto no Atlântico sul. Isso é bastante importante, pois embora algumas espécies de tubarões possam nadar longas distancias e até mesmo cruzar oceanos, poucos são os locais onde as fêmeas dão a luz aos seus filhotes. As fêmeas escolhem locais onde os filhotes têm maiores chances de sobrevivência, que geralmente são áreas com águas abrigadas, bastante alimento e poucos predadores, quando comparados ao mar aberto. Infelizmente vários berçários de tubarões estão ameaçados no mundo todo,

pois a maioria deles ocorre em regiões costeiras, onde a perturbação humana e a poluição são maiores. Daí a importância de Noronha na renovação das populações desta e das outras espécies locais de tubarões em parte do nordeste brasileiro.

Ao longo do tempo também descobrimos que além dos cabeças-de-cesto, os tubarões lixa, limão e a raia-prego também usam o arquipélago como áreas de berçário e acasalamento. Também existem indícios de que jovens e adultos destas espécies residem ao redor do arquipélago a maior parte de suas vidas, já que são espécies associadas a ambientes recifais e litorâneos. Sabemos que Noronha é berçário destas espécies, pois é possível capturar ou observar recém-nascidos todos os anos em varias localidades do arquipélago. Os cabeças-de-cesto e limões nascem no verão e os lixas e as raias entre julho e setembro. E aí você pode perguntar: como sabemos que os tubarões se acasalam no arquipélago? Simples, em certas épocas do ano é possível capturar ou avistar fêmeas adultas (que medem mais de 2m de comprimento) com marcas de mordidas de cópula. Como não têm mãos, os tubarões machos mordem as nadadeiras e dorso das fêmeas para segurá-las durante o sexo. O principal ponto de namoro dos tubarões limão (que acontece durante o verão) é no Buraco da Raquel. O acasalamento dos lixas também já foi registrado neste mesmo local, mas entre julho e agosto – é como se houvesse uma

espécie de rodízio de motel entre as espécies. O namoro dos cabeça-de-cesto também acontece no verão, mas ainda não tivemos a sorte de presenciá-lo, apenas capturamos fêmeas com cicatrizes de cópula. Apesar de eles terem um motel preferido, já observamos o namoro em outros locais e achamos isso pode acontecer ao redor de todo arquipélago – afinal não é sempre que se encontra alguém especial – a chance tem que ser aproveitada onde quer que seja.

Entre 2011 e 2014, tivemos a chance de aprender um pouco sobre os tubarões-tigre que frequentam Noronha. Esta é uma espécie bastante carismática devido ao seu grande porte (pode atingir 5,5 m), voracidade e coloração com manchas e listras. Ao contrario das outras três espécies mencionadas acima, não existem registros de tigres recém-nascidos em Noronha. Dentre os animais que rastreamos com transmissores satélite alguns permaneceram ao redor do arquipélago, uns nadaram para a costa nordeste do Brasil, enquanto outros nadaram mais de 6 mil quilômetros em direção à África. Ou seja, Noronha parece fazer parte de uma rota de migração destes animais entre a América do Sul e a África. Há uma grande possibilidade de os tigres que migram entre estes dois continentes passem por Noronha pelo fato do arquipélago ser um “oásis” para alimentação no meio do oceano ou porque o local é o caminho mais curto na região equatorial do Atlântico. Lembrando que a ciência é algo dinâmico e está sempre em

transformação – por isso algumas informações apresentadas aqui podem mudar após novos estudos.

A partir de 2016 nos concentramos mais na captura de imagens, ao invés da captura de animais. O Projeto teve a honra de ser convidado para participar do maior levantamento de tubarões e raias feito até hoje, a iniciativa *Global FinPrint*. Pra isso usamos os *BRUVs* (*baited remote underwater video*), ou vídeos subaquáticos remotos. No momento é a técnica mais prática e menos invasiva para estudar tubarões e outros peixes predadores. O *BRUV* é uma armação metálica com uma câmera no topo e uma haste de metal que tem uma gaiola com iscas numa das pontas. O equipamento é preso a uma corda com uma boia (para sinalizar sua localização) e colocado na água a partir de um barco. Ele fica submerso por 90 minutos e depois é recolhido. Depois assistimos aos vídeos e anotamos todas as vezes que um tubarão é atraído pelas iscas e filmado pela câmera. Essa técnica mostra as espécies que existem numa região, os locais frequentados por elas, além da densidade de animais em cada ponto. Tudo isso serve pra monitorar uma população de tubarões ao longo dos anos, mostrando se o número de animais está se mantendo o mesmo, se está diminuindo, ou aumentando. E de quebra, fornece belas imagens!

Apesar da abundância de tubarões ao redor de Noronha, a situação não anda nada fácil para eles hoje em dia. Estamos



eliminando estes animais ao redor do mundo todo. Muitas espécies correm risco de extinção. E embora eles sejam importantes para manter a saúde dos oceanos, os tubarões sempre foram temidos pelas pessoas devido aos incidentes com seres humanos. Estes incidentes costumam ser raros e os casos fatais não passam de 10-12 por ano no mundo inteiro. Há maior chance de se morrer em acidentes domésticos e em incidentes com cães domésticos ou outros animais selvagens (ursos, crocodilos, tigres e leões) do que com tubarões. Mas os casos com tubarões costumam ser propagados de forma sensacionalista, e por isso esses eventos causam muito medo e até mesmo histeria coletiva. Uma coisa é certa: hoje existem cada vez mais pessoas se aventurando na água e isso aumenta as chances de encontro com tubarões. Em todos os verões desde 2015 temos incidentes entre pessoas e tubarões em Noronha, nenhum deles fatal. A maior lição destes episódios é a de se deve melhorar a forma como as pessoas interagem com os animais selvagens no arquipélago. A maioria dos visitantes coloca-se em situação de risco e quer perseguir, tirar “*selfie*” ou tocar o tubarão ou outros animais. Você faria isso com um cão Pitbull desconhecido? Como qualquer animal, um tubarão irá se defender se sentir ameaçado – e fará isso mordendo. Por isso, a informação e o respeito aos animais são a chave para prevenção de futuros incidentes. Mergulhe sempre acompanhado e evite entrar na água em horários com pouca

luminosidade (amanhecer e escurecer), quando os tubarões preferem caçar e são mais ativos. Isso vai ajudar muito na prevenção de incidentes.



