

IO-USPeople na Fronteira da Vida no Oceano

A Ciência que fazemos para o
oceano que queremos

Organizadoras

Camila Negrão Signori

Anna Thereza S. A. Silva



INSTITUTO
OCEANOGRÁFICO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



IO-USPeople na Fronteira da Vida no Oceano

A Ciência que fazemos para o
oceano que queremos

Organizadoras

Camila Negrão Signori

Anna Thereza S. A. Silva

Instituto Oceanográfico, USP - São Paulo, 2022.



Autores

Ana Maria Setubal Pires Vanin
Camila Negrão Signori
Eduinetty Ceci Pereira Moreira de Sousa
Joseph Harari
Marcos César de Oliveira Santos
Mary de los Angeles Gasalla
Michel Michaelovitch de Mahiques
Sueli Susana de Godoi
Tito Monteiro da Cruz Lotufo
Vicente Gomes
Vivian Helena Pellizari
Yara Schaeffer Novelli
Flávia Saldanha-Corrêa
Monica Angélica Varella Petti
Mario Katsuragawa
Maria Luiza Chisté Flaquer da Rocha
Maria de Lourdes Zani-Teixeira
Sergio Teixeira de Castro
Fabiano da Silva Attolini
Jorge Gruda
Carla Isobel Elliff
Cláudia Akemi Pereira Namiki
Diogo Destro Barcellos

Julio Cezar Fornazier Moreira
Leandra Regina Gonçalves
Luciana Figueiredo Prado
Luciana Yokoyama Xavier
Natascha Menezes Bergo
Paula Carpintero de Moraes
Tailisi Hoppe Trevizani

Revisão

Anna Thereza dos Santos Alves Silva

Diagramação

Maithê Kapor de Brito

Primeira Edição.

A diagramação foi feita com a plataforma *Canva*, e algumas imagens utilizadas são de seu banco de imagens livres.

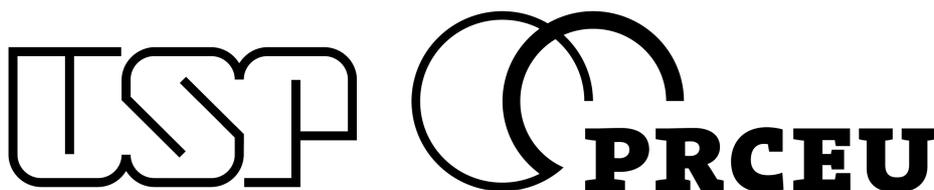
Foto da capa: Maithê Kapor de Brito

É proibida a comercialização deste livro eletrônico.

Realização



Apoio



IO-USPeople na fronteira da vida no oceano: A Ciência que fazemos para o oceano que queremos / Camila Negrão Signori ... [et al.]

São Paulo: Instituto Oceanográfico, 2022.

ISBN: 978-85-98729-41-1

Formato: Livro Digital

Veiculação: Digital

Apresentação

Por: Camila Negrão Signori
Anna Thereza dos Santos Alves Silva

Este livro eletrônico está inserido no contexto do projeto "IO-USPeople na Fronteira da Vida no Oceano: avançando na disseminação da cultura oceânica", com o objetivo de levar o conhecimento sobre o oceano à sociedade. O termo cultura oceânica foi criado no começo do século XXI e definido por Cava et. al (2005) como "a compreensão da influência do oceano no indivíduo e sua influência no oceano". Dessa forma, foram estabelecidos os seguintes princípios:

1. A Terra tem um oceano global e muito diverso;
 2. O oceano e a vida marinha têm uma forte ação na dinâmica da Terra;
 3. O oceano exerce uma influência importante no clima;
 4. O oceano permite que a Terra seja habitável;
 5. O oceano suporta uma imensa diversidade de vida e ecossistemas;
 6. O oceano e a humanidade estão fortemente interligados dentro de um sistema socioecológico.
 7. Há muito por descobrir e explorar do oceano.
- Santoro et. al (2020).

É esperado que uma pessoa com cultura oceânica, tenha adquirido capacidade para:

- Entender os princípios essenciais e conceitos principais sobre o oceano;
- Conseguir comunicar sobre o oceano de maneira signifi-

cativa;

- Tomar decisões conscientes e responsáveis sobre o oceano e seus recursos.

Nesse âmbito, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, incluindo o ODS 14, que corresponde à "Vida na Água", o qual visa "conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável". Além disso, em 2017, a UNESCO determinou que entre 2021 e 2030 seria a "Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável" (Década do Oceano), voltada para "a Ciência que precisamos para o oceano que queremos" (slogan que inspirou o título dessa obra) a fim de obter os resultados a seguir:

1. Um oceano limpo onde as fontes de poluição são identificadas e reduzidas ou removidas;
2. Um oceano saudável e resiliente onde os ecossistemas marinhos são compreendidos, protegidos, restaurados e gerenciados;
3. Um oceano produtivo apoiando o fornecimento de alimentos sustentáveis e uma economia oceânica sustentável;
4. Um oceano previsto onde a sociedade entende e pode responder às mudanças das condições do oceano;
5. Um oceano seguro onde a vida e a subsistência são

protegidas dos perigos relacionados ao oceano;

6. Um oceano acessível com acesso aberto e equitativo a dados, informação e tecnologia e inovação;

7. Um oceano inspirador e envolvente onde a sociedade entende e valoriza o oceano em relação ao bem estar humano e ao desenvolvimento sustentável.

UNESCO (2021)

Apesar de dividirmos geopoliticamente, há um só oceano interligado que exerce influência em todo o planeta. Ao reconhecer sua importância, esperamos que a sociedade estabeleça uma relação cada vez mais consciente com o mar a fim de usá-lo de forma mais respeitosa e sustentável, além de buscar meios para mitigar problemas como as mudanças climáticas, a acidificação do oceano e a pesca excessiva, ameaças de impacto global, regional e local.

Sendo assim, este livro possui a finalidade de divulgar à sociedade algumas das inúmeras ações promovidas por docentes, funcionários e pesquisadores de Pós-Doutorado do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP) que contribuem para que o ODS 14 e os resultados da Década do Oceano sejam alcançados. São apresentados textos contendo relatos livres e fotografias de alguns docentes, funcionários e pesquisadores de Pós-Doutorado que representam uma pequena amostra das pessoas que fazem o



Instituto (IO-USPeople).

O livro eletrônico é uma singela homenagem a todos - docentes, funcionários, pesquisadores, estudantes de Pós-Graduação e Graduação - que estiveram ou estão no IO-USP, contribuindo para os avanços no conhecimento sobre o mar e o reconhecimento de sua importância para a vida no planeta.

Boa leitura!

SUMÁRIO

1. O Instituto Oceanográfico da USP	12
Anna Thereza dos Santos Alves Silva	
2. Docentes	13
Linha de pesquisa dos docentes do IO-USP	
2.1 Conhecimento e Sustentabilidade do Ecossistema Bêntico Marinho	14
Ana Maria Setubal Pires-Vanin	
2.2 Diminuição dos impactos antrópicos sobre o oceano preservando a "Vida na água - ODS 14"	21
Eduinetty Ceci Pereira Moreira de Sousa	
2.3 Quantificando e avaliando os impactos das mudanças climáticas com modelagens numéricas	27
Joseph Harari	
2.4 Em um mar de baleias e de golfinhos na costa paulista	32
Marcos César de Oliveira Santos	
2.5 A Oceanografia Pesqueira, a economia marítima, e o manejo dos recursos naturais revelam o universo da pesca e sua dimensão social	39
Maria de los Angeles Gasalla	
2.6 Estudos do fundo marinho, a ODS 14 e a Década dos Oceanos	43
Michel Michaelovitch de Mahiques	
2.7 Características da circulação, massas de águas e frentes oceânicas na região entre Cabo Frio (RJ) e Cadeia Vitória - Trindade (ES)	46
Sueli Susana de Godoi	
2.8 Ambientes recifais: as florestas animais marinhas	52
Tito Monteiro da Cruz Lotufo	
2.9 Ecofisiologia, bioenergética e biomarcadores para monitoramento ambiental	58
Vicente Gomes	
2.10 Microbiologia marinha	66
Vivian Helena Pellizari	
2.11 Futuro que queremos: Uso sustentável dos recursos naturais da zona costeiro-marinha, com ênfase nos manguezais	71
Yara Schaeffer-Novelli	
3. Funcionários	76
Trabalhos realizados pelos funcionários do IO-USP	

3.1	Banco de Microrganismos Aidar & Kutner Flávia Saldanha-Corrêa	77
3.2	ColBIO - Um oceano de biodiversidade em uma década de existência Monica A. Varella Petti Mario Katsuragawa Maria Luiza Chisté Flaquer da Rocha Maria de Lourdes Zani-Teixeira	84
3.3	O Museu Oceanográfico do IOUSP e seu papel na conservação e uso sustentável dos oceanos Sérgio Teixeira de Castro Fabiano da Silva Attolini	93
3.4	Administração do Instituto Oceanográfico da USP Jorge Gruda	98
4.	Pós-Doutorandos	101
	Linha de pesquisa dos Pós-Doutorandos do IO-USP	
4.1	Construindo conhecimento para combater o lixo no mar: o plano de monitoramento e avaliação do lixo no mar no estado de São Paulo, Brasil Carla Isobel Elliff	102
4.2	Estrutura e dinâmica espacial das larvas de peixes na Bacia de Santos Cláudia Akemi Pereira Namiki	105
4.3	Classificador de assobios de cetáceos odontocetos da costa sudeste do Atlântico Sul Diogo Destro Barcellos	107
4.4	Caracterização das comunidades microbianas no sistema pelágico da Bacia de Santos Julio Cezar Fornazier Moreira	110
4.5	Oportunidades e fragilidades da gestão costeira integrada no litoral paulista no contexto da governança da macrometrópole Leandra Regina Gonçalves	113
4.6	Teleconexões entre o Nordeste brasileiro e o Oceano Austral durante o Último Interglacial Luciana Figueiredo Prado	116
4.7	Rumos da gestão de praias no Brasil: em busca da resiliência socioecológica Luciana Yokoyama Xavier	119

- 4.8 Metagenômica comparativa de comunidades microbianas que habitam crostas de Ferro-Manganês, sedimentos e água do mar da Elevação do Rio Grande, Oceano Atlântico Sudoeste 122
Natascha Menezes Bergo
- 4.9 Estudo do ciclo do nitrogênio em sistemas estuarinos sujeitos a diferentes impactos de mudanças naturais e antrópicas na costa de São Paulo 125
Paula Carpintero de Moraes
- 4.10 Caracterização química de corais do Atlântico Sudoeste: uma reconstrução paleoceanográfica 128
Tailisi Hoppe Trevisani
- 4.11 Agradecimentos 131
Camila Negrão Signori

Instituto Oceanográfico



Foto: Maithê Kapor de Brito

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA USP

Inicialmente denominado de Instituto Paulista de Oceanografia (IPO), o Instituto Oceanográfico da USP (IO-USP) foi fundado em 1946, visando a exploração de recursos no litoral do estado. Em 1951, tornou-se Unidade de Pesquisa da USP na Cidade Universitária e, no ano de 1973, passou a oferecer cursos de Pós-Graduação e, somente em 2002, iniciou a oferta do curso de Bacharelado em Oceanografia.

O IO-USP busca disseminar o conhecimento dos oceanos de modo a beneficiar a sociedade seguindo os três pilares da Universidade: ensino, pesquisa e extensão. Abrangendo todas as áreas da Oceanografia, divide-se em Departamento de Oceanografia Biológica e Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica. A fim de auxiliar no aprendizado e no desenvolvimento de pesquisas, apresenta as Bases Costeiras de Ensino e Pesquisa "Clarimundo de Jesus", em Ubatuba (litoral norte paulista), e "Dr. João de Paiva Carvalho", em Cananéia (litoral sul paulista), além das seguintes embarcações: Navio Oceanográfico "N/Oc. Alpha Crucis"; Barco de Pesquisa "B/Pq. Alpha Delphini"; e os Barcos de Pesquisa "Albacora" e "Veliger II".

Em sua interface com a sociedade, o IO-USP conta com uma infraestrutura ímpar, como o "Museu Oceanográfico" e a ferramenta educacional "Ciência na Esfera", a "Coleção Biológica Prof. Edmundo Nonato (ColBio)", o "Banco de Microrganismos Aidar & Kutner (BMAK)", o "Laboratório de Dados Oceanográficos (LabDados)", o "Centro de Calibração" e a "Biblioteca Prof. Dr. Gelso Vazzoler".

Mais informações podem ser consultadas no website do IO-USP (<https://www.io.usp.br/>).

Docentes



Foto: Tito Lotufo

CONHECIMENTO E SUSTENTABILIDADE DO ECOSISTEMA BÊNTRICO MARINHO



Ana Maria Setubal Pires - Vanin

Formada em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP) em 1971, sou Mestre, Doutora,

Prof. Livre Docente e Prof. Titular do Departamento de Oceanografia Biológica do Instituto Oceanográfico da USP (IO-USP). Fui Docente da referida Instituição de 1978 a 2017 e sou Professor Sênior até a presente data.

Dedico-me às seguintes linhas de pesquisa: estrutura e dinâmica da fauna bêntica de plataforma continental e talude, monitoramento ambiental marinho e taxonomia de crustáceos Isopoda. Ao longo da carreira tenho participado de vários projetos integrados multi- e interdisciplinares na área da Oceanografia, e sido pioneira no país no desenvolvimento da linha de pesquisa com abordagem ecossistêmica sobre estrutura e função de comunidades bênticas marinhas de fundos inconsolidados. Coordenei projetos de pesquisa dentro dos programas PRONEX-CNPq/FAPESP, Institutos do Milênio e INCT-Mar.

As pesquisas encontram-se publicadas em revistas científicas nacionais e internacionais com revisão por pares, totalizando 74 artigos científicos, 12 capítulos de livros, 70 publicações em Anais de reuniões científicas, além de outras publicações voltadas para a divulgação da Ciência. Membro

da americana Crustacean Society e da Sociedade Brasileira de Crustáceos.

A formação de recursos humanos tem sido uma atividade constante ao longo de minha carreira, tendo formado pessoal especializado em todos os níveis, de graduandos a pós-doutores, mas com ênfase na pós-graduação, totalizando aqui 36 orientações concluídas. Grande parte dos formados encontram-se trabalhando como docentes e pesquisadores em universidades no Brasil e no exterior.

O trabalho realizado com revistas científicas foi o canal utilizado para contribuir na publicação de resultados de pesquisas de qualidade realizadas especialmente no Brasil. Nesse sentido, atuei como Editora-Chefe do periódico Brazilian Journal of Oceanography durante 10 anos e até 2017, período em que a revista, uma publicação do IOUSP, entrou para o Scielo e pode então ser avaliada em bases internacionais de qualidade. Além disso, fui membro da Comissão editorial da Revista da USP, veículo de cobertura científica variada e dedicado a uma audiência ampla, e revisora de artigos científicos para periódicos nacionais e internacionais.

Em relação às atividades universitárias de coordenação e administração, fui Presidente da Comissão de Pós graduação do IOUSP por mais de uma década, Chefe de Departamento de Oceanografia Biológica, Vice Diretora do Centro de Biologia Marinha da USP (CEBIMar/USP) e Diretora do Instituto Oceanográfico da USP (2005-2009), entre as atuações principais.