Arquipélago de Fernando de Noronha. Crédito: Creative Commons

Mesmo havendo manifestações nas redes sociais hoje em dia em favor dos tubarões é natural que as pessoas tenham medo deles. O tema “tubarões” não faz parte do ensino formal. Por isso é importante conhecer mais sobre os tubarões. Os oceanos só terão tubarões no futuro se os pesquisadores e educadores souberem comunicar ao público a importância e o papel destes animais para os ambientes marinhos. Aí é que

Noronha entra em cena: o local é um Parque Nacional com economia baseada no ecoturismo, com boas condições para o mergulho o ano todo e com tubarões residentes. É o melhor local do Brasil para observar tubarões e interagir com estes animais. E entender que eles não são monstros devoradores de gente. Pelo contrário, são animais fascinantes que merecem nossa proteção e respeito. Quanto mais pessoas entenderem isso, maior a chance da atitude do público ser mudada em favor de sua preservação e maior a chance de que eles continuem existindo no planeta. E que as próximas gerações de Noronha possam ter orgulho de ter um quintal cheio de tubarões. Vida longa aos mares e aos dentuços!

## **Lá do profundo fundo do mar, raias-cegas, tubarões-lagarto, peixes-bruxa.**

***por Roberta Aguiar dos Santos***

Ainda como estudante de doutorado, na Fundação Universidade Federal de Rio Grande (FURG), tive a maravilhosa oportunidade de trabalhar no Score Sul do Programa REVIZEE (Levantamento dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva) (MMA, 2006). Na época, estava vinculada ao Laboratório de Recursos Pesqueiros Demersais e Cefalópodes, encabeçado pelo meu admirado orientador e grande pesquisador Dr. Manuel Haimovici. Assim, no início da década de 2000 preparávamos os cruzeiros para a pesca científica nos mares do sul do Brasil, a bordo do Navio de Pesquisa Atlântico Sul, junto da equipe do nosso laboratório. Refiro-me, particularmente, aos cruzeiros nas áreas ainda pouco conhecidas, no talude continental, onde utilizaríamos o arrasto-de-fundo, com estações entre Itajaí-SC e Chuí-RS, entre 100 e 500 m de profundidade. Estes cruzeiros eram compartilhados com outro laboratório desta instituição, o Laboratório de Elasmobrânquios e Aves Marinhas, que tinha a frente, nada menos, que o Professor Carolus Maria Vooren, um dos pesquisadores mais incríveis que conheci, não só pelo seu

conhecimento e experiência, mas também como professor entusiasta, como apreciador da cultura e literatura brasileira e tantos outros predicados que possui.

Bom, mas voltando aos cruzeiros. Assim, com as equipes de ambos os laboratórios, geralmente após atrasos e imprevistos, que nos deixavam sempre muito ansiosos, saímos em algumas campanhas, para fazer o levantamento da fauna marinha de profundidade no sul do Brasil. Preciso comentar que sou daquelas que “mareia” extremamente nos primeiros dias, mas como dizia meu professor Habiaga, “*calma Roberta! É assim mesmo. Existem dois tipos de pessoas que embarcam: aquelas que enjoam e as que mentem...*”, então achei que não era assim tão desesperador (confesso que toda vez que voltava achava que não iria mais embarcar, mas quando aparecia outra oportunidade, lá estava eu de novo). Mesmo assim, às vezes enjoada, estava eu no convés, no meio das ondas, que para quem conhece o mar do litoral ao sul do Cabo de Santa Marta Grande, sabe do que estou falando, aguardando os lances de pesca, separando a coleta, abrindo peixes, lulas, polvos, guardando amostras de vários invertebrados, anotando as operações de pesca e quando dava conta, a rotina da pesca já estava incorporada.

Vez por outra, no meio daquele mar infinito, sendo seguidos por albatrozes e petréis, às vezes golfinhos (juro que vi uma manada de mais de 500 golfinhos-comum-de-bico-longo

*Delphinus capensis*), o Professor Vooren, aproveitava um lance de pesca onde algumas espécies de tubarões e raias eram coletadas, para dar verdadeiras aulas, ali mesmo, acorado sobre o convés. Em sua volta, estávamos nós, da equipe de embarque, que conseguíamos um tempo entre as atividades, para admirar e acompanhar suas explicações sobre anatomia, reprodução, taxonomia, às vezes terminando noite adentro, após um pôr-do-sol incrível.

Assim, nestes cruzeiros, tive um contato direto com estes seres incríveis, como o tubarão-azul (é de um azul belíssimo!), os grandes cações-anjo, as quimeras, a raia-cega e os tubarões-lagarto de profundidade, que vinham muitas vezes entrelaçados com os peixes-bruxa.

Estes momentos mantiveram-se por dois anos, enquanto duraram as campanhas científicas com arrasto-de-fundo do Programa REVIZEE no Score Sul, que entre Itajaí-SC e Macaé-RJ, era realizado pelo Navio de Pesquisa Soloncy Moura do Centro de Pesquisa e Gestão Pesqueira do Litoral do Sudeste e Sul – CEPESUL do IBAMA.



Nove exemplares de raia-cega (*Benthobatis kreffti*) e uma *Gurgesiella dorsalifera*. Crédito: Otto Gadig

Pois vejam as coincidências e o que é a vida, se não um eterno ciclo, guiado pelas oportunidades e vivências anteriores. Logo após estes cruzeiros, virei servidora pública do IBAMA e, após um breve período na Amazônia (outra experiência ímpar), retornei ao sul do Brasil, para trabalhar justamente no CEPSUL. Assim, pela experiência adquirida, quase uma década depois, estava eu a bordo do NPq Soloncy Moura, agora como chefe de cruzeiro, explorando novamente o talude continental, aplicando os conhecimentos adquiridos outrora, na companhia deste outro admirado pesquisador de elasmobrânquios, e meu colega, Dr. Jorge Eduardo Kotas. Assim, encontrei a oportunidade de

contribuir, novamente, com a pesquisa e conservação dos tubarões, raias e quimeras, que se mantém até os dias de hoje, em cujo caminho tantas outras pessoas passaram enriquecendo ainda mais este rumo.

Queria assim destacar a importância destas experiências de campo, junto a pessoas especiais que passam por essa formação, sejam professores, colegas, tripulantes, na forja de um pesquisador e do entusiasta pelo conhecimento e, como consequência, da conservação destes seres que merecem toda nossa reverência.



## O “*slime*” e a conservação de raias brasileiras

*por Rodrigo R. Domingues*

A fase do meu doutorado foi um dos períodos mais proveitosos da minha breve carreira científica. Fiz meu doutorado na Universidade Estadual Paulista – UNESP, e, embora trabalhasse com genética da conservação, ingressei em grupo de pesquisa interdisciplinar que estuda vários aspectos da biologia e ecologia dos elasmobrânquios (tubarões e raias). O foco estava nos organismos, independente da linha de pesquisa. Isso foi uma grande vantagem pra mim, pois pude interagir com colegas que estavam estudando diferentes aspectos da evolução, biologia e ecologia desses animais e que possuem diferentes habilidades. Essa troca é sempre importante. Nesse período, meu orientador, Professor Otto Gadig, juntamente com um dos seus Pós-Doutorandos da época, Professor Domingos Garrone Neto, estavam trabalhando em um grande projeto com telemetria de raias em uma área de proteção ambiental, o que exigia um intenso trabalho de campo, muita mão-de-obra e claro, uma excelente oportunidade de estar em um lugar paradisíaco e perto de

animais tão enigmáticos. Coisas que só a ciência nos proporciona!