Ao falar sobre pesquisa, é importante ressaltar que sustentabilidade depende de conhecimento. Conhecimento para entender e assim poder agir em prol de mudanças que con-

duzam a um ambiente sustentável no tempo. As pesquisas que tenho realizado ao longo da carreira, e até o presente, visam obter conhecimento oceanográfico holístico sobre o ecossistema de fundos inconsolidados da plataforma continental brasileira, especialmente da região sudeste e leste, entender o efeito da ação do homem em alguns desses ecossistemas, bem como saber quais espécies influenciam e são influenciadas pela dinâmica oceanográfica local e contribuem na resiliência do sistema.

Para a consecução desses objetivos maiores, faz-se necessário entender o papel que a fauna bêntica exerce sobre a dinâmica dos ecossistemas, sendo preciso que se conheça quais são e como se estruturam as comunidades existentes, seu papel funcional e a biodiversidade local. Tais parâmetros são intrinsecamente inter-relacionados e participantes dos processos que governam a vida no bentos marinho. Os dados obtidos foram gerados através de vários projetos multi- e interdisciplinares, e encontram-se disponibilizados à comunidade através de publicações científicas, relatórios, palestras e divulgação em congressos, além de livro e capítulos de livros. Dentre o grande volume de dados obtidos, destacam-se aqueles de base, fundamentais para auxiliar gestores de órgãos ambientais a elaborar políticas públicas voltadas à proteção e à sustentabilidade do ambiente marinho.

Temáticas trabalhadas pelos grupos de pesquisa sob minha coordenação:

1. Estrutura e função do ecossistema bêntico de fundos inconsolidados da plataforma continental brasileira

Esta linha de pesquisa começou em 1985 com o Projeto "Exploração Racional do Ecossistema Costeiro da Plataforma

Continental Brasileira: Ubatuba, Estado de São Paulo”, conhecido como Projeto Integrado (PI). Foi o primeiro estudo oceanográfico multidisciplinar de caráter ecossistêmico no Brasil, com mais de 60 participantes, entre pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. Nele estudei, junto com meu grupo, a estrutura e dinâmica das comunidades do fundo oceânico da plataforma continental ao largo de Ubatuba, a biodiversidade local e o papel energético exercido pelo bentos dentro funcionamento do ecossistema. Outros projetos sucederam a este, tal como o Projeto DEPROAS, para estudo do papel da ressurgência costeira de Cabo Frio sobre o funcionamento do ecossistema marinho, quando também foi possível comparar os efeitos dessa ressurgência em relação aos daquela de meia água existente mais ao sul, na plataforma de Ubatuba.

Os estudos desta temática situam-se dentro da área prioritária fundamental nº 3 da Década dos Oceanos, que é a compreensão quali-quantitativa dos ecossistemas marinhos e seu funcionamento, a fim de embasar sua gestão e adaptação às mudanças. Igualmente, insere-se na Meta 14.2 da ODS 14, que trata do aumento da proporção de áreas da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira gerenciadas com base no uso de abordagens ecossistêmicas, bem como na meta 14.5 que trata da relevância do conhecimento da biodiversidade local para fins de aumento da porcentagem de conservação de áreas em zonas costeiras.

2. Monitoramento ambiental marinho

Conhecer as alterações que impactam o ecossistema costeiro e são causadas pela ação do homem tem sido uma outra vertente de nossas pesquisas sobre o bentos marinho de

fundos inconsolidados. Os principais agentes causais estudados foram derramamento de petróleo e contaminação orgânica proveniente de esgotos de cidades costeiras, como Santos e São Sebastião, SP. Dois projetos multidisciplinares destacam-se nesta linha de pesquisa, o Projeto ECOSAN (Ecossistema Costeiro da plataforma de Santos) e o Projeto PROMARLAM (Projeto de Monitoramento Ambiental da Refinaria Landulpho Alves na Baía de Todos os Santos, BA). Eles permitiram identificar as fontes de poluição, aguda e/ou crônica, e estimar seu alcance local baseado no estudo da estrutura e diversidade das comunidades bentônicas associadas aos fundos. Em cada caso, os resultados foram encaminhados aos órgãos ambientais gestores responsáveis, como forma de contribuição aos desejáveis planejamentos futuros, que passam pelo uso sustentável dos recursos marinhos.

Esta linha de pesquisa se insere dentro do objetivo da ODS 14 ao estudar as atividades humanas que afetam os oceanos, tal como a contaminação e a poluição, e auxiliam no conhecimento da resiliência do ecossistema costeiro marinho, fator importante para embasar a escolha de medidas de restauração, caso se faça necessário. A solução de problemas baseada no conhecimento científico faz parte também dos objetivos da Década dos Oceanos.

3. Biodiversidade

O conhecimento da biodiversidade de fundos inconsolidados permeia o entendimento da estrutura e funcionamento do ecossistema, possibilitando a alimentação de modelos matemático-ecológicos. Um modelo trófico conceitual do funcionamento do ecossistema de plataforma ao largo de Ubatuba foi realizado por equipe multidisciplinar do IO-USP e de ou-

tras universidades parceiras, cabendo ao nosso grupo o fornecimento dos dados sobre o compartimento bêntico, baseado no conhecimento das espécies presentes e de suas guildas tróficas e comportamentais. Esses resultados, além de fornecer um quadro do funcionamento temporal do sistema, no verão e no inverno, possibilitam o delineamento de modelos experimentais de previsão, que seria o passo adiante nessas pesquisas. A ligação direta com sustentabilidade do ecossistema marinho dessa região, como se observa, é evidente e também encaixa-se nos objetivos da ODS 14 e da Década dos Oceanos.

A formação de recursos humanos foi sempre uma tônica forte em todos os projetos multi- e interdisciplinares de cunho ecossistêmico que participei, sendo ela uma parte fundamental para o desenvolvimento da correta postura de estudo do ambiente marinho, promovendo a transferência de conhecimento e aumentando a capacidade de pesquisa do país.

Finalizando, as pesquisas por mim desenvolvidas sempre visaram o conhecimento do ecossistema bêntico, mas um saber interligado aos demais saberes da ciência oceanográfica, de modo a que pudesse ser inserido no sistema de plataforma continental como um todo, e assim contribuir para o alcance e manutenção de um oceano saudável e sustentável.



Fig. 1: Equipe Bentos
Proj DEPROAS



Fig. 2: Lavagem de amostra da Draga Bean Trawl Projeto ECOSAN



Fig. 3: Trabalhando com amostra de Box Corer Projeto ECOSAN



Fig. 4: Equipe Bentos Proj ECOSAN

DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE O OCEANO PRESERVANDO A “VIDA NA ÁGUA - ODS 14”



Eduinetty Ceci Pereira Moreira de Sousa

Possuo Graduação em Ciências Biológicas, sendo Bacharel e Licenciada pela Universidade de São Paulo em 1969.

Tenho Mestrado e Doutorado em Ciências na área de Oceanografia Biológica pelo IOUSP, obtidos, respectivamente, em 1978 e 1985. Possuí a Bolsa CNPq Recém - Doutor. (IO-USP), de 1985 a 1988 e atuei em Livre-Docência em Oceanografia Biológica (IO-USP), 2013. Atualmente, sou responsável pelo Laboratório LECOTOX - Laboratório de Ecotoxicologia Marinha e Microfitobentos, além de Professora Sênior do IOUSP e membro do SETAC Brazil (Society of Environmental Toxicity and Chemistry).

O LECOTOX segue implementando as atividades fim da universidade, ou seja, ensino, pesquisa e prestação de serviço à comunidade nas áreas de ecotoxicologia e microfitobentos marinhos.

Na área de ecotoxicologia, seguimos avaliando os impactos decorrentes das atividades antrópicas que atuam sobre os ecossistemas marinho e estuarino, receptores finais de substâncias orgânicas e inorgânicas geradas em função da grande urbanização que, geralmente, ocorre em torno desses ambientes. Ensaios ecotoxicológicos apontam a toxicidade da

água, do sedimento, da água intersticial do sedimento, de substâncias e efluentes lançados ao mar nesses ambientes, ofertando respostas a órgãos ambientais e de controle. Apesar das vantagens do uso de testes normatizados com espécies internacionalmente padronizadas o uso de espécies locais sensíveis, como as que estão sendo isoladas, adaptadas e cultivadas no LECOTOX, dão segurança e rapidez de extrapolação de resultados para situações de campo, significando maior e melhor adequação na tomada de decisões pelos órgãos competentes. Estamos tentando suprir, com a introdução de novos organismos de nossa fauna e flora para ensaios de toxicidade, uma demanda atual e premente para implementação da legislação ambiental brasileira.

A agenda 21 (capítulo 17) evidencia a necessidade de aumento da competência institucional em países em desenvolvimento para o monitoramento de áreas costeiras como base para o estabelecimento de programas de manejo.

O módulo Hoto (Heath of the Oceans) do Global Oceans Observing System (GOOS/UNEP) identificou como prioridade o uso de técnicas rápidas de avaliação de poluição para identificação de áreas de risco, entre essas técnicas estão os ensaios ecotoxicológicos, como os utilizados por nós.

Na área de microfitobentos, seguimos avaliando a produtividade primária e fitomassa dessas microalgas do sedimento. Esta comunidade desempenha um importante papel na cadeia trófica em regiões costeiras rasas, formando uma das bases da cadeia alimentar, sendo sua contribuição considerada elevada para a produção total oceânica. Essa contribuição, em geral, supera a produtividade do fitoplâncton costeiro com reflexo nos consumidores marinhos. O LECOTOX segue gerando dados que indicam áreas produ-

tivas visando o uso para a pesca, cultivos, especialmente para regiões de interesse socioeconômico.

Iniciamos nossas atividades como docente do Instituto Oceanográfico em 1988, com a finalidade de atender à pesquisa, ensino e a prestação de serviços à comunidade, atuando na área do microfitobentos. O estudo da produção primária microfitobentônica teve início na Dinamarca em 1960, quando Grontved adaptou a técnica do C14, usada para avaliação da produção primária do fitoplâncton, para uso com as microalgas de sedimento. Fomos os primeiros, no Brasil, a adaptar e usar esta metodologia.

Em 1986, a publicação da Resolução No 1/86 do CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente, passou a exigir a elaboração de Estudos de Impactos Ambientais das empresas potencialmente poluidoras. Na ocasião, fui convidada pela CETESB para treinamento na área de ecotoxicologia, nascendo o LECOTOX (Laboratório de Ecotoxicologia Marinha e Microfitobentos) que passou a abranger essas duas áreas de pesquisa. Completam nossos conhecimentos na área de ecotoxicologia outros estágios realizados, entre eles estágio na South Coast California Water Research Project (apoio CNPq) em 1993, National Institute of Water and Atmospheric Research Ltda, na Nova Zelândia em 1996, e na Texas A&M University Corpus Christi, (apoio CNPq) em 1997.

Embora a ecotoxicologia marinha tenha iniciado seu crescimento na Europa e nos Estados Unidos na década de 1960, no Brasil apenas teve início nos fins da década de 1980, estabelecendo-se no início da década de 1990 no Instituto Oceanográfico.

Em decorrência do aperfeiçoamento da legislação ambiental, da atuação de órgãos de controle ambiental, das ONGs

ambientalistas e do Ministério Público, a Universidade passou a dar apoio às atividades ambientais, época em que passamos a ser solicitados à prestação de serviços à comunidade com aplicação de ensaios de toxicidade para avaliação de efluentes e diferentes poluentes sobre a biota marinha, o que abriu a oportunidade de participar de inúmeros projetos institucionais e outros em parceria Instituto Oceanográfico/FUNDESPA (Fundação de estudos e pesquisas aquáticas). Não obstante, as ações relacionadas à prestação de serviços à comunidade não interferiram nas pesquisas acadêmicas na área da ecotoxicologia em nosso laboratório. A partir de 1992, participamos do crescimento da ecotoxicologia marinha em nosso país, consolidando essa área no Instituto Oceanográfico. Inúmeros alunos de pós-graduação, de graduação e estagiários contribuíram para tal feito. Fomos os primeiros, em nosso país, a introduzir ensaios ecotoxicológicos com sedimento, atualmente utilizados em todo o Brasil. Apresentamos também a metodologia da TIE (Toxicity Identification Evaluation) bem como a da Tríade de Qualidade do Sedimento e o ensaio embriolarval do mexilhão *Perna perna*. Além disso, nosso grupo é responsável pela introdução do copépodo *Nitokra sp* para uso em ensaios de toxicidade aguda e crônica. Este organismo foi por nós identificado, isolado, e cultivado sendo, hoje, utilizado por vários laboratórios científicos e de consultoria em todo o Brasil. Após isolar a microalga *Cylindrotheca closterium* estamos cultivando para uso em ensaios de toxicidade com sedimento ambiental e spiked. Não podemos deixar de mencionar a publicação, em 2002, do livro "Métodos em ecotoxicologia marinha: Aplicações no Brasil" de Nascimento, Sousa e Nipper.

Ainda na pesquisa tivemos oportunidade de estabelecer

muitas parcerias e colaborações, muitas delas até o presente. Entre essas podemos citar aquelas com o Dr. Guilherme Lotufo da US Army Corps Engineers – Experiments Station of Mississippi, Estados Unidos e com a Dra. Adele Fabbrocini da Consiglio Nazionale delle Ricerche, Instituto di Scienze Marine, UOS Lesina, Itália, com o objetivo de desenvolver a metodologia de criopreservação de gametas de ouriço do mar, a parceria com o Instituto de Pesquisas Nucleares-IPEN, estabelecida com Dr. Edson Gonçalves Moreira e com Dr. Ramiro Neves do Instituto Superior Técnico de Lisboa, entre outras. Podemos destacar ainda nossa participação no projeto ECOMANAGE “Integrated Coastal Zone Management System”, da Commission International Cooperation (INCO), dentro do FP6 Research Programme, no período de 2005 a 2008, com participação de Portugal, Chile, Argentina, Holanda e Brasil., quando coordenamos o projeto no Instituto Oceanográfico.

Juntamente com o crescimento da nossa pesquisa no Instituto, participamos ativamente do ensino na graduação coordenando e ministrando aulas em disciplinas optativas e, após estabelecimento da graduação em nossa instituição, seguimos ministrando disciplinas da rede curricular. Não posso deixar de destacar nossa participação na pós-graduação coordenando e ministrando a Disciplina “Ecologia do micro e meiobentos marinho” e orientando inúmeros alunos nos níveis de mestrado e doutorado, contribuindo assim para a formação de recursos humanos.

Decorrente de nossas atividades e de nossa formação, fica evidente a preocupação com o ecossistema marinho. O oceano gera bem-estar para a humanidade armazenando carbono, produzindo oxigênio, fornecendo recursos alimentares,

minerais, energéticos, recreativos, culturais e estabilizando o clima.

No contexto do ODS 14 (Vida na Água) e dos objetivos da Década do Oceano, a partir do engajamento da sociedade como um todo, buscamos gerar conhecimentos e inovações para conservação do oceano que queremos.

Continuamos, no LECOTOX, na busca de novos métodos no intuito de colaborar para a preservação do oceano e sensibilização da população com pesquisa, ensino, prestação de serviço à comunidade e formação de recursos humanos. Este é nosso objetivo.



Fig. 5: Trabalho de campo

QUANTIFICANDO E AVALIANDO OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS COM MODELAGENS NUMÉRICAS

Joseph Harari

Em minha formação acadêmica, obtive os títulos de Bacharel em Física, pelo Instituto de Física da USP (1973), Mestre em Oceanografia Física, pelo IOUSP (1977), Doutor em Meteorologia, pelo Ins-



tituto Astronômico e Geofísico da USP (1984), Livre-docente (Professor Associado), pelo IO-USP (1991) e Professor Associado – Nível 2, pelo IO-USP (2012).

Minha carreira de pesquisador começou como colaborador em projetos que tinham por objetivo conhecer características hidrodinâmicas da região costeira do Estado de São Paulo (1976 a 1983) e do Atlântico Sul (1979 – 1989), sob orientação do Dr. Afranio Rubens de Mesquita. Na década de 1970, tive a oportunidade de desenvolver pesquisas em análise de marés, com o Alm. Alberto dos Santos Franco, e em modelagem numérica hidrodinâmica, no Bidston Observatory, do Reino Unido. Nos anos 1980, desenvolvi pesquisas com altimetria de satélite, no mesmo observatório.

A partir da década de 1990, o foco das pesquisas em marés, nível médio do mar e hidrodinâmica em geral passou para um padrão mais aplicativo e integrado a outras áreas da Oceanografia. Participei, então, de projetos com oceanógrafos biólogos e químicos, em estudos como o de eutrofização

da Baía de Santos, com a Dra. Sônia Maria Flores Giancesella, e de aspectos biogeoquímicos e influências de efluentes no sistema estuarino de Santos, com a Dra. Elisabete de Santis Braga G. Saraiva, entre outros. A seguir, colaborei em projeto integrado envolvendo pesquisadores de vários países, o "Sistema Integrado de Gerenciamento Ecológico de Zonas Costeiras – ECOMANAGE", e coordenei o Projeto "Análise da variabilidade sazonal da circulação do Estuário de Santos (SP) – CIRSAN", ambos de 2005 a 2008.

Na década de 2010, participei de projetos envolvendo as consequências de mudanças climáticas globais – o Projeto "Assessment of Impacts and Vulnerability to Climate Change in Brazil and Strategies for Adaptation Options", coordenado pelo Dr. José Antonio Marengo Orsini, finalizado em 2017, e o Projeto "Resposta Morfodinâmica de Praias do Sudeste Brasileiro aos Efeitos da Elevação do Nível do Mar e Eventos Meteorológico-Oceanográficos Extremos até 2100", com a Dra. Celia Regina de Gouveia Souza, em execução desde 2017.

Além do último projeto citado, atualmente participo de mais um projeto que envolve Mudanças Climáticas e previsão hidrodinâmica em tempo real, o "Sistema de Alerta a Ressacas e Inundações / Enchentes para o Litoral de São Paulo, com foco em Impactos das Mudanças Climáticas", com a Dra. Celia Regina de Gouveia Souza, iniciado em 2020. E, mais recentemente, passei a participar do projeto relacionado ao cultivo de espécies em área litorânea - "Dinâmica dos biodepósitos originados de cultivos de mexilhões perna perna no litoral do Estado de São Paulo", com o Dr. Helcio Luis de Almeida Marques, desde 2021.

As minhas pesquisas possuem relação direta com os ODS

13 e 14, que tratam da tomada de medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos e da conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

De fato, a primeira forma de subsidiar medidas para combater mudanças do clima e suas consequências se encontra em sua quantificação e na avaliação dos correspondentes impactos. Nesse tema, temos desenvolvido análises de séries temporais de nível do mar longas (de várias décadas), como por exemplo das bases do IO-USP em Cananéia e Ubatuba, bem como séries de nível do mar de altimetria. Essas avaliações permitem determinar as periodicidades presentes nos registros, assim como as tendências de nível do mar. Esse tipo de procedimento também tem sido aplicado a resultados de modelos numéricos da atmosfera e do oceano em larga escala espacial, cobrindo várias décadas, onde são consideradas as variabilidades e tendências de pressão atmosférica, temperatura do ar, ventos, correntes, temperatura e salinidade da água do mar.

Em adição a quantificar e a avaliar impactos das mudanças climáticas, um ponto muito importante da ciência se encontra em fornecer subsídios para a conservação e uso sustentável dos oceanos. Nesse aspecto, meu trabalho tem utilizado as técnicas de modelagem numérica, envolvendo simulações da circulação marítima e aplicando seus resultados em várias classes de modelo, como por exemplo da agitação marítima, do transporte de sedimentos e da dispersão de poluentes. Além de reproduzir situações observadas, os processamentos desses modelos são realizados de modo a prever a resposta do oceano a condições hipotéticas, como as previstas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

As previsões do IPCC contemplam condições meteorológicas em vários cenários, desde os mais pessimistas até os mais otimistas, os quais são introduzidos como condições forçantes dos modelos oceanográficos, e informam as correspondentes respostas do oceano. Esses processamentos dos modelos permitem várias análises, como por exemplo as variações dos campos de nível do mar, corrente, temperatura e salinidade, em função das mudanças climáticas.

Em relação aos objetivos da Década dos Oceanos, minhas pesquisas têm muitas relações:

1. **Um oceano limpo:** modelos de dispersão de poluentes, óleos e coliformes fecais fornecem informações sobre a sua distribuição e auxiliam na mitigação de suas consequências;
2. **Um oceano seguro:** modelos de previsão de ressacas possibilitam navegação segura e diminuem os riscos de acidentes;
3. **Um oceano saudável e resiliente:** através do controle da poluição, a partir de resultados de modelos numéricos de dispersão;
4. **Um oceano produtivo e explorado sustentavelmente:** modelos numéricos dão apoio à maricultura, indicando as áreas mais favoráveis ao seu desenvolvimento;
5. **Um oceano previsível:** modelos numéricos da circulação, da agitação, do transporte de sedimentos e de dispersão de poluentes são processados considerando previsões das condições meteorológicas e climáticas, possibilitando antever o comportamento do oceano no futuro, tanto a curto prazo como em escala temporal decadal;
6. **Um oceano transparente:** todas as pesquisas científicas são de livre acesso à comunidade científica, instituições e

e o público em geral; são inclusive fornecidos os elementos necessários para sua replicabilidade;

7. Um oceano inspirador e envolvente: as conquistas da ciência oceanográfica constituem enorme incentivo a novas descobertas e ao desenvolvimento de novos estudos e novas tecnologias.

Todavia, o ponto mais importante desta apresentação é o seguinte: um pesquisador, ou um grupo de pesquisadores, ou mesmo uma grande instituição de pesquisa científica, não é capaz de resolver os enormes desafios que a humanidade enfrenta atualmente. Toda contribuição é bem-vinda, mas certamente não é suficiente. Problemas como a poluição do mar por esgotos e hidrocarbonetos, as enormes quantidades de plásticos que chegam aos mares, as ameaças à biodiversidade, as altas taxas de erosão costeira, a elevação do nível médio do mar e a inundação de planícies costeiras, entre outros, exigem a cooperação de todos: cientistas, ambientalistas, pescadores, navegantes, praticantes de esportes náuticos, hidrógrafos, militares de marinha, instituições portuárias, autoridades governamentais, todos enfim devem se unir para manter a qualidade ambiental dos oceanos e mares.

Somente a união de todos poderá trazer resultados concretos que permitam estabelecer um oceano e um planeta saudável e resiliente.



Fig. 6: Imobilização da poita para leitura dos dados a bordo



Fig. 7: Recolocação do ADCP para novo fundeio

EM UM MAR DE BALEIAS E DE GOLFINHOS NA COSTA PAULISTA



Marcos César de Oliveira Santos

Biólogo formado pelo Instituto de Biociências (IB) da USP em 1993, coloquei meus pés no meio acadêmico em 1989 para atuar com a pesquisa com cetáceos; coletivo que inclui as baleias e os golfinhos. Naqueles anos, a USP não contava com um profissional que dedicasse sua linha de pesquisa a esses mamíferos. Estava ali a grande oportunidade profissional que exigia uma longa dedicação para um dia se cobrir aquela lacuna. Autodidata, iniciei meus estudos sobre cetáceos na costa paulista ainda cursando a graduação. Tive apoio de orientação de um especialista em ecologia numérica para cursar pós-graduação em mestrado e em doutorado pelo Departamento de Ecologia do IBUSP. Ambos trabalhos focados em seguir investindo em estudos sobre cetáceos pela costa paulista. Passei quatro anos no Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro, por meio de um programa de apoio à fixação de jovens pesquisadores financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Naqueles anos, desenvolvi uma apreciação pela área de biologia da conservação pela influência de um grupo de docentes ali fixado. Desde fevereiro de 2011, sou docente do Instituto Oceanográfico da USP, onde coordeno o Laboratório de

Biologia da Conservação de Mamíferos Aquáticos (LABCMA). Após 22 anos de dedicação entre a graduação, a pós-graduação, a fixação por quatro anos em Rio Claro, eu fechei o ciclo que se manteve aberto por décadas, e me tornei um docente da USP com especialização em cetáceos. No meio do caminho, entre 1998 e 2008, participei do Programa Antártico Brasileiro como membro de uma equipe formada para estudos sobre baleias em águas austrais.

Muito da minha pesquisa esteve voltada às investigações de história de vida e de ecologia de cetáceos, sempre com vistas a buscar conhecimento que pavimentasse os caminhos para a conservação de espécies e de seus ecossistemas. Até aqui, estive envolvido com 80 publicações científicas específicas sobre esses mamíferos, divulgadas em revistas com seletiva política editorial. Desde os primeiros passos, conduzi e venho desenvolvendo atividades de extensão cultural, que incluem apresentações de palestras, cursos, exposições fotográficas e de coordenação de atividades lúdicas para aprendizado para todas as faixas etárias, e apoio à elaboração de dezenas de publicações em jornais e revistas sobre esses fascinantes mamíferos. Até o momento, publiquei um livro paradidático em 1996 sobre baleias e golfinhos. Atualmente, há mais outros dois livros sendo escritos. Meu foco com as pesquisas sempre esteve bastante focado no olho do furacão onde humanos e cetáceos estão em conflito. Por isso, a costa do Estado mais povoado do país é um prato cheio de alternativas de atuação. É no litoral paulista que se encontram as principais frentes de atuação de pesquisa do meu laboratório.

As linhas de pesquisa e de extensão cultural que desenvolvo desde 1993 têm total consonância com o objetivo 14 da lista de 17 objetivos globais de desenvolvimento sustentável

(ODS) propostos em 2017 pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO, e inseridos na Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU). O referido objetivo trata especificamente da conservação e do uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. A conexão das atividades que venho exercendo há 28 anos com o objetivo 14 dos ODS é facilmente perceptível por meio das palavras eternizadas em 1968 pelo engenheiro florestal senegalense Baba Dioum, em comunicação efetuada para a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (sigla IUCN em língua inglesa): "Ao final, iremos conservar apenas o que amamos, iremos amar apenas o que compreendemos, e iremos compreender apenas o que nos foi ensinado". Em nenhum momento de toda a minha trajetória esses princípios foram abandonados. Sempre os focos de distintas linhas de pesquisas e de atividades de extensão cultural estiveram centrados em buscar e compartilhar conhecimentos sobre um grupo de mamíferos de extrema importância ecológica e humanitária. Ecológica porque seus papéis como predadores de topo de teia alimentar em grande parte das bacias oceânicas e de água doce em que são encontrados incluem a manutenção da diversidade biológica, ao regular as abundâncias de milhares de presas que fazem parte de suas dietas. Humanitária porque os cetáceos, por meio de suas fezes, fertilizam o fitoplâncton que é responsável por produzir metade do oxigênio que a humanidade respira. Ao efetuar esse papel de jardineiro ou de zeladores dos mares e de quatro bacias de água doce, os cetáceos contribuem com a fixação de carbono atmosférico pelos produtores primários. Esse processo mitiga

os efeitos gerados pelo acúmulo de carbono na atmosfera proveniente de atividades humanas, principalmente aquelas relacionadas com a queima de combustíveis fósseis que, como produto final, gera as mudanças climáticas globais que ameaçam a sobrevivência da própria espécie humana.

O mapeamento inédito das ocorrências de cetáceos, a avaliação de suas estratégias de uso de área, e o refinamento sobre os conhecimentos relacionados aos parâmetros biológicos vitais para a sobrevivência das espécies comumente presentes na costa paulista moldaram o cerne das pesquisas executadas em quase três décadas. De posse desses conhecimentos, já é uma realidade possível e próxima a todos discutir a inclusão desses mamíferos em ações de manejo e de conservação da região costeira do Estado mais populoso do país. São inquestionáveis as importâncias econômicas do maior porto da América Latina em Santos, e de um dos maiores terminais de óleo em terra firme da América Latina em São Sebastião; ambos construídos e habilitados quando não se dispunha conhecimento algum de bioindicadores ecológicos da saúde dos oceanos de extrema relevância como são os cetáceos. É momento de investir-se em uma gestão participativa e que vise a proteção da vida marinha em uma região costeira densamente povoada, e com espaço disputado por diversos atores. Entretanto, todas as instâncias governamentais neste exato momento não podem mais negligenciar informações que estão agora disponíveis após décadas de investimento em pesquisa científica. A partir de 2015, novas investigações que tomaram por base a aplicação da bioacústica como ferramenta de detecção de cetáceos, bem como para descrever paisagens acústicas marinhas, acrescentaram mais uma importante frente para avanço das atividades de pesqui-

e de conservação. Com as experiências adquiridas, já é possível implementar sistemas de monitoramento acústico da presença de vida, de avaliação de poluição sonora, bem como de detecção de atividades irregulares de uso de determinadas regiões protegidas por leis.

Os próximos passos importantes a serem executados envolvem avaliar as abundâncias sazonais das espécies de cetáceos pela costa paulista, e o desenvolvimento de um estudo integrado que refine a avaliação da importância ecológica desses mamíferos em termos de produção primária, produção pesqueira, e manutenção da diversidade biológica em escala local. Em paralelo, é urgente o investimento de recursos em material humano e em tecnologia para que técnicas de *machine learning* sejam incorporadas em um programa regional de monitoramento da biota marinha e das atividades humanas em desenvolvimento na costa do Estado de São Paulo. Com esses passos, um longo ciclo de pesquisas e de desenvolvimento pessoal se fecharia, podendo servir de modelo para replicação em outros setores da costa da América Latina.

Os passos já concluídos até o presente momento, acoplados a essas lacunas do conhecimento a serem preenchidas, atendem a quatro das sete áreas prioritárias fundamentais listadas pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental para a Década dos Oceanos (2021 – 2030), a saber: (1) o estabelecimento de um sistema de observação oceânica global para todas as principais bacias, (2) a compreensão qualitativa dos ecossistemas oceânicos e seu funcionamento como base para sua gestão e adaptação, (3) a contribuição com a geração de um portal de dados e informações oceânicas, (4) e o desenvolvimento de capacidades de aceleração da transferência tecnológica, treinamento e educação, e alfa-

betização oceânica.