Durante a minha primeira expedição, fiquei impressionado com o número e o tamanho de algumas raia que foram capturadas, além de outros organismos marinhos. O trabalho de campo consistia em capturar as raia, alocá-las em um recipiente com uma bomba de água para garantir a respiração e amenizar o estresse da captura, marcá-las e soltá-las. Além disso, havia também um intenso trabalho de mergulho para implantação e manutenção dos receptores de sinais. Enquanto as raia ficavam na quarentena, observei que eles liberavam uma grande quantidade de muco, muito mesmo, parecido com o “*slime*” - que esta na moda com as crianças e adolescentes. Logo imaginei que as células mortas poderiam estar embebidas naquela grande quantidade de muco e que poderia ser fonte de material para estudos genéticos, como por exemplo, identificação de espécies e estudos populacionais. Li algo semelhante para peixes-de-bico (espadartes) no Atlântico Norte. A mesma quantidade de muco também era observada quando manuseávamos os animais para implantar os receptores de telemetria. Na segunda expedição que participei, voltei munido com o meu material para coletar muco de raia: tubo coletor, luvas, espátula de silicone e álcool. Tão logo a primeira raia foi capturada, coletamos o seu muco, passando cuidadosamente a espátula de silicone sobre seu dorso, na

tentativa de causar a menor perturbação possível para aquelas já estressadas raias. Repetimos isso para diversos indivíduos de espécies diferentes. Em laboratório, extraí o DNA do muco, e amplifiquei a região genômica *Cytochrome c Oxydase I* (COI), um gene muito utilizado para taxonomia molecular devido sua alta capacidade de diferenciar espécies. O resultado foi um sucesso, não houve contaminação das amostras, e tínhamos DNA para ser analisado.

Embora os resultados fossem empolgantes, tal empolgação sucumbiu em meio às demandas prioritárias do doutorado. Nesse meio tempo, um estudo muito similar com tubarões também foi publicado, e depois outro com raias mantas. Um banho de água fria! Resultado: engavetei o estudo. No entanto, ao término do meu doutorado, já pensando em um projeto de Pós-Doutorado, lembrei-me de um dos mantras da carreira científica: “publique ou pereça”! Esse mantra não te permite engavetar nenhum estudo, desove tudo! Logo, pensando em impulsionar meu *curriculum* retomei a redação desse estudo que já tinha realizado a coleta de campo, experimento, e já tinha um rascunho do manuscrito. Pensei: a ideia já não é mais original, pois enquanto preparava o artigo, dois artigos semelhantes haviam sido publicados. Pois é, eu disse semelhante e não igual, pois o método de coleta era diferente, a região genômica testada e as espécies também eram diferentes. Logo, com ajuda dos co-autores acima citados e

mais o Professor Alexandre Hilsdorf, escrevemos o artigo e o submetemos para a publicação na revista *Journal of Fish Biology*. E não foi apenas isso, para a minha surpresa fui contatado por uma colunista da prestigiosa revista Forbes interessada em uma reportagem sobre este artigo, o qual foi depois publicado na versão online dessa revista com o título: “*Sex and mucus: uncovering ray’s secrets*”.



As raias produzem bastante muco. Crédito: Ana R. O. Palmeira

Em minha breve carreira eu consegui publicar vários artigos científicos, alguns deles em grandes periódicos científicos e com análises complexas como, por exemplo,

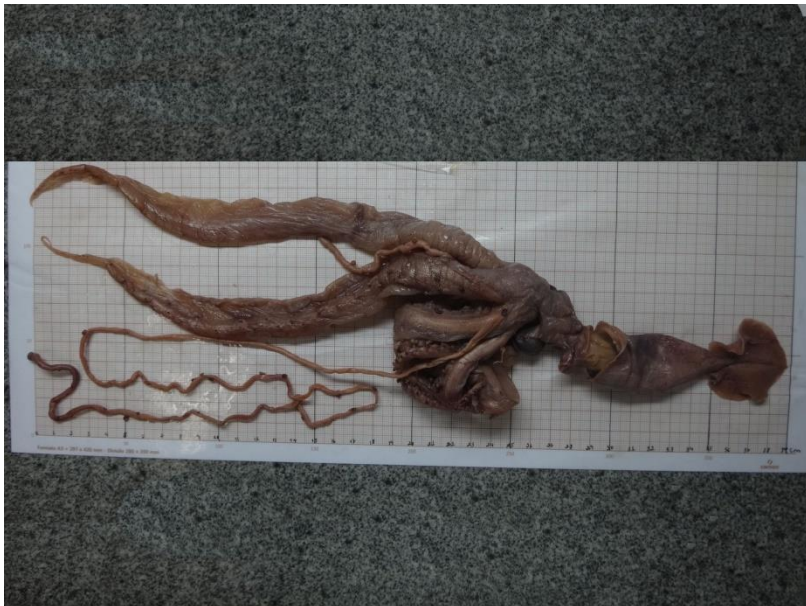
descobrir genes no olho e fígado do tubarão anequim. Mas considero esse artigo bastante surpreendente devido à forma como ele foi idealizado (em campo), como foi subestimado passando alguns anos na gaveta e, por fim, na sua repercussão, sendo publicado em um periódico de grande circulação acadêmica, principalmente para quem estuda peixes, e com uma cobertura em uma prestigiada revista como a Forbes.

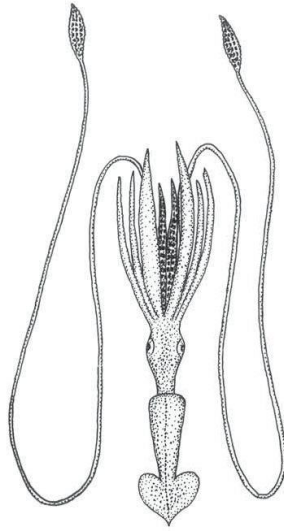
## **Uma lula predada por um tubarão-azul, que mudou um modo de pensar**