Na história da humanidade, os cetáceos já serviram de alimento, para extração e cozimento de gordura para gerar aquecimento e iluminação de residências e embarcações, bem como para compor argamassa para algumas construções, já alegraram adultos e crianças exibindo truques circenses em minúsculos parques marinhos que, por sua vez, devem aos poucos proibir a manutenção desses mamíferos de grande mobilidade em ambientes artificiais, e, mais recentemente, passaram a ser apreciados em seu elemento, mas pagando um preço elevado com as aproximações indevidas e não regulamentadas de embarcações para sua contemplação. Já são 13 séculos que a humanidade ainda não aprendeu a devidamente valorizar esses mamíferos e a tratá-los com respeito. Que esse respeito digno faça parte da meta mais importante que possamos cumprir perante esses mamíferos que surgiram no nosso planeta há cerca de 55 a 50 milhões de anos. Eles certamente ainda contam com a compreensão da humanidade!



Fig. 8: Observação de mamíferos em campo



Fig. 9: Extensão cultural como ferramenta que visa a conservação dos oceanos na Escola Estadual Yolanda em Cananeia

A OCEANOGRAFIA PESQUEIRA, A ECONOMIA MARÍTIMA, E O MANEJO DOS RECURSOS NATURAIS REVELAM O UNIVERSO DA PESCA E SUA DIMENSÃO SOCIAL



Maria de los Angeles Gasalla

Sou coordenadora do LabPesq (Laboratório de Ecossistemas Pesqueiros) (<http://labpesq.io.usp.br>) desde 2006. Posuo Mestrado (1995) e Doutorado (2004) em

Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo, e especializações na área de Modelagem Multiespecífica e Ciências da Pesca (Fisheries Centre, University of British Columbia (Canadá), DIFRES/University of Copenhagen (Dinamarca), Escuela Nacional de Pesca (Argentina), Universidad de Gran Canaria (España), Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR/México) e Instituto Espanhol de Oceanografia). Sou Professora Doutora no IOUSP, credenciada no Curso de Pós-graduação em Oceanografia.

Na USP, tenho colaborado também com o Instituto de Estudos Avançados (IEA) desde 2016, na Escola Politécnica (Curso de Economia de Recursos Marinhos junto à UTokyo), nos Núcleos de Apoio à Pesquisa sobre Biodiversidade Marinha (NP BioMar) e Mudanças Climáticas (INCLINE), e também com iniciativas da Pró-reitoria de Cultura e Extensão.

Durante 10 anos, fui pesquisadora científica concursada no Instituto de Pesca. Tenho experiência na área de Ciências Pesqueiras e Oceanografia, com ênfase em Sistemas Marinhos Sócio-Ecológicos, atuando principalmente nos seguin-

tes temas: Manejo de Recursos Pesqueiros e Ecossistemas Marinhos; Biodiversidade; Mudanças Climáticas; Indicadores Sócio-econômicos; Dimensão Humana da Pesca; Economia Pesqueira; Pesca Artesanal; Etnoecologia; Modelagem de Ecossistemas e Estoques Pesqueiros; Dinâmica de Populações; Transferências Energéticas; Cefalópodes (lulas); Ecologia Humana; Oceanografia Pesqueira e Governança do Oceano.

Atualmente, minhas pesquisas visam contribuir para a consolidação de técnicas inovadoras que subsidiem ao manejo pesqueiro e à conservação da biodiversidade marinha e das comunidades pesqueiras, com especial ênfase para a Abordagem Ecossistêmica para a Pesca (AEP), e para a integração entre ciências naturais e humanas.

Atualmente, co-coordeno o projeto internacional Mission Atlantic, financiado pela Comissão Européia (edital H2020), assim como projetos de pesquisa FAPESP e CNPq. Sou membro do grupo de especialistas em pesca (FEG) da IUCN (International Union for the Conservation of Nature) junto à Comissão de Manejo de Ecossistemas, e também do IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services), havendo sido autora líder coordenadora do "Sustainable Use Assessment", e co-autora do primeiro relatório IPBES/IPCC das Nações Unidas.

No LabPesq, os pesquisadores e estudantes estão envolvidos em projetos e consórcios de pesquisa e extensão para avaliar os recursos marinhos e as contribuições, impactos, e desafios da pesca e de suas comunidades em diversas localidades do Brasil e do mundo. Empenhamos-nos na formação de recursos humanos capacitados para atuar em diferentes frentes sobre processos oceânicos, avaliações de sustentabi-

lidade, e a dimensão humana, e com diversas ferramentas e arcabouços teóricos necessários. Defendendo uma visão compartilhada de dignidade e sustentabilidade azul para as comunidades pesqueiras, ajudamos a articular algumas ações urgentes: para as pessoas, para a natureza, e para a bioeconomia.

As linhas de pesquisa e projetos do LabPesq se relacionam com todos os 17 ODS, mas predominantemente com: Ação contra a Mudança Global do Clima; Vida na Água; Fome Zero; Consumo e Produção Responsável; Parcerias Globais e, atualmente, relacionamos-nos predominantemente com os objetivos da Década do oceano: Um oceano produtivo e explorado de forma sustentável e Um oceano saudável e resiliente.

Dessa forma, as principais lacunas na nossa área do conhecimento é a integração entre os diversos aspectos da Oceanografia Pesqueira e a sua conexão com a cultura tradicional das populações humanas. Temos desenvolvido novos métodos e análises estratégicas, mas ainda é necessário realizar avaliações de estoques pesqueiros, e análises ecossistêmicas integradas em um número maior de ecossistemas marinhos no Brasil e no mundo.



Fig. 10: Na 16ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, em Brasília, cujo tema foi "Bioeconomia: diversidade e riqueza para o desenvolvimento sustentável"



Fig. 11: No evento internacional "Futuro das sociedades dependentes do mar: mudanças climáticas e comunidades pesqueiras" organizado no IEA-USP



Fig. 12: Em trabalho de campo no litoral NE do Brasil

ESTUDOS DO FUNDO MARINHO, A ODS 14 E A DÉCADA DOS OCEANOS

Michel Michaelovitch
de Mahiques



Sou Professor Titular do Instituto Oceanográfico da USP, com vinculação subsidiária no Instituto de Energia e Ambiente da USP. No Instituto Oceanográfico, ministro aulas nas disciplinas Sistema Oceano I e II, Análise de Dados em Oceanografia, Sedimentologia Marinha e Atividade Embarcada. Pesquisador 1A do CNPq, publiquei mais de 140 artigos em revistas indexadas e orientei mais de 20 trabalhos de conclusão, entre monografias de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Fui Diretor (2009-2013) e Vice-Diretor (2013-2017) do Instituto Oceanográfico, Coordenador do projeto Fapesp para aquisição do N.Oc. Alpha Crucis e responsável pela instalação da primeira Science on a Sphere do Hemisfério Sul. Trabalho com Mapeamento Sedimentar Marinho e Evolução dos Fundos Marinhos.

O fundo marinho abriga milhares de espécies de organismos marinhos, que vivem sobre ele, ou os interstícios entre as partículas de sedimento. Há espécies que o utilizam para alimentação, reprodução, ou substrato para fixação. A distribuição, riqueza e diversidade dessas espécies depende, em alto grau, das propriedades dos materiais que formam o fundo marinho, como o tamanho das partículas, a quantidade de carbono armazenada ou mesmo produzida pela decomposi-

da matéria orgânica, a porosidade e permeabilidade entre os grãos, além de várias outras propriedades físicas e químicas dos materiais que formam o substrato marinho. Infelizmente, ele é, também, receptáculo de materiais antrópicos, muitos dos quais colocam em risco a diversidade marinha.

No que diz respeito aos sete objetivos da Década dos Oceanos, o mapeamento dos fundos marinhos permite fornecer diretamente dados para o portal ou qualquer outra base, ajudar na elaboração de mapas digitais e ajudar a compreender o funcionamento de ecossistemas marinhos. Além disso, é elemento fundamental para os estudos de riscos geológicos no fundo marinho. Finalmente, as técnicas de mapeamento são elemento educativo fundamental para os profissionais das Ciências do Mar.

Nos últimos anos, os ainda limitados estudos de mapeamento do fundo marinho realizados na margem continental brasileira permitiram identificar um grande sistema recifal na plataforma continental adjacente à desembocadura do Rio Amazonas, além de sistemas de montes carbonáticos e outros ecossistemas únicos. Esses poucos exemplos dão uma ideia do enorme potencial do mapeamento do substrato marinho para a identificação de novos biomas. Entretanto, é preciso entender que esse mapeamento ainda se encontra muito aquém para atender os objetivos, tanto da ODS 14 quanto da Década do Oceano.

Uma importante lacuna para o atendimento dos objetivos acima é a execução de um programa sistemático de mapeamento do fundo marinho da margem continental brasileira. Esse programa chegou a iniciar na década de 2010, mas foi rapidamente interrompido, por conta de problemas de infraestrutura embarcada. Assim, o retorno a esse programa fede-

ral, somado a programas estaduais e mesmo municipais, apresenta-se indispensável para o maior conhecimento do mar brasileiro.

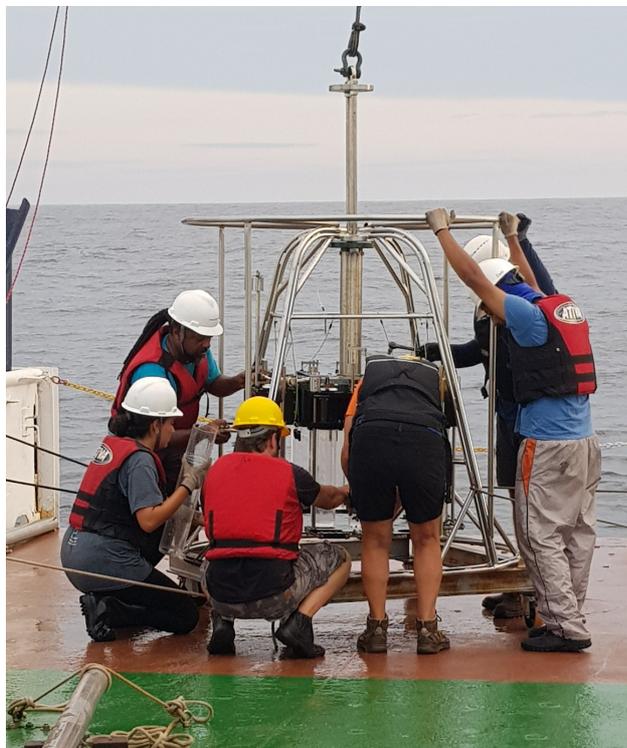


Fig. 13: Coleta de amostras de sedimento



Fig. 14: Amostragem de sedimento

CARACTERÍSTICAS DA CIRCULAÇÃO, MASSAS DE ÁGUAS E FRENTES OCEÂNICAS NA REGIÃO ENTRE CABO FRIO (RJ) E CADEIA VITÓRIA-TRINDADE (ES)



Sueli Susana de Godoi

Sou docente do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), possuo Doutorado em Ciências, área de Oceanografia Física, pelo IOUSP e Mestrado em Sensoriamento Re-

moto, ênfase em Oceanografia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Na área de Oceanografia Física, venho atuando especificamente em estudos de circulação oceânica de meso-escala, vórtices, termodinâmica da água do mar, massas de água, frentes oceânicas. Durante, aproximadamente, 22 anos, tenho sido Vice-Coordenadora do Laboratório de Dinâmica Oceânica do Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica. Ao longo de 35 anos, atividades de embarque em cruzeiros oceanográficos e trabalhos de campo vêm sendo desenvolvidos no âmbito do ensino e da pesquisa. Enfatiza-se, também, minha participação ativa em trabalhos de cultura e extensão universitária, onde sou Vice-Presidente da Comissão de Cultura e Extensão Universitária - IOUSP. Complementando, no IO-USP sou coordenadora do Laboratório Didático de Modelagem de Processos Oceânicos - LaMPO; Vice-Coordenadora do Laboratório de Dados Oceanográficos - LabDados; membro da Comissão de Graduação - CG; membro da Comissão de Coordenação de

de Curso – COC; membro do Conselho Técnico Administrativo – CTAmembro do Conselho Deliberativo do Centro Interunidade de História da Ciência – CHC ; membro do Conselho Consultivo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – PEIC. Atua como Colaboradora da Ouvidoria de Serviços Públicos da USP, no âmbito do Instituto Oceanográfico e integra, como Ouvidora, a Comissão de Ética e Direitos Humanos – CEDH.

O cerne da minha pesquisa visa inferir as características da circulação, massas de águas e frentes oceânicas, ao largo da região entre Cabo Frio (RJ) e Cadeia Vitória-Trindade (ES). O enfoque vem contribuir no estudo da termodinâmica da estrutura vertical das massas de água, adicionando relevante conhecimento sobre processos da hidrodinâmica oceânica.

A base de dados utiliza observações oceanográficas amostradas, em 07 a 19 de dezembro de 2019, durante o cruzeiro oceanográfico VT-Dyn, realizado a bordo do Navio Oceanográfico Alpha Crucis do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP). Este cruzeiro faz parte da série de cruzeiros oceanográficos do projeto "O papel da Cadeia Vitória-Trindade na geração de dinâmica de sub e meso-escalas", financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo – FAPESP, no período de 01 de março – 29 de fevereiro de 2020. A coordenação do projeto é de responsabilidade do Prof.Dr. Ilson Carlos Almeida da Silveira, desenvolvido pelo Laboratório de Dinâmica Oceânica – LaDO, vinculado ao Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica, IO-USP. A pesquisa faz parte do projeto em elaboração "Biodiversity, Biogeochemistry, Ecology, Blue Economy and Physical Oceanography Research on the Continental Shelf off Southeast Brazil". Uma parceria entre

Brasil-Alemanha.

Os dados registrados foram obtidos pelo perfilador de condutividade, temperatura e profundidade (CTD - Conductivity, Temperature and Depth - Sea-Bird). Estes devem ser processados e tratados usando os recursos de softwares disponíveis pelo fabricante do instrumento. Os produtos gerados constituem, basicamente, de perfis e seções verticais de propriedades físico-químicas da água do mar e diagramas de estado. A identificação das massas de água e correspondentes profundidades de interfaces ao longo da coluna de água serão inferidas considerando critério termodinâmico. Os resultados e análises decorrentes do estudo irão constituir importante fonte de informação nas diversas áreas da Oceanografia: Física, Química, Geológica, Biológica e Socioambiental. A região tem sido investigada principalmente sob os aspectos da hidrodinâmica da circulação e processos oceânicos associados, por exemplo, o meandramento da Corrente do Brasil (CB), o desenvolvimento de vórtices, a ressurgência costeira e como estes influenciam a biota planctônica local.

No momento, é oportuno contextualizar brevemente sobre as características oceanográficas da região e adjacências. A CB é uma corrente de contorno oeste que compõe o Giro Subtropical do Atlântico Sul, sendo formada pela bifurcação da Corrente Sul Equatorial (CSE) ao norte da margem continental brasileira. Pesquisadores têm descrito um transporte de volume menor na CB em relação às demais correntes de contorno oeste. Isso ocorre pelo fato da CSE transportar relativamente um maior volume para o norte da margem equatorial brasileira, integrando-se a Subcorrente Norte do Brasil.

Continuando, a CB se origina, portanto, da bifurcação da

CSE, a partir de 10°S . Nesta região, a corrente é fraca e rasa, atingindo apenas 100 metros de profundidade. Escoando ao largo de $14,5^{\circ}\text{S}$, torna-se uma corrente de contorno, fluindo em direção ao Sul, atingindo, então, 150 metros de profundidade. Já nos 20°S , apresenta aumento em espessura, próximo de 400 – 500 m, e velocidade média de 0,5 m/s. A partir de $20-21^{\circ}\text{S}$, a CB é constituída, em níveis picnoclínicos, por uma alimentação efetiva dos ramos da CSE. Nesta localização, ela encontra a complexa topografia da Cadeia Vitória-Trindade (CVT). Esta cadeia é composta de montes submarinos com orientação quase zonal ($20,5^{\circ}\text{S}$) constituída de 30 montes, pelos quais 17 atingem profundidades de 2500 m, além das duas ilhas oceânicas que formam o arquipélago de Trindade-Martim Vaz. Ao sul de 20°S , no Atlântico Sudoeste, a CVT se destaca como uma feição topográfica complexa, que marca o início da integração dos ramos picnoclínicos da Corrente Sul Equatorial (CSE) na CB.

Tecendo breves comentários sobre a estrutura vertical de massas de água. As principais massas de água, na região oceânica, que contribuem para a estratificação vertical da coluna de água são: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS), Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) e Água de Fundo Antártica (AFAA). Complementando, a ressurgência costeira de Cabo Frio (23°S) pode ser iniciada pela ação da tensão de cisalhamento dos ventos predominantes de Nordeste sobre a superfície do mar. O processo pode ser explicado pela teoria do transporte de Ekman, em que as águas na superfície, em condições de ventos favoráveis e persistentes de Nordeste, são transportadas para a esquerda da direção do vento no Hemisfério Sul,

isto é ao largo da região oceânica. Por continuidade, águas mais frias, profundas e ricas em nutrientes afloram na superfície; no caso a ACAS.

As linhas de pesquisa de, forma geral, que atuo junto ao Laboratório de Dinâmica Oceânica, como Vice-Coordenadora, envolvem circulação de mesoescala, sistema Corrente do Brasil, vórtices associados, massas de água e frentes oceânicas. Frentes oceânicas são nítidas fronteiras horizontais entre massas de água, de diferentes densidades, transportadas pelas correntes oceânicas. Estas podem ocorrer nas camadas de superfície, intermediárias e próximo ao fundo oceânico. As escalas espaciais de frentes envolvem desde frações de metros até milhares de quilômetros. Como exemplos, pode-se citar a Frente da Corrente do Brasil, a frente de ressurgência de Cabo Frio e a frente estuarina na região da Barra de Cananéia.

Considerando o objetivo da ODS 14 - "Vida na água": "Conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável", há uma expressiva relação entre sistemas de correntes, transportando massas de água, e frentes oceânicas associadas com as características das propriedades físico-químicas da água do mar, concentrações de oxigênio dissolvido, nutrientes, espécies marinhas, sedimentos em suspensão e bentônicos. Desta forma, o estudo combinado de circulação oceânica, massas de água e frentes oceânicas se torna essencial pelo fato que estes desempenham um papel importante no ecossistema marinho e processos de interação ar-mar-fundo marinho. Tais fatores são de suma relevância e alinhados com o objetivo da ODS 14.

Naturalmente, no contexto dos objetivos da Década do

Oceano, o estudo da circulação oceânica, associada às massas de água, podem contribuir no entendimento da concentração de “ilhas de lixo” em regiões remotas, ao largo a região em estudo, onde não há lançamento de dejetos de forma direta. Conseqüentemente, há de se ter a identificação de fontes de poluição, aplicar formas de remoção e proporcionar um oceano limpo.

Uma das lacunas presente em minha área de conhecimento que podemos citar é explorar melhor as condições de circulação oceânica associadas às massas de água em eventos de El Niño e La Niña. Essa é uma pesquisa que já teve início em 2019. Um dos enfoques de destaque é caracterizar índices termohalinos de determinadas massas de água, ainda pouco estudadas em determinadas localizações na costa brasileira. Um exemplo é na região da Cadeia Vitória-Trindade. Caracterizar a circulação oceânica nesta região há de ser de extrema relevância para contribuir nas pesquisas relacionadas com objetivos da Década do Oceano, como por exemplo - oceano saudável, resiliente, previsível entre outros!



Fig. 15: Trabalho de campo no Alpha Crucis



Fig. 16: Trabalho de campo no Alpha Crucis

AMBIENTES RECIFAIS: AS FLORESTAS ANIMAIS MARINHAS

Tito Monteiro da Cruz Lotufo

Sou Biólogo com mestrado em ecologia, doutorado em zoologia, e, atualmente, trabalho como livre-docente na área de oceanografia biológica, tendo realizado toda a



minha formação acadêmica na USP. Fui professor associado do Instituto de Ciências do Mar (Labomar) da Universidade Federal do Ceará entre 2002 e 2014, onde ministrei disciplinas para os cursos de Engenharia de Pesca e Oceanografia. No Labomar, atuei na criação e coordenei os programas de graduação em Oceanografia e de pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Exerci o papel de pesquisador visitante no Scripps Institution of Oceanography, da University of California San Diego entre 2009 e 2010, desenvolvendo projeto de pesquisa financiado pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Em 2014, iniciei a docência no Instituto Oceanográfico, onde coordeno o Laboratório de Biologia Recifal (BioRec). Sou membro do Grupo de Assessoramento Técnico do Plano de Ação Nacional para os Ambientes Coralíneos (PAN-Corais) e membro ativo do Projeto Coral Vivo, coordenando o ponto focal de São Paulo. Sou bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq desde 2010, além de também editor associado dos periódicos científicos Biota Neotropica,

Frontiers in Marine Science, Zookeys, e editor temático da Revista de Investigaciones Marinas (Cuba) e membro do comitê editorial dos Arquivos de Ciências do Mar. Também sou mergulhador científico associado à American Association of Underwater Sciences (AAUS), credenciado como Divemaster pela Professional Association of Diving Instructors (PADI) e membro do GT Mergulho Científico do Grupo Técnico Formação de Recursos Humanos em Ciências do Mar – PPG-MAR.

No âmbito do BioRec, são desenvolvidos projetos de pesquisa que envolvem os vários aspectos da biologia recifal. Dentre as suas linhas principais, destacam-se:

- **Estrutura e funcionamento de comunidades recifais.** Nesta linha são desenvolvidos projetos que buscam compreender como funcionam os ecossistemas recifais a partir de estudos envolvendo observações e experimentos;
- **Sistemática e ecologia de tunicados.** São estudadas, especialmente, as ascídias em diversas regiões do planeta, que envolvem o levantamento e descrição de espécies, além da evolução destes animais;
- **Biogeografia marinha.** Os padrões de distribuição dos organismos recifais e os processos que geram estes padrões são analisados a partir do levantamento de dados, modelagem de nicho ecológico e por meio de estudos de conectividade;
- **Filogeografia e evolução de organismos marinhos.** Além dos tunicados, o BioRec estuda processos evolutivos e conectividade em outros grupos de animais recifais, como moluscos e peixes. Para tal são realizados estudos de genética molecular, que jogam luz sobre essas questões.

Os ambientes recifais são responsáveis pelo provimento de

uma série de benefícios importantes para a sociedade, por meio dos chamados "serviços ecossistêmicos". No contexto marinho, estes são os locais que concentram a maior parte da biodiversidade, embora ocupem uma porcentagem muito pequena da área coberta pelos oceanos. Além de fornecerem alimento e renda para a população, essas áreas cumprem funções relevantes de proteção contra erosão costeira, são fonte de recursos biotecnológicos para produção de fármacos, cosméticos e outros produtos, e são extremamente relevantes também para a indústria do turismo. Nesse sentido, a conservação desses ecossistemas é fundamental para a vida no planeta e para que persigamos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) acordados no âmbito da Organização das Nações Unidas.

O BioRec busca contribuir para o atingimento destes ODS, integrando os projetos de pesquisa e alinhando os seus objetivos. Dentro do chamado ODS 14 – Vida no Mar, se encontram várias metas importantes, e buscamos contribuir com a produção de conhecimento sobre os ambientes recifais, atuando em prol da sua conservação e gerando ferramentas que tornem os oceanos mais previsíveis, facilitando a gestão dos recursos e as ações de conservação. Neste particular, temos atuado junto com o Programa Global ARMS (*Autonomous Reef Monitoring Structures*), coordenado pela Smithsonian Institution, no sentido de prover uma ferramenta de monitoramento da biota críptica recifal por meio do uso desta plataforma autônoma, combinada com análises avançadas de genética molecular que permitem maior agilidade na obtenção de dados.

Outros projetos do BioRec envolvem também o conhecimento da biodiversidade marinha, a partir de expedições a

regiões tropicais para coleta de amostras e estudos com os organismos recifais. Esse conhecimento, que envolve a descrição de espécies ainda desconhecidas pela ciência, é fundamental também para que possamos priorizar áreas e adequar ações que visem à conservação da vida no mar. Além do ODS 14, os projetos desenvolvidos têm conexão com outros ODS, como o ODS 4 ("educação de qualidade"), por meio da educação e treinamento de estudantes em diversos níveis. Outro projeto importante que realizamos envolve o uso de ferramentas estatísticas para geração de modelos que possam descrever a distribuição de diversos organismos, como os corais. Com essa modelagem, buscamos compreender como esses sistemas serão afetados pelas mudanças do clima (ODS 13) a partir de mudanças nos padrões de distribuição. Colaboramos de forma direta também com outros laboratórios buscando agregar valor à biodiversidade marinha, apoiando a busca por moléculas de origem nessa biodiversidade e que possam ser utilizadas de maneira sustentável, relacionando-se aos ODS 3 e 9 (respectivamente, "saúde e bem-estar" e "indústria, inovação e infraestrutura").

No âmbito dos objetivos da Década da Ciência Oceânica, também estamos contribuindo de forma bastante direta. Dentre os resultados que se pretende atingir, destacamos a seguir os principais e os nossos projetos relacionados:

- **Um oceano saudável:** como mencionado, desenvolvemos os projetos de monitoramento da biota críptica recifal por meio do uso de ARMS. Atualmente temos ARMS instaladas na Estação Ecológica de Tupinambás (Ilhas de Alcatrazes, Palmas e Cabras) e Refúgio da Vida Silvestre de Alcatrazes. Além disso, está prevista a instalação de ARMS na Ilha da Trindade, estendendo o monitoramento

para a ilha oceânica mais remota do Brasil. Por meio do uso de ARMS, poderá-se saber se há modificações importantes na biota críptica, que é o componente mais diverso dos ecossistemas recifais.

- **Um oceano previsível:** através do uso de modelagem de distribuição das espécies recifais que realizam funções essenciais ao ecossistema, buscamos projetar o que irá ocorrer diante de diferentes cenários fornecidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Já temos publicados resultados tratando de corais e zoantídeos, e estamos trabalhando com grupos de herbívoros (ouriços-do-mar), macroalgas e também peixes carnívoros e herbívoros. A partir destes resultados, poderemos projetar alterações que poderão acontecer na composição e na estrutura das comunidades recifais, apontando também áreas que serão menos afetadas pelas mudanças climáticas, e que podem ser objeto de ações de conservação específicas.
- **Um oceano conhecido e valorizado por todos:** parte importante do nosso trabalho envolve estudos sobre a biodiversidade, descrevendo novas espécies e padrões de ocupação geográfica. Como expertise, estudamos intensamente ascídias, que são invertebrados bênticos muito importantes. Temos pesquisas que lidam com diversas regiões do Brasil, começando pelo litoral e ilhas costeiras de São Paulo e alcançando as ilhas oceânicas brasileiras e os recifes submersos da margem equatorial (Grande Sistemas Recifais Amazônicos). Além disso, temos trabalhado com coletas realizadas em outras áreas tropicais do planeta, como Papahānaumokuākea, Golfo do México, Moorea, Ilhas Marquesas e Nova Caledônia. Acoplados a

a estes, e em colaboração com o Projeto Coral Vivo, temos também atuado para difundir nossas descobertas e valorizar a conservação dos ambientes marinhos.

- **Um oceano sustentável e produtivo:** há muitos anos, participamos muito ativamente de projetos que buscam estudar a diversidade molecular nos diferentes ambientes marinhos, seja a partir do estudo de invertebrados, seja por meio da prospecção de linhagens de microrganismos capazes de produzir substâncias com ações biológicas interessantes. Neles, buscamos sempre descrever e entender os padrões de variedade química, mas também auxiliar na busca por novas linhagens de bactérias que possam, de forma sustentável, produzir moléculas com aplicações diversas para a sociedade.

Por fim, contamos com parceiros que colaboram conosco em diversos projetos, em instituições como UFC, UFF, UFRJ, UFSC, UERJ, UFES, IFPA, Smithsonian Institution, University of Florida, University of California San Diego, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Somos financiados diretamente pelo CNPq, CAPES, FAPESP e Petrobras.



Fig. 17: Coleta na ilha de Alcatrazes

ECOFISIOLOGIA, BIOENERGÉTICA E BIOMARCADORES PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL



Vicente Gomes

Sou professor associado do IO-USP, docente no Departamento de Oceanografia Biológica desde 1988, trabalhando com linhas de pesquisa com ênfase em ecofisiologia, bioenergética e biomarcadores para monitoramento ambiental.

Entrei como estudante no Instituto de Biociências em 1973, orgulhoso por estar na Universidade de São Paulo cursando aquilo que eu mais queria. Entrei e fiquei, pois da USP eu nunca mais saí. Gosto de tudo da biologia, mas minha predileção foi desde sempre o mar, com todos os seus encantos e mistérios. Por isso, procurei estágio no Instituto Oceanográfico em 1975 e fui aceito para estagiar com a saudosa Profa. Dra. Anna Emília Amato de Moraes Vazzoler, uma das mais renomadas pesquisadoras na área de estudos populacionais de peixes do Brasil, e com o Prof. Dr. Phan Van Ngan, vietnamita recém chegado do Japão e que é meu eterno orientador. O estágio era na área de Estudo Populacionais de Peixes, com metodologias de ponta para a época, que incluíam o estudo de padrões eletroforéticos de tecidos de peixes da família Sciaenidae, cariotipagem, caracterização de enzimas, entre outros, para verificar se as espécies pertenciam a uma ou mais populações. O objetivo era o de avaliar a variabilidade genética para identificar se havia diferentes po-

pulações e assim gerenciar seus estoques de forma mais eficiente. Em 1977, entrei no curso de pós-graduação do IOUSP e continuei esse trabalho com a corvina e também participei de um projeto sobre estudo populacional de sardinhas. As análises dos resultados obtidos com essas técnicas eram bastante complicadas e muito demoradas, sem auxílio de todos os equipamentos modernos e das ferramentas computacionais que temos hoje. Assim sendo, para terminar o mestrado e o doutorado os prazos eram longos, se não me engano de 10 anos para cada modalidade. As pesquisas bibliográficas demoravam muito, pois era necessário fazer os levantamentos que hoje fazemos na internet. A procura dos artigos era feita em catálogos imensos que vinham do exterior. Segui o doutorado utilizando as mesmas técnicas, já um pouco mais aprimoradas, desta vez com diversas espécies de bagres marinhos.