*por Teodoro Vaske Júnior*

Era julho de 1990, início do mestrado na FURG, quando dava continuidade aos estudos de alimentação de peixes oceânicos no sul do Brasil. Em um dos vários embarques que tive a oportunidade de realizar, estava a bordo do barco atuneiro Taihei Maru n.3 da pesca comercial de espinhel da frota do porto de Rio Grande. A tarde era de céu azul, mas muito frio, um vento gelado e mar muito agitado perto da elevação Rio Grande, umas 450 milhas da costa do Rio Grande do Sul. A rotina era ficar atento aos peixes que eram capturados pelo espinhel e no momento que os pescadores limpavam os peixes eu fazia a coleta dos estômagos e guardava o material no formol ou congelado. Neste embarque já fui com um propósito e esperança de conseguir exemplares de lulas inteiras que aparecessem já que os grandes peixes como atuns, agulhões e tubarões oceânicos comiam lulas raras e de grandes profundidades. Até então só tinha conseguido bicos ou fragmentos destas lulas raras. Pois nesta tarde, uma onda das grandes bateu no costado do barco. Todos se agarraram onde puderam e a onda varreu o convés, peixes, facas, linhas e boias

caíram no mar e eu, claro, levei meu tombo, saí rolando e parei de pernas pro ar ao lado da tampa da câmara frigorífica. Passado o susto olho para o lado e ali estava ela no piso do convés: Uma lula *Chiroteuthis* que sempre quis ver ao vivo. Levantei e perguntei ao pescador de onde ela surgiu, ele disse que estava no estômago do tubarão-azul que ele estava limpando quando a onda bateu e derrubou tudo. Cambaleando fui pegar a máquina fotográfica na cabine pra bater fotos da lula e do tubarão-azul e torcer para que a revelação do filme ficasse boa. Guardei a lula congelada e na volta ao laboratório na FURG, mostrei a lula pra colega Roberta Aguiar que me confirmou a espécie.





Lula *Chiroteuthis*. Crédito: O próprio autor

Essa lula rendeu conhecimentos e publicações importantes sobre cefalópodes e alimentação de tubarões, inclusive um novo ponto de vista de interpretação sobre predação de tubarões e aves marinhas sobre cefalópodes de profundidade. O exemplar está comigo até hoje na coleção e foi marcante pelo seu modo de obtenção peculiar em um momento de grande perigo que poderia ter terminado muito mal. Graças ao tubarão-azul e a uma onda inesperada de alto mar, que me deixou encharcado e de pernas pro ar, mas feliz ao conseguir



um exemplar inteiro da espécie que torcia para que um dia aparecesse.

## **A bela arraia (quase) acreana**

***por Thiago S. Loboda***

Longa estrada. Para trás ficaram três mil quilômetros e 20 dias de viagem. À frente o sol se punha nas colinas do estado do Acre. O trecho de asfalto da BR-364 terminara no município de Sena Madureira. Estávamos em uma caminhonete D-20 velha, com equipamento de pesca na caçamba, além de algumas bombonas já preenchidas por espécimes de arraias da família Potamotrygonidae (famílias de raias exclusivas de água doce), coletadas tanto no pantanal Mato-Grossense como em Rondônia. O professor Fernando Marques, especialista em parasitas destas arraias, na direção do veículo, e junto dele, mais três alunos da Universidade de São Paulo (um deles, eu), completávamos a equipe. Era julho de 2006, a D-20 chacoalhava, estávamos cansados e a noite chegava às proximidades da cidade de Feijó, que ainda não seria nosso ponto final.

Era 1 hora da madrugada, mostrava meu relógio, quando finalmente nos instalamos em um pequeno hotel no município de Tarauacá, esse sim nosso objetivo. Quer dizer quase, pois o Tarauacá que procurávamos era outro, o rio. No dia seguinte, nosso contato na cidade, nos apresentou a equipe

de barco que nos conduziria rio abaixo, e na outra manhã, já descíamos o Tarauacá. Assim como a grande maioria dos rios amazônicos, o Tarauacá é um rio meândrico, ou seja, um rio sinuoso com muitas curvas, o que deixa a viagem de barco, mesmo quando a favor da corrente, bem vagarosa. O interessante dos rios meândricos é que ao longo de anos e décadas, eles alteram seus cursos e suas curvas, deixando no entorno de seus percursos inúmeros lagos residuais. E esse era nosso objetivo: coletar nos lagos residuais, os quais na época seca (junho, julho, agosto) represam muitos peixes, incluindo as arraias.

Lago Arara, um lago residual do Tarauacá em forma de ferradura, foi nosso ponto de parada por indicação dos barqueiros. Uma antiga curva do rio que foi separada de seu fluxo principal há décadas. O Tarauacá estava tão baixo, que para acessarmos o lago subimos um pequeno morro íngreme e caminhamos algumas centenas de metros mato adentro. Aos olhos de um biólogo do sudeste, a visão deste lago amazônico era espetacular: águas escuras, mato fechado e muitas aves, incluindo maritacas, maracanãs e papagaios. Um morador com residência próxima ao lago nos emprestou uma pequena canoa e instalamos redes de espera, enquanto vislumbrávamos a bela paisagem ao redor.

Arraias da família Potamotrygonidae têm um ponto a favor comparando-as com outras espécies de tubarões e

arraias: são os únicos dentre os peixes cartilaginosos adaptados para viver em água doce, enquanto a vasta maioria de seus parentes é exclusivamente marinha. Além disso, outra característica notável nestas arraias é o seu padrão de coloração, tanto no dorso do disco (o corpo delas) quanto no dorso da cauda. Dentre as quase 40 espécies conhecidas, cada uma tem seu padrão de coloração: umas são negras com bolinhas brancas, outras marrons com manchas amarelas e laranjas que parecem olhos, outras são beges com manchas em forma de rede espalhadas por todo o disco e cauda, além de outros tipos. Mas voltemos ao lago Arara. Após espera de uma tarde inteira, subimos as redes para a canoa, e para nossa surpresa, coletamos muitas arraias de pequeno porte já adultas (25 centímetros de diâmetro de disco). O mais surpreendente foi seu padrão de colorido. Algumas tinham uma coloração cinza-azulada, outras marrom, mas todas continham séries de grandes manchas marrom-claras e beges, de formatos variados e contornos de linhas escuras. Muitas apresentavam manchas em formatos que lembravam letras. Olhávamos uns para os outros com a satisfação de estarmos diante de uma possível espécie nova, inclusive uma das arraias mais belas que já tínhamos visto!

Laboratório de Ictiologia, Instituto de Biociências, campus USP capital, 12 anos depois: era maio de 2018 quando João Paulo Capretz, também especialista em

potamotrigonídeos, me pergunta sobre aquela “bonita arraia do Acre” coletada em 2006. Trabalhei com ela em meu mestrado entre os anos de 2008 e 2010, mas desde então nunca mais havia analisado elas. João e eu decidimos investigá-la.

Ictiólogos (biólogos que estudam peixes) quando suspeitam estar diante de alguma espécie nova visitam museus nacionais e internacionais para comparar com espécies já descritas armazenadas em coleções destas instituições. Como eu e o João já tínhamos visitados os principais museus do Brasil e do mundo para estudar essas arraias, possuíamos uma boa base de dados comparativa que nos ajudou a verificar se a bonita arraia do Acre poderia ser uma espécie nova. E de fato, constatamos que se tratava de uma nova espécie para a ciência, com quase nenhum espécime semelhante catalogado nessas coleções. Na verdade, seria uma nova espécie endêmica do Acre (que só ocorreria naquele estado) até uma visita de verificação que fizemos no final de 2018 na coleção de peixes do Museu de Zoologia da USP (MZUSP).