Essas atividades me levaram a conhecer diferentes regiões da costa sudeste-sul do Brasil, do Uruguai e, principalmente, a trabalhar nas nossas bases de pesquisa, ou seja, na Base Norte "Dr. João de Paiva Carvalho", em Ubatuba, e na Base Sul "Clarimundo de Jesus", em Cananéia. Viajei com muitos professores, estudantes, colegas e conheci muitos lugares e pessoas interessantes, como o Sr. Clarimundo, de quem a Base Sul recebeu o nome. Ele era técnico da nossa instituição, e sabia tudo sobre o mar e sua gente. Era uma pessoa especial, com enorme dedicação ao trabalho, e totalmente incansável. Aprendi muito com todos com quem convivi, com meus orientadores e colegas, principalmente a ter uma postura séria e ética diante da ciência e do ensino. Passei muito tempo fazendo coletas e pesquisa em Cananéia e aprendi a amar aquela região. O sistema estuarino-lagunar é enorme,

extremamente rico e de uma complexidade impressionante. Suas áreas adjacentes de manguezais e florestas compõem o quadro de enorme interesse científico. Durante meu curso de pós-graduação também participava, sempre que possível, das atividades de ensino dos meus orientadores, pois sempre tive o sonho de ser professor universitário. Dessa forma, após algumas tentativas, fui admitido como docente do IO-USP em 1988, já entrando em uma nova área de pesquisa, a Ecofisiologia de organismos costeiros marinhos.

Já como docente, iniciamos estudos sobre as características e as adaptações fisiológicas de peixes, crustáceos e moluscos às variações de temperatura, salinidade, e outros fatores ambientais.

Também começamos a trabalhar com a bioenergética de algumas espécies, ou seja, determinar a distribuição da energia para os diferentes processos vitais, sempre em consonância com os agentes internos e externos, no âmbito da ecofisiologia. Foram muitos os projetos, e alguns resultados são citados até hoje, pois trouxeram maior conhecimento sobre as espécies e seus papéis ecológicos. A docência foi mais um grande desafio no início de carreira. O Prof. Phan era um docente de mão cheia e me ajudou muito nisso. Sempre foi uma alegria para mim o contato com os estudantes, principalmente agora que estou com mais idade. Para mim, aprender e ensinar é a função mais bonita e estimulante do ser humano. Desde sempre pensei em lecionar, e tenho feito isso há muito tempo, mas tenho certeza de que eu aprendi mais dos meus estudantes do que eles aprenderam comigo. E isso é natural, pois eu tive muitos alunos e cada um deles conviveu comigo por apenas pouco tempo.

Enquanto isso, uma nova porta estava se abrindo para mim.

Desde 1975, o Brasil começou a se interessar pela região Antártica e pretendia participar nos programas internacionais de pesquisa em desenvolvimento na região. A ideia dos países envolvidos era de que a Antártica não fosse sujeita à soberania de nenhuma nação, apesar de que várias delas reclamam esse direito. Após uma cuidadosa preparação, o Brasil, em 1982-1983 iniciou o Programa Antártico Brasileiro com sua I Expedição à Antártica, da qual participaram o navio de apoio oceanográfico NApOc "Barão de Tefé", da Marinha do Brasil, e o navio oceanográfico NOc "Prof. Wladimir Besnard", do IOUSP. Nessa primeira expedição, como estudante ainda, embarquei até o Rio Grande do Sul para ajudar nos preparativos da viagem e dos laboratórios do nosso navio. Na segunda Expedição, em 1983/84 fui pela primeira vez à Antártica, ainda doutorando, em um projeto para o estudo populacional do krill, *Euphasia superba*. Ao chegarmos perto do nosso destino, o Estreito de Bransfield, o frio já era intenso e avistamos os primeiros icebergs. É impossível esquecer esse dia memorável e a sensação que senti diante do mar imenso, daquelas montanhas flutuantes de gelo e do silêncio quebrado apenas pela vocalização das aves. A Antártica é fascinante e a vida é muito especial e abundante. Para um biólogo-oceanógrafo não há tempo para sentir solidão diante tanta coisa a ser descoberta. O projeto sobre o krill era parte de um programa internacional, o SIBEX, cujo principal objetivo era conhecer melhor os seus estoques dessa espécie nas suas principais regiões de ocorrência. Havia um grande interesse na pesca sustentável do krill, e esses foram os primeiros trabalhos nesse sentido. Os resultados dos trabalhos do Brasil permitiram que nosso país se tornasse membro consultivo do Tratado Antártico, com direito a voto, que a estabelece como um ter-

ritório de pesquisa e de paz, não sujeita ao domínio de nenhum país. Logo em 1983-84, foi montada a Estação Antártica Brasileira "Comandante Ferraz", na Baía do Almirantado, Ilha Rei George. Foi lá que desenvolvi a maior parte das pesquisas do nosso grupo, desde 1985 até 2012.

As primeiras viagens eram verdadeiros eventos, cobertos inclusive pela imprensa. O porto ficava lotado de pessoas para se despedirem dos pesquisadores que zarpavam rumo aos mares gelados do Sul. A tecnologia era muito diferente de hoje, e ficávamos totalmente isolados do restante do mundo. Só conversávamos com a família novamente ao voltar para o Brasil. Para irmos à Estação "Comandante Ferraz" a maior parte da viagem se faz a bordo do avião Hércules, da Força Aérea Brasileira, que desce na Ilha Rei George, no aeroporto da Base Chilena "Presidente Eduardo Frei Montalva". Após chegarmos à Ilha, nesses primeiros anos, nosso isolamento era total, havendo apenas a comunicação por rádio, restrita ao comando das expedições. Hoje, a situação é completamente diferente, pois já temos acesso à internet, às conversas com a família pelo computador e pelo celular. O mundo tornou-se pequeno rapidamente.

O último programa do qual participei terminou em 2014, mas meus trabalhos, em docência com disciplinas sobre a Antártica e com os dados obtidos lá, continuam até hoje. Fizemos diferentes tipos de estudo, principalmente utilizando a Estação Antártica Brasileira "Comandante Ferraz". Participamos de vários projetos nacionais e internacionais estudando o krill, anfípodes e peixes antárticos sob diferentes aspectos, incluindo adaptações às variações de temperatura e salinidade, bioenergética e, mais recentemente, respostas à contaminação ambiental.

Desde algum tempo, o foco atual do nosso trabalho, é o estabelecimento de procedimentos com biomarcadores, para avaliar os efeitos de contaminantes sobre os organismos, incluindo hidrocarbonetos, metais, nanopartículas, etc.. Além disso, como um dos nossos focos sempre foi a influência da temperatura sobre os seres vivos, nosso trabalho atual está também vinculado aos problemas de mudanças globais.

Paralelamente ao trabalho na Antártica, e não com menor dedicação e importância, continuamos a desenvolver pesquisas nas mesmas linhas aqui no Brasil. Aqui, a contaminação ambiental é bastante séria e, por isso, essa vertente da pesquisa é ainda mais necessária. Atualmente, estamos desenvolvendo e otimizando métodos para utilizar anfípodes criados em laboratório da espécie *Parhyale hawaiiensis* e peixes de cultivo marinho, *Rachycentrum canadon*, o bijupirá, como material de estudo. A criação e pesquisas sobre a nutrição dos mesmos, é feita pela equipe do Prof. Dr. Daniel E. Lavanholi de Lemos, docente do IO-USP na área de aquicultura.

Nosso trabalho sempre esteve voltado à preservação das espécies marinhas e à compreensão dos impactos que podem sofrer, como pode ser notado pelo texto, como são os objetivos atuais das grandes iniciativas internacionais para o "a ciência que fazemos para o Oceano que queremos". Atualmente também participo de um projeto internacional denominado Mission Atlantic, que, no IO-USP, é coordenado pela Prof. Dra. Maria de Los Angeles Gazalla e está diretamente ligado às metas propostas para a década dos Oceanos. Conforme consta em seu folheto informativo : "...O Mission Atlantic fornecerá o conhecimento e as ferramentas necessárias para avaliar de forma precisa as pressões impostas sobre

sobre os ecossistemas marinhos do Atlântico, por meio da identificação das áreas vulneráveis às mudanças climáticas e às atividades antrópicas (exploração econômica dos oceanos). Através do desenvolvimento de um sistema de Avaliação Integrada dos Ecossistemas (AIE), o projeto apoiará gestores e legisladores a equilibrar a necessidade de preservação ambiental com o desenvolvimento sustentável, e fornecerá a ciência necessária para desenvolver uma nova narrativa que assegure uma perspectiva positiva para o futuro do Oceano Atlântico”.

Assim vamos avançando, por vezes mais rápido, outras vezes mais devagar, mas ainda penso em continuar por algum tempo a trabalhar na pesquisa e docência, com muito carinho e orgulho pela USP, aquele mesmo orgulho que senti ao sair de casa há 48 anos, para ir à USP para participar da minha primeira aula.



Fig. 18: Pesca de anfípodes



Fig. 19: Coleta no bote

MICROBIOLOGIA MARINHA

Vivian Helena Pellizari

Sou Professora Associada do IOUSP e docente da USP desde 1996, inicialmente no Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) onde cursei o Mestrado e Doutorado em Ciências (Microbiologia), com



Doutorado Sanduíche e Pós-doutorado no *Center for Microbial Ecology* na Michigan State University. Desde 2009, coordeno o Laboratório de Ecologia de Micro-organismos do Departamento de Oceanografia Biológica do IOUSP.

Atuo na área de Ecologia de Micro-organismos Marinhos com ênfase na estrutura de comunidade microbiana procariótica e suas funções, resposta do microbioma frente às mudanças ambientais e micro-organismos de ambientes extremos. Micro-organismos são os seres mais abundantes dos oceanos e de maior diversidade metabólica, apresentando atuação fundamental em todos os ciclos biogeoquímicos. Dessa forma são fundamentais para a manutenção da vida marinha. Atualmente, empregamos ferramentas moleculares como a metagenômica aplicadas a modelagem para a caracterização e monitoramento ambiental pelágico e bentônico, assim como para a compreensão da presença e adaptação da vida em diversos habitats como as crostas polimetálicas, áreas de exsudação, ambientes geotermais e polares.

Os projetos atuais do Laboratório de Ecologia de Micro-organismos do IO-USP estão vinculados às seguintes Metas do ODS 14:

Meta 14.1: O projeto de estudo do microbioma presente em plásticos (plastisfera) e sua capacidade de biodegradação de diferentes tipos de plásticos e também a presença de bactérias degradadoras de hidrocarbonetos no ecossistema marinho relaciona-se a meta de conservação e uso sustentável.

Meta 14.2: Atua caracterizando o microbioma da Bacia de Santos, incluindo áreas de exploração de óleo e gás o que permite desenvolvimento de sistemas indicadores e de monitoramento importantes, em especial se houver necessidade de restauração da região, estando portanto relacionados à manutenção de oceanos saudáveis e produtivos. Além disso, os projetos de microbioma de crostas de Fe-Mn auxiliam a discussão da exploração mineral dessas áreas e seus impactos em potencial.

Meta 14.5: A caracterização da comunidade microbiana e de suas funções na Bacia de Santos da plataforma continental até o talude gera um banco de dados científicos inédito para auxiliar o monitoramento e conservação de pelo menos 10% das áreas costeiras e marinhas.

Meta 14.c.: Os estudos de mar profundo, em especial aqueles que descrevem as áreas de exsudação de metano e dos microbiomas de crostas e nódulos polimetálicos da ERG, geram dados inéditos com interesse da jurisdição internacional fundamentais para a discussão de uso sustentável e conservação da vida em mar profundo.

A geração de conhecimento científico na minha área de pesquisa está relacionada com ao menos 5 dos 7 objetivos relacionados ao "oceano que queremos" no final de década. A caracterização inédita dos habitats microbianos e suas principais funções nos ciclos biogeoquímicos nas áreas estudadas, poderá mostrar a resposta aos impactos positivos e

negativos e como através das ferramentas ecológicas e biotecnológicas esse conhecimento pode ser empregado para a manutenção ou recuperação desses ambientes.

Os estudos de microbiologia muitas vezes são difíceis de serem compreendidos do ponto de vista ecológico. No entanto, o emprego de novas ferramentas como as de inteligência artificial e modelagem, permitirá a integração de um grande volume de dados moleculares aos dados de caracterização ambiental em sistemas informatizados, facilitando a visualização e obtenção de respostas rápidas para recuperação ambiental e mesmo a predição das possíveis alterações ocasionadas pelas mudanças climáticas. Dessa forma, uma melhor compreensão sobre oceano e clima e soluções para conservação e desenvolvimento sustentável, poderão ser obtidos a partir dos projetos de pesquisa envolvendo a microbiologia marinha.



Fig. 20: Membros do LECOM



Fig. 21: LECOM



Fig. 22: Membros do LECOM na Antártica



Fig. 23: LECOM Marinitech



Fig. 24: LECOM BIOIL Alpha



Fig. 25: LECOM NERC FAPESP

FUTURO QUE QUEREMOS: USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS NATURAIS DA ZONA COSTEIRO-MARINHA, COM ÊNFASE NOS MANGUEZAIS



Yara Schaeffer-Novelli

Possuo Graduação em História Natural, Bacharel e Licenciada (Universidade do Brasil, RJ, 1965); Pós-Graduação em Oceanografia Biológica *latu sensu* (IO-USP, 1967); Pós-Graduação – Mestrado, em Oceanografia Biológica (IOUSP, 1970); Pós-Graduação – Doutorado, em Ciências (Área de Zoologia, IB-USP, 1976); Livre-Docência em Oceanografia Biológica (IO-USP, 1991).

Atualmente, possuo as seguintes atribuições: sou responsável pelo Laboratório BIOMA – Bioecologia de Manguezais; atuo como Professora-Sênior no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo; sou Cofundadora do Instituto BiomaBrasil; sou Membro do Mangrove Specialist Group da SSC/IUCN; sou Especialista, junto ao Comitê Técnico e Científico da Convenção de Ramsar (1971), e Membro da Liga das Mulheres pelo Oceano.

O Laboratório BIOMA, também conhecido como “Centro de Ensino e Informação sobre Zonas Úmidas Costeiras Tropicais, com Ênfase no Ecossistema Manguezal” segue implementando as atividades tradicionais, tais como pesquisa, ensino, formação de recursos humanos e prestação de serviços à comunidade, nas áreas de produção, estrutura e função de ecossistemas costeiros tropicais, avaliação de impactos am-

bientais, valoração de recursos naturais e às temáticas da zona costeira, especialmente ao ecossistema manguezal. No contexto das áreas úmidas costeiras tropicais, constantes da Convenção de Ramsar (1971), assim como de outros documentos de cunho legal, somos constantemente instados a colaborar com assessoramentos nos mais diferentes âmbitos, ofertar pareceres, analisar documentos, ou participar de comissões, entre outros, - oportunidades únicas de uma devolutiva da experiência acumulada ao longo do tempo das atividades docentes em oceanografia, ecologia de ecossistemas, gestão de recursos marinhos e ciências ambientais, na elaboração de políticas públicas.

O Laboratório BIOMA, também conhecido como "Centro de Ensino e Informação sobre Zonas Úmidas Costeiras Tropicais, com Ênfase no Ecossistema Manguezal" tem, como valor central, atividades de ensino, pesquisa e de prestação de serviços à comunidade. Assim, mantemos nosso compromisso com estudos sobre o ecossistema manguezal - elemento da paisagem costeiro-marinha. Práticas acadêmicas incluem docência, aos níveis de graduação e pós-graduação, mas também os programas de formação continuada de recursos humanos no ensino e na pesquisa, entendidos como necessários para atender as lacunas do conhecimento ou contribuir diretamente para a resolução de problemas da gestão ambiental. Atualmente, ao ministrar aulas em disciplinas da Graduação em Oceanografia ou em outras atividades docentes, ao abordar a bioecologia das áreas úmidas costeiras tropicais é dada ênfase à conservação e ao uso racional desses ecossistemas.

Mais especificamente, no que tange às metas de ensino, cabe destacar a disciplina de pós-graduação "O ambiente

biológico dos manguezais", credenciada junto ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo em meados da década de 1970. A missão da disciplina é a de ofertar conhecimentos necessários à compreensão do ambiente dos manguezais, habilitando mestrandos e doutorandos a participar de esforços, em níveis nacional, regional e internacional para a salvaguarda e o uso responsável desse produtivo, porém frágil ecossistema. O mesmo conteúdo, cabe mencionar passou, com o tempo, a ser dirigido a atuações dos pós-graduandos em estudos de caso específicos, em substituição aos tradicionais seminários. A disciplina tem sido ministrada desde 1979, sob nossa responsabilidade, contando com a colaboração de inúmeros parceiros ao longo dos últimos 42 anos! Logo, é notório o compromisso do BIOMA com a formação de cidadãos mais bem preparados para a vida.

As atuações do Laboratório BIOMA podem ser interpretadas como de coordenação de estudos integrados, considerando que o conjunto de atividades desenvolvidas e a interação com outros centros de ensino e de pesquisa requerem correta orquestração. Os estudos e os projetos de pesquisa contam sempre que pertinente, com a participação de especialistas de diversas áreas do conhecimento, enriquecendo o aprendizado dos nossos entes, demais atores sociais e agentes governamentais, quando das colaborações técnico-científicas solicitadas.

Em se tratando de ecossistemas costeiros - manguezais, marismas, recifes de coral, praias, dunas, rios, estuários e deltas foram identificados como "sistemas críticos" das Américas Intertropicais, diante das mudanças climáticas. Esses ecossistemas merecem prioridade frente aos estudos sobre estrutura e função ecossistêmicas, a fim de subsidiar pro-

processos decisórios ao uso sustentável dos recursos costeiro-marinhos, como conservação e recuperação. No que diz respeito às mudanças climáticas, em especial à variação do nível médio relativo do mar, intimamente relacionado aos processos da dinâmica costeira destaca-se o ecossistema manguezal, como importante indicador biológico, estando presente do extremo norte do Brasil (Amapá) até Laguna, no litoral sul de Santa Catarina.

A posição de destaque do ecossistema manguezal, como integrante do Sistema Costeiro-Marinho, traz em seu bojo a necessidade de que sejam considerados, não somente como "sub-representados", mas também como "sistemas críticos", quando se trata da adoção de políticas de ações efetivas em sua proteção, consoante o Plano Estratégico da Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar, Irã, 1971). Propriedades de estabilidade, resiliência, sintetizadores, exportadores de matéria orgânica em diferentes níveis, ademais de indicadores biológicos, destacam-se ainda como eficientes sequestradores de CO₂ diante das inexoráveis mudanças climáticas. Junto às marismas, pradarias submarinas e bancos de algas, os manguezais lideram o grupo de responsáveis pelo chamado "carbono azul", um dos gases causadores do efeito estufa, com eficiência de quatro a dez vezes maior do que as florestas tropicais terrestres no sequestro desses gases.

Embora considerados interligados, pautamos-nos pelos ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Rio de Janeiro, 2012), ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima) e ODS 14 - Vida na Água como transversais à Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2021-2030). Certamente que não poderíamos deixar

de fazer referência à Década da Restauração de Ecossistemas (2021-2030), relatando as ações do Laboratório BIOMA (IOUSP), em parceria com o Instituto BiomaBrasil: caracterização dos serviços ecossistêmicos, providos gratuitamente; dos valores não monetários do ecossistema; divulgação de estudos e publicação de artigos técnico-científicos sobre a importância das áreas úmidas costeiras tropicais; preocupação especial com a formação continuada de recursos humanos, como de professores de escolas estaduais e municipais em áreas costeiras.



Fig. 26: Coleta em Cananéia

Funcionários



Foto: ColBio



Flávia Saldanha-Corrêa

Sou licenciada (1986) e Bacharel (1987) em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Mestre (1993) e Doutora (1999) em Oceanografia Biológica pelo

Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo (IO-USP). Sou Bióloga III-Superior 4a no Departamento de Oceanografia Biológica (DOB) do IOUSP, onde atuo nas áreas de ecologia, taxonomia e produção primária do fitoplâncton marinho, cultivos de microalgas para estudos de fisiologia, taxonomia, ecotoxicologia e prospecção de bioativos. Sou curadora do Banco de Microrganismos Aidar & Kutner (BMAK), coleção *ex-situ* de microalgas marinhas, Supervisora de Radioproteção do Laboratório de Radioisótopos e conselheira na Congregação do IOUSP. Colaboro em disciplinas de graduação e pós-graduação no IOUSP, ministrando aulas teóricas e práticas, co-orientando alunos e participando em bancas de avaliação de trabalhos de graduação, dissertações e teses, muitas vezes na qualidade de relatora. Ministro cursos de difusão e extensão universitárias na área de plâncton marinho e biotecnologia de microalgas, sou membro da comissão organizadora dos cursos de difusão cultural "Meninas com Ciência USP 2018", "Mergulho na Ciência USP" e "Noções de Oceanografia". Sou consultora Ad-Hoc de agências de fomento à pesquisa e revisora de periódicos científicos. Em 2020, assumi a função de Managing Editor da

Ocean and Coastal Research, revista científica do IO-USP.

O Banco de Microrganismos Aidar & Kutner (BMAK) do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP) é um laboratório Multiusuário do Departamento de Oceanografia Biológica, criado na década de 1970 pelo Prof. Dr. Clóvis Teixeira. Posteriormente, a Profa. Dra. Elizabeth Aidar assumiu a coordenação do então chamado "Banco de Microrganismos Marinhos", dedicando-se à ampliação da coleção *ex-situ* de microalgas a partir do isolamento, purificação e manutenção de cepas de cianobactérias e de outros grupos do fitoplâncton marinho e estuarino. Em 2013, a coleção recebeu a atual denominação, em homenagem às professoras Dra. Elizabeth Aidar e Dra. Myrian Berta Burda Kutner, que foi docente especialista em taxonomia do fitoplâncton no IOUSP.

O trabalho destes pioneiros teve continuidade e, hoje, o BMAK é o maior acervo de microalgas marinhas do Brasil, com mais de 240 cepas, a maior parte delas isolada por pesquisadores do IO-USP em águas brasileiras, além de algumas originárias de outros países. A coleção está cadastrada no SISGEN e no World Bank Collection e constitui um importante repositório do patrimônio genético de organismos fitoplanctônicos.

Além da coleção biológica, o BMAK conta com uma sala climatizada, contendo oito bancadas para manutenção de cultivos experimentais em escala laboratorial, e equipamentos como capela de fluxo laminar, autoclaves, microscópios, sistema de captura de imagens, estufas, mulflas, balança analítica, liofilizador, medidores de luz, banho-maria, banho de ultrassom e centrífuga refrigerada, que estão à disposição em sistema multiusuário, mediante agendamento.

Em seus cinquenta anos de existência, o BMAK contribuiu para a formação de inúmeros pesquisadores, alunos e técnicos que receberam instrução, treinamento, fizeram uso das microalgas e/ou das nossas instalações em suas pesquisas e trabalhos. Várias coleções brasileiras de microalgas tiveram origem a partir da doação de cepas do BMAK. Mais de uma centena de instituições de ensino, pesquisa e empresas, públicas e privadas, têm contado com o apoio do Banco de Microrganismos em suas atividades, em áreas como taxonomia, fisiologia, ecologia, ecotoxicologia, biotecnologia, farmacologia, aquicultura, dentre outras.

Muitos técnicos do IO-USP colaboraram intensamente na manutenção e aprimoramento das atividades e serviços do BMAK. Destacamos a Dra. Teresa Cristina Siqueira Sigaud Kutner, a MSc. Katya Patricia Schinke, a biomédica Marta Stephan, além dos técnicos Tomás Edison da Silva e André Leonardo de Albuquerque Neves, ainda atuantes. Também deve ser ressaltado o apoio de docentes como a Profa. Sônia Maria Flores Giancesella e Prof. Dr. Daniel Eduardo Lavanholi de Lemos, que exerceram o papel de coordenadores do laboratório.

Atualmente, curadoria da coleção é feita pela bióloga Flávia Marisa Prado Saldanha-Corrêa, Mestre (1993) e Doutora (1999) pelo Instituto Oceanográfico da USP, na área de Ecologia do Fitoplâncton Marinho e Produção Primária, com formação também na área de cultivos de microalgas.

As atividades realizadas no BMAK no âmbito da Universidade de São Paulo e o apoio científico e técnico que oferecemos a outras instituições de ensino, pesquisa e empresas, são fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento, exploração e comercialização de produtos obtidos a

partir das microalgas e dos serviços ecossistêmicos fornecidos por esses organismos.

As microalgas são produtoras de uma infinidade de bioativos tais como açúcares, lipídios, proteínas, enzimas, vitaminas, hormônios, pigmentos, diversas substâncias com ações antioxidantes, anti-inflamatórias, antitumorais, osmorreguladoras, antissépticas, além de serem fonte de aminoácidos essenciais e de diversos minerais como lítio, iodo e ferro, necessários ao bom funcionamento do organismo humano. Essas características fazem com que as microalgas sejam uma fonte importante para a obtenção de múltiplos produtos com aplicações alimentícias (para humanos e animais), nutracêuticas, medicinais, fertilizantes, além de produtos aplicados na indústria química (produção de corantes, plásticos, tintas, espessantes), na indústria de informática e para obtenção de energia (queima de biomassa ou produção de etanol, biodiesel ou gás de síntese), dentre outros.

Além dessas múltiplas aplicações comerciais e industriais, elas desempenham importantes serviços ambientais: cerca de metade do oxigênio da atmosfera é produzido nos oceanos, especialmente pelas microalgas! Esses seres contribuem para o equilíbrio do clima terrestre de várias formas, como, por exemplo, sequestrando carbono atmosférico via fotossíntese, contribuindo para a redução do efeito estufa. Os organismos fitoplanctônicos representam os principais produtores primários nas redes tróficas marinhas, portanto, em última instância, determinam a produção pesqueira dos ambientes costeiros e oceânicos. Diversas microalgas são utilizadas como agentes para remediação de poluição ambiental e controle de ecossistemas. Enfim, a despeito de serem organismos microscópicos, são importantíssimos. Ainda há muito o que se des-

cobrir nas pesquisas sobre eles , e coleções como o BMAK são fundamentais para que esses avanços sejam alcançados.

Portanto, podemos ver que as pesquisas com microalgas e o desenvolvimento de um mercado de produtos utilizando a biomassa bruta, ou bioativos extraídos a partir dela, contribuem para praticamente todos os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, propostos pela ONU. Veja um sumário na figura ODS & Microalgas.



Fig. 27: Exemplos da contribuição das pesquisas e exploração comercial das microalgas para o atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Com relação especificamente ao ODS 14, o BMAK contribui com a preservação dos recursos biológicos relativos ao fitoplâncton marinho, atuando como um repositório de patrimônio genético. A partir das pesquisas realizadas com as cepas de microalgas de nossa coleção, contribuimos para o desenvolvimento do conhecimento sobre estes organismos em diversos aspectos, mais notadamente relacionados às áreas de taxonomia, biodiversidade, ecologia, fisiologia, ecotoxicologia e biotecnologia em suas múltiplas aplicações.

O trabalho realizado no BMAK e as colaborações que estabelecemos com outras instituições e parceiros, estão em consonância com as metas do ODS 14 e com os objetivos da Década das Ciências Oceânicas para o Desenvolvimento Sustentável, visando o aumento do conhecimento científico, o desenvolvimento e capacitação de pessoal para o trabalho e pesquisa, a transmissão de tecnologia e cooperação entre pesquisadores e a divulgação de conhecimento para a sociedade, contribuindo para o aumento da cultura oceânica e para a conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos, partindo da premissa que só se preserva o que se conhece e é valorizado.

Dentre as pesquisas mais recentes desenvolvidas no BMAK estão a prospecção para produção de biodiesel e etanol a partir de microalgas; estudos de respostas fisiológicas a condições de estresse (como aumento de temperatura e presença de contaminantes), como ferramenta para entender e enfrentar os impactos da poluição e acidificação dos oceanos; utilização heterotrófica de resíduos como esgoto e vinhaça para aumento no rendimento de biomassa algácea; produção de ração viva para aquicultura; produção de toxinas; prospecção de substâncias antitumorais, além da tradicional aplicação em estudos taxonômicos. Pelo exposto, verifica-se que o BMAK é uma referência nacional em pesquisa com microalgas.



Fig. 28: Cultivos de microalgas - BMAK



Fig. 29: Equipe 2019 - BMAK



Fig. 30: Acervo - BMAK

COLBIO - UM OCEANO DE BIODIVERSIDADE EM UMA DÉCADA DE EXISTÊNCIA

Monica A. Varella Petti

Possuo graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP; 1981), mestrado em Oceanografia (Oceanografia Biológica) pela USP (1990) e doutorado em Oceanografia (Oceanografia Biológica) pela USP (1997). Atualmente, sou bióloga do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP). Tenho experiência na área de Oceanografia, com ênfase em interação entre os organismos marinhos e os parâmetros ambientais, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia de bentos de fundos inconsolidados, Antártica, Polychaeta, litoral norte do Estado de São Paulo e zona costeira. Sou também curadora da "Coleção Biológica Prof. Edmundo Ferraz Nonato" do IO-USP.



Mario Katsuragawa

Possuo graduação em Ciências Biológicas pela USP (1979), mestrado em Oceanografia Biológica pela USP (1985) e doutorado em Ciências (Área Oceanografia Biológica pela USP (1990). Atualmente, sou Professor Associado do Departamento de Oceanografia Biológica do IO-USP. Tenho experiência na área de Oceanografia, com



ênfase em Ictioplâncton, atuando principalmente na costa sudeste do Brasil. Sou orientador do programa de pós-graduação em Oceanografia do IOUSP.

Maria Luiza Chisté Flaquer da Rocha

Possuo Graduação em biologia pela Universidade Presbiteriana Mackenzie; Mestrado e Doutorado em Oceanografia Biológica pelo IOUSP, além de dois Pós-docs pelo IOUSP, um em parceria com o Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o segundo junto à Coleção Biológica Prof. Edmundo F. Nonato (ColBIO). Tenho experiência na área de Oceanografia, com ênfase em Oceanografia Biológica, principalmente nas seguintes áreas: ictiofauna, dinâmica populacional e biomarcadores de contaminação ambiental. Atualmente, trabalho como pesquisadora colaboradora no projeto: Caracterização Química e Biológica do Sistema Pelágico da Bacia de Santos (IO-USP/ ANP).