Visitas como essa são rotineiras para os taxonomistas, e podem reservar várias surpresas. Até início de dezembro (época da visita) nosso trabalho já estava bem adiantado, quase finalizado para dizer a verdade, mas um espécime que encontramos na coleção do MZUSP mudou nossos planos. O espécime MZUSP 117783 foi coletado na Ilha de Marajó e, apesar da nossa grande desconfiança, todos as características

apontavam que se tratava de um indivíduo da nossa nova espécie do Acre. E por causa dele, nossa nova espécie deixou de ser exclusiva do Acre.



*Potamotrygon marquesi*. Crédito: O próprio autor

Revisamos e reescrevemos o trabalho. Por termos encontrado apenas o espécime MZUSP 117783 da nossa nova espécie coletado fora do estado do Acre fizemos uma comparação mais detalhada deste indivíduo com indivíduos de outras espécies dessas arraia da ilha de Marajó para que não houvesse dúvidas que se tratava da mesma espécie. Por fim constatamos que estávamos diante de uma nova espécie de

arraia amazônica, que apenas tinha uma amostragem de coleta um tanto peculiar: dois pontos de coleta na mesma bacia hidrográfica, mas 3.000 quilômetros distantes! O ano de 2019 chegou, e nosso trabalho foi revisado, aceito e publicado.

E em especial, homenageamos o próprio Fernando Marques, batizando esta nova espécie amazônica, quase acreana, com seu sobrenome: *Potamotrygon marquesi*. Assim como muitos pesquisadores, Fernando contribuiu com a coleta de muitas dessas arraias para a coleção de potamotrigonídeos do MZUSP, e achamos justo homenageá-lo. Ainda mais pela participação direta dele nas expedições que contribuíram para descobrirmos essa bela arraia.

## **Raias de água doce, colonizadoras de sucesso?**

***por Vanessa Paes da Cruz & Fausto Foresti***

A história começa em 1960 no coração da América do Sul e tem como tema a construção de novas usinas hidrelétricas no país. Uma possibilidade de grande potencial foi encontrada no Rio Paraná, na região da Cachoeira de Sete Quedas, próxima ao município de Guaíra, Estado do Paraná, que apresentava características únicas e ideais para a construção da hidrelétrica, por apresentar longo cânion a jusante dos saltos. Este local também era identificado como uma importante barreira hidrográfica natural, determinante do isolamento de muitas espécies de peixes, por não conseguirem transpor as quedas existentes nas cachoeiras.





Sete Quedas antes e depois do alagamento para construção da UHE Itaipu.

Crédito: Itaipu Binacional

Escolhido o local, durante o período de 1972 – 1974 foi iniciada a construção do que viria a ser uma das maiores usinas hidrelétricas do mundo: a Itaipu Binacional. Após o completo enchimento que se iniciou em 1982, o obstáculo natural deixou de existir. Com isso, espécies antes presentes apenas à jusante (parte abaixo) de Sete Quedas passaram a ocorrer também no

trecho situado à montante de Guaíra. Tendo em vista o grande número de hidrelétricas existentes ao longo do Rio Paraná e o fato de muitos desses contarem com eclusas e escadas de peixes, estes facilitaram o livre transito dos organismos em novas regiões à montante de Itaipu.

Entre as espécies de peixes que realizaram este processo de dispersão e invasão após o alagamento, podem ser citadas as arraia de água doce, que pertencem à subfamília Potamotrygoninae. Este é o único grupo dentre raias e tubarões, restrito ao ambiente de água doce. As espécies *Potamotrygon amandae* e *Potamotrygon falkneri* vêm sendo capturadas ao longo do Rio Paraná e seus afluentes e com grande frequência desde 2007 em regiões próximas aos estados do Paraná (Foz do Iguaçu, Porto Mendes, Porto Rico) e São Paulo (Ilha Solteira). Estas espécies apresentam uma cor de fundo dorsal acinzentada ou marrom, com ocelos bicolores no disco dorsal ou pintas amarelas, e ainda, de forma menos frequente, podem ser encontrados alguns indivíduos sem ocelos. Tais arraia são bastante ativas e mostram um comportamento agressivo quando pescadas, podendo ocasionar graves acidentes com os ferrões, que apresentam toxinas que podem causar necrose e infecções bacterianas, que frequentemente implicam em incapacidade física temporária ou permanente.

Durante a nossa pesquisa com o uso de marcadores moleculares nucleares e mitocondriais, identificamos uma diferenciação genética excepcionalmente baixa entre as populações de *Potamotrygon amandae* em diferentes regiões do Rio Paraná, que poderia ser decorrente da grande capacidade de dispersão desta espécie em longas distâncias. A variação genética identificada em *Potamotrygon falkneri* apresentou populações bem definidas, podendo ser destacada a população de Porto Mendes - PR que mostrou características genéticas únicas.

É importante enfatizar que as espécies em estudo também ocorrem na bacia do Rio Paraguai. Este rio é a artéria central da região do Pantanal, identificada como o maior ecossistema tropical de planície de inundação. O rio Paraguai se conecta ao rio Paraná em Corrientes - Argentina, a jusante da barragem hidrelétrica de Itaipu. Há relatos de que, durante os períodos de cheia, o rio Paraguai pode se conectar com a Bacia do Paraná através dos rios Pardo e Coxim. Diante disso, uma hipótese que poderia ser postulada é de que o grupo de raias de *Potamotrygon falkneri* encontrado em Porto Mendes poderia constituir parte do estoque genético já existente na Bacia do Rio Paraguai, o que resultou em uma diferença única encontrada em nossas pesquisas nas comparações com as demais localidades deste ecossistema.

Enfim, estas espécies de raias que ocorriam apenas na região do Baixo e Médio Paraná, hoje são encontradas estabelecidas no Médio Tietê, seguindo o processo de ocupação e colonização de novos sítios deste ecossistema.

## **A verdade está lá fora!**

***por Venâncio Guedes de Azevedo***

O início de meu trabalho com os elasmobrânquios remonta a 1997, apesar de sempre admirar este grupo de animais. Na época ingressei no Programa REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva) para trabalhar junto com o amigo Jorge Kotas e Silvio dos Santos no Sub-projeto: Avaliação Estatística de Elasmobrânquios nas pescarias direcionadas aos tubarões e raias no Sudeste-Sul do Brasil.

O início das atividades ocorreu em Ubatuba-SP, onde realizamos embarques na frota com a finalidade de conhecer a pescaria, coletar de dados bioestatísticos dos animais capturados e observação da distribuição das áreas de pesca, além do acompanhamento semanal dos desembarques de carcaças, de entrevistas com os mestres dos barcos e levantamento das características físicas da frota e das artes de pesca. Tratou-se de um trabalho pioneiro calcado na insistência e teimosia, pois era o momento de quebrar barreiras com o setor pesqueiro para sermos “aceitos” nos pontos de desembarques e a bordo das embarcações pesqueira. Na época, os pescadores nos tratavam com desconfiança, visto que para

eles fiscalização, pesquisa e universidade eram sinônimos. Em Ubatuba, monitoramos os emalhes de superfície e de fundo realizando viagens de 15 a 20 dias. Como as embarcações eram pequenas, por vezes sem beliche, geralmente sem banheiro, a maior parte dos embarques foi feita com apenas uma pessoa para fazer todo o trabalho de amostragem biológica dos exemplares de tubarões martelos, anequins e outras espécies que eventualmente eram capturadas. Para facilitar nossa vida a bordo, compramos gravadores à pilha que iniciavam a gravação automaticamente. Assim, na primeira vez que fui amostrar estava de macacão oleado com o gravador por dentro, na hora de registrar os dados coloquei a cabeça dentro do macacão e comecei a gritar os dados na forma de códigos, visto o grande barulho do motor do barco. Assim que completei o registro notei que todos a bordo estavam parados, assustados e com os olhos arregalados. Em seguida mostrei o gravador expliquei o que fazia. Isso gerou boas risadas a bordo e até hoje me lembro da cara deles. No emalhe de fundo, cheguei a ver embarcado grandes capturas de cação-anjo, daquelas de tomar todo o convés da embarcação. Na etapa seguinte do REVIZEE nos mudamos para Santa Catarina para monitorar a frota de barcos espinheleiros de Itajaí-SC. Isso foi em 1998 e era o início da utilização do espinhel tipo “americano” ou *Longline*. As viagens duravam por volta de 30 dias e a pescaria era centrada na área da elevação do Rio Grande, a 1.100 milhas náuticas da costa.

Era como estivéssemos rumo à fronteira, não havia muitas embarcações realizando esta pescaria e isso nos dava certa sensação de insegurança em função de estar tão distante à mercê do meio e ao mesmo tempo de calma, pois não teria muito a fazer em caso de ocorrer algo “lá fora”. Lá tudo é maior e tem mais força. Este sentimento de estar à mercê do meio remete a outro, a humildade.

O que chamava atenção eram as quantidades de tubarões azuis; ocorreram lances em que tivemos que parar a amostragem, haja vista a quantidade de exemplares no convés. Também do encontro com grandes exemplares de raposas, mantas e anequins. Estas viagens proporcionaram vivências indescritíveis. Foram inúmeros embarques realizados e acompanhar as mudanças nas pescarias e nas das capturas.



Tubarão fígado por espinhel. Crédito: O próprio autor

Um ponto que considero relevante refere-se a um dos objetos menos estudados na pesca: o elemento humano. A vivência a bordo e nos pontos de desembarque ajuda muito na compreensão de como funciona a pescaria e nenhum trabalho escrito pode a substituir. Por outro lado, esse “*big brother*” náutico testava nossos limites...

De início, o comportamento dos pescadores parecia por vezes como teatral, distante da forma que realmente trabalham. Acredito que se deve ao receio e insegurança de ter um pesquisador (um estranho) a bordo. Uma forma que tive para contornar a situação e deixá-los à vontade, agindo naturalmente, foi primeiramente retirar o estigma de que representava uma ameaça a eles e trazer para o convívio elementos que os deixavam à vontade, fosse através de pacotes de cigarros (que eram liberados perto do final da viagem, quando eles não tinham mais), palavrões regionais, conversas sobre as áreas de origem dos pescadores, sobre a vida deles, dentre outros.

Na minha percepção, a pesquisa pesqueira (não só para elasmobrânquios) não deve ser resumir a apenas uma cena de todo o filme: deve-se buscar ter a compreensão de sua totalidade – trabalho a bordo (ver o que realmente acontece – “a verdade está lá fora...”), nos pontos de desembarque e em laboratório, integrando teoria à prática e estando aberto para aprender com os atores envolvidos.



# **Elasmobrânquios sob cuidados humanos**

***por Venâncio Guedes de Azevedo***

Os elasmobrânquios sempre representaram uma atração em aquários e oceanários. A manutenção destes animais sob cuidados humanos é uma temática que divide opiniões, tanto para o público em geral quanto para os cientistas. A experimentação com animais vivos, tanto em instituições de pesquisa quanto em empreendimentos destinados a visitação pública possui uma série de vantagens, onde se destacam principalmente a replicabilidade dos experimentos em condições controladas e a realização de trabalhos multidispliplinares.

Por outro lado, a manutenção destes animais em cativeiro não é uma tarefa simples, visto o desafio em deixar o recinto o mais próximo do ambiente onde vivem (natural) e de controlar os compostos que podem ser nocivos aos animais.

A título de exemplo: até um tempo atrás, discutia-se entre os cientistas que os elasmobrânquios não se reproduziam em cativeiro e tal fato ocorria apenas quando as fêmeas vinham prenhas para o recinto. Em 1996 um casal de raia-ticonha foi capturado em cerco flutuante no litoral norte de São Paulo para compor fauna de recinto para exposição. Eu estava presente na

ocasião da captura, inclusive quando o animal furou o bote inflável com o ferrão e tivemos que voltar navegando às pressas. Este casal permaneceu no recinto por vinte e dois anos, reproduziu e gerou filhote por duas vezes. A ficha da espécie no *FISHBASE* e *IUCN* indica uma expectativa de tempo de vida de 18 anos ou mais, sendo que estes exemplares chegaram adultos ao recinto e lá permaneceram por 22 anos e se reproduziram... resultado das boas condições encontradas.

Em nosso país vem aumentando o número de aquários e oceanários, e como certamente terão elasmobrânquios em seus respectivos acervos, dá-se a necessidade de que estes animais recebam um manejo adequado e que possamos aprender mais sobre a biologia e fisiologia dos mesmos, para lhes proporcionar maior bem-estar.



Coleta de sangue de raia-viola para estudos. Crédito: O próprio autor

Diversas são as formas de ação que contribuem para a tão necessária conservação deste grupo de animais e a manutenção destes animais em cativeiro é uma opção, sendo útil para o desenvolvimento de estudos científicos (biologia e fisiologia) e também servindo como uma ferramenta educativa para salientar a importância deste grupo de animais.

A maior parte dos estudos realizados com elasmobrânquios apresenta ligação direta com a atividade pesqueira e por consequência acabam por trabalhar com animais mortos. Pessoalmente, sinto-me privilegiado por trabalhar nesta área temática tão pouco desenvolvida e valorizada, não só em nosso país. O potencial em se trabalhar com animais vivos é enorme, porém demasiadamente complexo, necessitando de sólido conhecimento multidisciplinar.

## Referências

- Afonso, A. S., Hazin, F. H. V., Barreto, R. R., Santana, F. M., & Lessa, R. P. (2012). Extraordinary growth in tiger sharks *Galeocерdo cuvier* from the South Atlantic Ocean. *Journal of fish biology*, 81(6), 2080-2085.
- Albert, C., Luque, G. M., & Courchamp, F. (2018). The twenty most charismatic species. *PloS one*, 13(7), e0199149.
- Alípio de Miranda-Ribeiro, na publicação “Fauna Brasileira”, em 1907 Victor Sadowski (1909-1990)
- Amorim A.F. e Arfelli, C.A. (1989) (ed.). Informe da 2a e 3a Reuniões do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil, Instituto de Pesca, 44p.
- Amorim, A.F. e Arfelli, C.A. (1991) (ed.). Informe da 4a Reunião do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil. Instituto de Pesca, 43p.
- Amorim, A.F. e Arfelli, C.A. (1991) (ed.). RESUMOS-Encontro Nacional de Pesca e Aquicultura, Santos, 22 a 26 de julho de 1991, Instituto de Pesca, Santos, 99p.
- Amorim, A.F. E Arfelli, C.A.(1986) (eds.). Informe da 1a Reunião do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil e Catálogo de Informações sobre Tubarões e Raias, Instituto de Pesca, 55p.
- Araújo, M.L.G.; Lessa, R.P.T.; Monjeló, L.A. S. (2010). Seasonal Histological Changes of Testis in Males of Ocellate Freshwater Stingray *Potamotrygon motoro* of the Rio Negro Basin,

- Amazonas, Brazil. Proceedings of the 4th Workshop on Gonadal Histology of Fishes. Pages 198-199 in Wyanski, D.M. and Brown-Peterson, N.J. (Eds.) Proceedings of the 4th Workshop on Gonadal Histology of Fishes. El Puerto de Santa Maria, Spain. <http://hdl.handle.net/10261/24937>.
- Bornatowski, H., Loose, R., Sampaio, C. L. S., Gadig, O. B. F., Carvalho-Filho, A., & Domingues, R. R. (2018). Human introduction or natural dispersion? Atlantic Ocean occurrence of the Indo-Pacific whitetip reef shark *Triaenodon obesus*. *Journal of Fish Biology*, 92(2), 537-542.
- Cailliet, G. M., & Goldman, K. J. (2004). Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In 'Biology of Sharks and Their Relatives'.(Eds JC Carrier, JA Musick and MR Heithaus.) pp. 399-447.
- Capretz Batista da Silva, J. P., & da Silva Casas, A. L. (2020). Morphological deformities in the pelvic fin and clasper in specimens of *Potamotrygon marquesi* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygoninae). *Journal of Applied Ichthyology*, 36(2), 189-196.
- Capretz Batista da Silva, J. P., & Silva Loboda, T. (2019). *Potamotrygon marquesi*, a new species of neotropical freshwater stingray (Potamotrygonidae) from the Brazilian Amazon Basin. *Journal of fish biology*, 95(2), 594-612.
- Carter, N. H., & Linnell, J. D. (2016). Co-adaptation is key to coexisting with large carnivores. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(8), 575-578.

- Carvalho, M.R., Lovejoy, N.R., Rosa, R.S. (2003). Family Potamotrygonidae (river stingrays). In: Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris Jr., C.J. (orgs.). Check List the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. 329-347.
- Castro, A. L., & Rosa, R. S. (2005). Use of natural marks on population estimates of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, at Atol das Rocas Biological Reserve, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 72(2), 213-221.
- Chapman, D. D., Prodöhl, P. A., Gelsleichter, J., Manire, C. A., & Shivji, M. S. (2004). Predominance of genetic monogamy by females in a hammerhead shark, *Sphyrna tiburo*: implications for shark conservation. *Molecular Ecology*, 13(7), 1965-1974.
- de Sousa Rangel, B., Hussey, N. E., Niella, Y., Martinelli, L. A., Gomes, A. D. O., & Moreira, R. G. (2020). Neonatal nutritional strategy of a viviparous elasmobranch with extremely low reproductive output. *Marine Ecology Progress Series*, 638, 107-121.
- Dulvy NK, Harisson LR, Carlson JK et al (2014) Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *elife* 3:e00590.
- Duncan, K. M., Martin, A. P., Bowen, B. W., & De Couet, H. G. (2006). Global phylogeography of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*). *Molecular ecology*, 15(8), 2239-2251.
- Ebert, D. A., & Stehmann, M. F. (2013). Sharks, batoids and chimaeras of the North Atlantic. FAO, Roma (Italia)..
- Feitosa, L. M., Martins, A. P. B., Nunes, J. L. S. (2017). Sawfish (Pristidae) records along the Eastern Amazon Coast. *Endangered Species Research*, 34: 229-334.

- Feitosa, L. M., Martins, A. P. B., Nunes, J. L. S. (2017). Sawfish (Pristidae) records along the Eastern Amazon coast. *Endangered Species Research*, 34, 229-234.
- Garrone-Neto, D., & Sazima, I. (2009). The more stirring the better: cichlid fishes associate with foraging potamotrygonid rays. *Neotropical Ichthyology*, 7(3), 499-501.
- Haddad JR, V. (2008). Animais aquáticos potencialmente perigosos no Brasil: guia médico e biológico. Editora Roca. ISBN 8572416722.
- Hazin, F. H., & Afonso, A. S. (2014). A green strategy for shark attack mitigation off Recife, Brazil. *Animal Conservation*, 17(4), 287-296.
- Hazin, F. H., Burgess, G. H., & Carvalho, F. C. (2008). A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992–2006. *Bulletin of Marine Science*, 82(2), 199-212.
- Holmes, B. J., Pope, L. C., Williams, S. M., Tibbetts, I. R., Bennett, M. B., & Ovenden, J. R. (2018). Lack of multiple paternity in the oceanodromous tiger shark (*Galeocerdo cuvier*). *Royal Society Open Science*, 5(1), 171385.
- Ingham, H. R. W., Neumann, D. L., & Waters, A. M. (2015). Empathy-related ratings to still images of human and nonhuman animal groups in negative contexts graded for phylogenetic similarity. *Anthrozoös*, 28(1), 113-130.
- ISAF (2019). International Shark Attack File. 01 May 2018. [www.flmnh.ufl.edu/fish/sharks/ISAF.htm](http://www.flmnh.ufl.edu/fish/sharks/ISAF.htm).
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of human evolution*, 51(1), 1-35.

- Johnson, R. H., & Nelson, D. R. (1973). Agonistic display in the gray reef shark, *Carcharhinus menisorrhah*, and its relationship to attacks on man. *Copeia*, 76-84.
- Ketelaar, T. (2004). Lions, tigers, and bears, oh God!: How the ancient problem of predator detection may lie beneath the modern link between religion and horror. *Behavioral and Brain Sciences*, 27(6), 740-741.
- Lamarca, F., Ribeiro, N., Galheigo, F., & Vianna, M. (2017). The first record of *diprosopus tetrophthalmus* in the South Atlantic Ocean: The case of *Prionace glauca* (Elasmobranchii: Carcharhiniformes: Carcharhinidae) in Brazil. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* 47(4):385-389. DOI: 10.3750/AIEP/02226
- Last, P., Naylor, G., Séret, B., White, W., de Carvalho, M., & Stehmann, M. (Eds.). (2016). *Rays of the World*. CSIRO Publishing. 800 pp.
- Leigh, S. C., Papastamatiou, Y. P., & German, D. P. (2018). Seagrass digestion by a notorious ‘carnivore’. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1886), 20181583.
- Lessa, R., Batista, V. S., & Santana, F. M. (2016). Close to extinction? The collapse of the endemic daggnose shark (*Isogomphodon oxyrhynchus*) off Brazil. *Global Ecology and Conservation*, 7, 70-81.
- Loboda TS, Carvalho, MR. (2013). Systematic revision of the *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) species complex in the Paraná-Paraguay basin, with description of two new



- ocellated species (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). Neotropical Ichthyology 11(4): 693-737.
- Lowry, D., de Castro, A. L. F., Mara, K., Whitenack, L. B., Delius, B., Burgess, G. H., & Motta, P. (2009). Determining shark size from forensic analysis of bite damage. Marine Biology, 156(12), 2483-2492.
- Martins, A. P. B., Silva-Filho, Feitosa, L. M., Nunes e Silva, L.P., Almeida, Zafira da Silva de, &
- Martins, M. F., Rolim, F. A., & Gadig, O. B. (2020). Report on fetal mummification in the scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini*. Journal of Fish Biology.
- Mazzoleni, R. C., & Schwingel, P. R. (1999). Elasmobranch species landed in Itajaí harbor, Southern Brazil. Notas Técnicas. FACIMAR, 3, 111-118.
- Nelson, D. R., Johnson, R. R., McKibben, J. N., & Pittenger, G. G. (1986). Agonistic attacks on divers and submersibles by gray reef sharks, *Carcharhinus amblyrhynchos*: antipredatory or competitive?. Bulletin of Marine Science, 38(1), 68-88.
- Nielsen, J., Hedeholm, R. B., Heinemeier, J., et al. (2016). Eye lens radiocarbon reveals centuries of longevity in the Greenland shark (*Somniosus microcephalus*). Science, 353(6300), 702-704.
- Nunes, J. L. S., & Piorski, N. M. (2009). A dorsal fold in *Gymnura micrura* (Bloch and Scheneider, 1801) (Chondrichthyes: Gymnuridae). Brazilian Archives of Biology and Technology, 52, 479-482.

- Nunes, J. L. S, Rincon-Filho, G., Piorski, N. M., Martins, A. P. B. (2016). Near-term embryos in a *Pristis pristis* (Elasmobranchii: Pristidae) from Brazil. *Journal of Fish Biology*, 89,1112-1120.
- Nunes, J. L. S. (2015). Sexual dimorphism of sharks from the Amazonian Equatorial Coast. *Universitas Scientiarum*, 20, 297-304.
- Ogburn, M. B., Bangley, C. W., Aguilar, R., Fisher, R. A., Curran, M. C., Webb, S. F., & Hines, A. H. (2018). Migratory connectivity and philopatry of cownose rays *Rhinoptera bonasus* along the Atlantic coast, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 602, 197-211.
- Packer C, Swanson A, Ikanda D, Kushnir H (2011) Fear of Darkness, the Full Moon and the Nocturnal Ecology of African Lions. *PLoS ONE* 6(7): e22285.
- Pepin-Neff, C. L., & Wynter, T. (2018). Reducing fear to influence policy preferences: An experiment with sharks and beach safety policy options. *Marine Policy*, 88, 222-229.
- Queiroz, N., Humphries, N. E., Couto, A., et al. (2019). Global spatial risk assessment of sharks under the footprint of fisheries. *Nature*, 572(7770), 461-466.
- Ramos, R.M. A.; Siciliano, S. & Ribeiro, R. 2010. Monitoramento da biota marinha em navios de sismica: seis anos de pesquisa (2001-2007). Vitória, ES: Everest Tecnologia em Serviços. Disponível em: <  
<http://ramosetal2010.blogspot.com/2010/08/monitoramento-da-biota-marinha-em.html>>

- REVIZEE, M. P. (2006). avaliação do potencial sustentável de recursos vivos da Zona Econômica Exclusiva do Brasil–relatório executivo. Brasília: MMA.
- Reyna, V. F., & Brainerd, C. J. (2008). Numeracy, ratio bias, and denominator neglect in judgments of risk and probability. *Learning and individual differences*, 18(1), 89-107.
- Rølvåg, T.; Hagen, A. B.; Hagen, T. B. 2020. Shark attacks on offshore streamer cables. *Engineering Failure Analysis* 110: 104403.
- Ropeik, D. (2010). *How Risky Is It, Really?.* McGraw-Hill Professional Publishing.
- Ruivo, U.E. et alii (1992) (ed.). Documento Técnico (Anais)-Encontro Nacional de Pesca e Aquicultura, Santos 22 a 26 de julho de 1991, Instituto de Pesca, Santos, 80p.
- Sadowsky, V. (1967). *Selachier aus dem Litoral von Sao Paulo, Brasilien: Mit 1 abbildung.* *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 5(2), 71-88.
- Santana, F. M. (2001). *Taxas de Crescimento Populacional Intrínseco de Tubarões: uma contribuição para o plano de manejo de elasmobrânquios no Brasil.* Dissertação de mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal de Pernambuco–UFPE, Recife).
- Santana, F. M., Feitosa, L. M., & Lessa, R. P. (2020). From plentiful to critically endangered: Demographic evidence of the artisanal fisheries impact on the smalltail shark (*Carcharhinus porosus*) from Northern Brazil. *Plos one*, 15(8), e0236146.

- Santander-Neto, J., & Lessa, R. (2013). Hermaphroditic small-eyed roundray (*Urotrygon microphthalmum*) from north-eastern Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 6.
- Smith, S. E., Au, D. W., & Show, C. (1998). Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Marine and Freshwater Research*, 49(7), 663-678.
- Sunquist, M. E. & Sunquist, F. C. (1989) Ecological constraints on predation by large felids. In: *Carnivore behavior, ecology, and evolution*, ed. J. L. Gittleman. Cornell University Press.
- Treves, A. & Bruskotter, J.T. (2014) Tolerance for predatory wildlife. *Science* 344, 476–477.
- Treves, A. & Naughton-Treves, L. (1999) Risk and opportunity for humans coexisting with large carnivores. *Journal of Human Evolution* 36, 275–82.
- Wosnick, N., Palmeira, A. R. O., & NUNES, J. L. (2019). E-letter–Pinocchioland: the role of the Brazilian Amazonian coast in elasmobranch conservation. *Science (New York, NY: Online)*, 334, 1-1.