Maria de Lourdes Zani-Teixeira

Sou Mestre em Oceanografia Biológica pela USP. Atuo como Bióloga do Laboratório de Biologia e Ecologia do Ictioplâncton Marinho (LaBEIM) do IO-USP.

Inaugurada em 2012, a Coleção Biológica "Prof. Edmundo F. Nonato" do IO-USP (ColBIO) mantém uma das maiores coleções brasileiras de organismos marinhos coletados no litoral brasileiro desde a década de 50 até os dias atuais. Ademais, possui inúmeras amostras de invertebrados antárticos, provenientes de diversas expedições brasileiras, principalmente em áreas próximas à Estação Antártica Brasileira "Comandante Ferraz" (Ilha Rei George). O nome da coleção é uma homenagem ao Professor Emérito do IO-USP "Edmundo F. Nonato" (Fig. 31), um grande incentivador dos estudos oceanográficos no Brasil. O acervo biológico existente no IOUSP tem um valor histórico inestimável, representando mais de sete décadas de pesquisa oceanográfica.

Atualmente, todos os organismos coletados são depositados, catalogados, numerados e armazenados de acordo com a comunidade biológica e/ou o ambiente a que pertencem. Cada amostra do acervo possui informações inseridas em planilhas, que incluem registros referentes à amostra e às variáveis ambientais obtidas durante a coleta. Fazem parte da coleção diversos grupos de organismos do ambiente pelágico (zooplâncton, ictioplâncton, peixes adultos) e bentônico (principalmente crustáceos, moluscos, poliquetas, equinodermes, tunicados) de áreas rasas e profundas do litoral brasileiro e antártico. Também fazem parte da coleção estruturas retiradas de peixes adultos que fornecem importantes informações sobre a biologia desse grupo em termos de idade e crescimento (otólitos), alimentação (estômagos) e reprodução (gônadas). De acordo com o levantamento mais recente, foram cadastradas 46.657 amostras de ictioplâncton (Fig. 32), 8.872 de zooplâncton, 212 de peixes adultos, 3.837 de estruturas (gônadas, fígado, rim, otólitos) e de tecidos de peixes

da costa brasileira, além de cerca de 2.100 amostras de nematódeos, crustáceos, moluscos e anelídeos poliquetas. Em relação às amostras de bentos antártico, cerca de 6.500 se encontram disponíveis para consulta em nossas instalações (Fig. da capa do módulo de funcionários).

Além desses exemplares já catalogados e tombados, um número expressivo, superior a 10.000, pertencentes a projetos recentes e mais antigos, ainda necessita ser organizado. Não é possível estimar o número de espécimes armazenados, pois muitas amostras, como as de zooplâncton, não foram triadas e estão depositadas em lotes. Nosso laboratório possui equipamento fotográfico de alta resolução para aquisição de fotos e estamos organizando um banco de imagens de exemplares da coleção para, futuramente, ser incorporado ao banco de dados (Figs 33, 34 e 35).



Fig. 31: Prof. Edmundo F. Nonato logo após a inauguração oficial da Coleção Biológica do IO-USP (ColBIO) no dia 17 de agosto de 2012.



Fig. 32: Professor Mario Katsuragawa identificando exemplares do ictioplâncton marinho depositados na coleção.



Fig. 33: Organismos marinhos que fazem parte do banco de imagens da coleção.



Fig. 34: Banco de imagens de organismos planctônicos



Fig. 35: Banco de imagens de organismos bentônicos antárticos.

Dentro das premissas de pesquisa, de ensino e de extensão, a coleção tem como objetivos contribuir para o conhecimento e conservação da biodiversidade marinha e difundir para o público em geral a importância das coleções científicas para o país. Como resultado, promove o intercâmbio, a integração e a utilização de informações, reforçando a publicação de dados, novas descobertas, documentação e acessibilidade. As informações sobre a biodiversidade marinha brasileira, em geral, estão dispersas e indisponíveis na forma digital. A coleção reúne e recupera amostras de organismos marinhos e dados associados, possibilitando análises e reanálises de amostras e dados em suas instalações por estudantes e pesquisadores.

Em relação ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 (ODS 14) - Conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável - a Coleção Biológica do IO-USP tem um papel fundamental por organizar, manter e conservar amostras de organismos marinhos coletados ao longo de décadas no Atlântico Sudoeste e Oceano Austral. Não se preserva o que não se conhece. Não há como afirmar a existência de alterações ambientais e das comunidades sem que haja um registro histórico, tanto das espécies presentes, como das variáveis ambientais associadas. Dessa forma, várias potencialidades estão presentes numa coleção biológica, como a capacidade de verificar alterações nas comunidades que podem ser decorrentes de diversos fatores como, por exemplo, mudanças climáticas e impactos ambientais. Essas alterações podem ser analisadas pela:

- **Mudança na biogeografia:** alteração na distribuição das espécies, novos registros de ocorrência, presença de es-

espécies invasoras etc.

- **Mudança na estrutura da comunidade:** alteração da abundância, do ranking das espécies dominantes.
- **Mudança na fenologia:** alteração da época de desova, diminuição da sincronicidade temporal entre presa/predador.
- **Interação entre o aquecimento do oceano e outros estressores:** comparação entre zona impactada e zona prístina.
- **Investigação de fenômenos oceanográficos intermitentes:** influência da presença/ausência do *El Niño* e *La Niña* sobre os organismos marinhos.

Além do material biológico, o sistema de informação que está sendo implantado permitirá o acesso público aos dados associados às amostras catalogadas. Esse intercâmbio de informações da biodiversidade marinha ampliará o conhecimento científico, subsidiando novos projetos e as tomadas de decisões no âmbito das políticas públicas de conservação marinha no Brasil. O acervo da nossa coleção, obtido com altos investimentos públicos, tem um valor inestimável para a pesquisa marinha brasileira, além de contribuir com a difusão de conhecimento científico na sociedade.

As amostras do acervo têm sido utilizadas para a execução de trabalhos de graduação, mestrado e doutorado, além de vários artigos científicos publicados em revistas indexadas. Inúmeros espécimes resultantes de trabalhos realizados antes da inauguração também encontram-se depositados na coleção.

Em adição a essas publicações, vários congressos nacionais e internacionais contaram com a presença de integrantes do grupo de pesquisa do projeto e/ou de alunos bolsistas, com apresentações orais e/ou painéis. Temos contribuído

bastante na formação de recursos humanos, principalmente através do treinamento de bolsistas de graduação.

Como uma das missões da Coleção é a divulgação da pesquisa oceanográfica realizada no IOUSP para a sociedade, algumas exposições têm sido organizadas, permitindo que o público leigo conheça vários organismos marinhos, bem como suas características e adaptações. Exposições de espécimes da região antártica e do mar profundo atraíram muitas pessoas interessadas por esses ambientes tão pouco conhecidos. Vários alunos bolsistas foram capacitados para transmitir essas informações, difundindo à sociedade o saber e o conhecimento científico adquirido na Universidade.

As atividades desempenhadas na coleção são fundamentais para o avanço do conhecimento científico e da pesquisa oceanográfica, um dos grandes objetivos da Década do Oceano. A informação biológica associada a dados ambientais permite a compreensão dos padrões de mudança na biodiversidade e seus impactos na sociedade, resultantes da dinâmica natural dos sistemas ou de intervenções humanas no ambiente. O intercâmbio de informações de biodiversidade marinha associada às variáveis ambientais é uma demanda atual que requer não somente resultados publicados em revistas especializadas, mas também o conhecimento e habilidade para diferentes análises. Assim, contribui para o avanço da ciência, garantindo a qualidade dos dados e informações para a comunidade científica e sociedade em geral.

A disponibilização de dados e amostras para pesquisadores e alunos de universidades e centros de pesquisa nacionais e internacionais e para a sociedade em geral é a atividade fim de uma coleção biológica. Este é um dos objetivos mais importantes a ser implementado na coleção para que as infor-

mações possam ser acessadas *on-line* e utilizadas nas mais diversas áreas do conhecimento. O resultado da análise de dados históricos poderá aumentar consideravelmente a avaliação de mudanças de longo prazo relacionadas à biodiversidade.

Além de criar um registro, sem precedentes, sobre a biodiversidade marinha do litoral brasileiro e de uma parte da região Antártica, o IO-USP abre a possibilidade de compartilhar sua pesquisa científica com a sociedade, como um importante serviço de extensão à comunidade, à Universidade e às outras instituições nacionais e internacionais.

O acervo obtido através de inúmeros projetos tem um valor inestimável para a pesquisa marinha brasileira. Nossa missão é disponibilizar amostras e dados de forma livre e aberta, promovendo um maior retorno do investimento resultante de pesquisas financiadas com recursos públicos. A fim de alcançar plenamente estes objetivos, a Coleção Biológica do IO-USP tem se comprometido em fornecer informações de alta qualidade para as comunidades científicas e educacionais e faz esforços para aumentar a consciência da natureza insubstituível das suas coleções.

A implantação de um sistema de informação de livre acesso, através de um banco de dados que contextualiza o ambiente marinho, possibilita investigações de médio-longo prazo, que contribuem para o conhecimento da biodiversidade marinha da costa brasileira e região antártica. Ademais o, fornecerá elementos que ampliarão o conhecimento científico sobre as causas de alterações da biodiversidade, como mudanças climáticas, impactos ambientais e bioinvasão, através de novos projetos e subsidiando a tomada de decisão no âmbito das políticas públicas de conservação marinha no Brasil.

O MUSEU OCEANOGRÁFICO DO IO-USP E SEU PAPEL NA CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DOS OCEANOS



Sérgio Teixeira de Castro

(Chefe do Museu Oceanográfico)

Bacharelado e licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Educador e chefe do Museu Oceanográfico do IO-USP. Desde 1988, estou à frente do Serviço de Museu do IO-USP na difusão da ciência e das pesquisas desenvolvidas pelo IO-USP. Atuo também na área de Educação Ambiental no terceiro setor.

Fabiano da Silva Attolini

(Especialista em Pesquisa e Apoio a Museus)

Bacharelado e licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Mestrado e Doutorado em Oceanografia Biológica, pelo IOUSP. Atualmente, encontro-me no Museu Oceanográfico, prestando apoio às atividades de cultura e extensão desenvolvidas pelo IO-USP.



Aberto ao público em 1988, o antigo "Museu e Aquário do Instituto Oceanográfico", assumiu sua identidade atual em 1992, mantendo seu objetivo inicial de dar apoio às atividades de ensino, pesquisa e a extensão de serviços à comunidade, difundindo a ciência oceanografia e as pesquisas de-

desenvolvidas pelo IOUSP.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma agenda mundial criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em setembro de 2015. Ao todo são 17 objetivos e 169 metas, a serem atingidos até 2030. Assuntos relacionados aos oceanos e sua importância são abordados mais diretamente no ODS 14 (conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável). Esse ODS é composto por sete metas principais, com prazos variáveis de execução, todas relacionadas à saúde dos oceanos e do ambiente marinho em geral. Abrange temas como uso sustentável dos recursos, pesca, acidificação dos oceanos, poluição marinha, criação de áreas de conservação, pesquisa e tecnologia marinhas, etc.

Em 2016, as Nações Unidas concluíram a primeira Avaliação Mundial dos Oceanos, que mostrou a urgência de gerenciar com sustentabilidade as atividades no oceano. Por isso, em 2017, foi proclamada a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (Década dos Oceanos), englobando o período entre 2021 e 2030. A iniciativa tem como finalidade conscientizar a população global sobre sua importância e mobilizar a sociedade em ações que favoreçam a saúde e a sustentabilidade dos oceanos. Foram traçados sete objetivos principais, que devem ser alcançados até 2030: um oceano limpo; um oceano saudável e resiliente; um oceano previsível; um oceano seguro; um oceano produtivo e explorado de forma sustentável; um oceano transparente e acessível; um oceano conhecido e valorizado por todos.

Nesse sentido, nós do Museu Oceanográfico do IO-USP,

atuando na área de educação ambiental voltada para o ambiente marinho e Oceanografia, contribuímos mais diretamente com a meta 14.7.a (ODS 14), que dispõe sobre o aumento e divulgação do conhecimento científico, desenvolvimento de pesquisas e transferência de tecnologias relacionadas ao mar. No entanto, considerando as outras ODS (são um total de 17), o Museu Oceanográfico também atua na área da ODS 4 (assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos). Da mesma forma, considerando os objetivos da Década dos Oceanos, o Museu Oceanográfico está mais relacionado aos objetivos relacionados à divulgação e popularização do conhecimento e cultura oceânica (oceano transparente e acessível, oceano conhecido e valorizado por todos).

Para atingir todos esses propósitos relacionados a divulgação do conhecimento científico e a sua oferta nas mais diversas camadas da sociedade, o Museu Oceanográfico, que recebe cerca de 15.000 visitantes por ano, trabalha desde 1988 difundindo a ciência Oceanografia e as pesquisas desenvolvidas pelo IOUSP. Para isso, além de uma exposição permanente que conta com um acervo dividido em módulos que evidenciam a dinâmica, a estrutura e a biodiversidade dos oceanos, oferecemos diversos serviços e atividades educativas. Destacam-se as nossas atividades voltadas ao ensino fundamental e médio, da rede pública e privada do Estado de São Paulo, como disponibilização de monitorias, visitas guiadas, viagens de campo, empréstimo de material biológico e empréstimo de exposições itinerantes. Inclui também a preservação da memória institucional, através da produção de conteúdos expositivos, gerenciamento, conservação e restauro de acervos museológicos, audiovisuais e iconográficos.

Internamente, o Museu Oceanográfico colabora em várias atividades do IO, fornecendo suporte através do uso de sua estrutura física e acervo ou de seus profissionais, em disciplinas de graduação e pós-graduação, eventos comemorativos (Dia dos Oceanos, Dia do Meio Ambiente, etc), eventos de difusão cultural (Feira USP e Profissões, Festa do Mar de Cananéia, Mergulho na Ciência, etc) e cursos (Noções Sobre Oceanografia).

Espera-se, através dessas ações, que possamos cada vez mais incentivar o público a conhecer o papel do oceano em nossas vidas e a influência que nossas ações têm sobre esse ambiente tão importante, mesmo que não tenhamos contato direto. O incentivo à aquisição da chamada "cultura oceânica" é fundamental especialmente no público em idade escolar, já que esses valores tendem a acompanhar o aluno por toda a vida.



Fig. 36: Abertura da Base Sul do IO para escolas e visitantes locais durante a Festa da Cidade de Cananéia



Fig. 37: Abertura da Base Sul do IO para escolas e visitantes locais durante a Festa da Cidade de Cananéia



Fig. 38: Atividade embarcada oferecida na viagem de campo do curso de difusão Noções de Oceanografia



Fig. 39: Visita monitorada ao Museu Oceanográfico do IO-USP

ADMINISTRAÇÃO DO INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA USP

Jorge Gruda

A seguir, se apresenta uma breve descrição das atividades administrativas do IO-USP, classificadas como "atividades meio" da instituição, ou seja, aquelas não ligadas à consecução direta das ações mais nobres da Universidade (ensino, pesquisa e extensão), mas que procuram fornecer os subsídios para o funcionamento da "máquina" necessária.



A Assistência Técnica Acadêmica contempla Serviços de Graduação, de Pós-Graduação e Setor de Audiovisual. Os Serviços de Graduação e Pós-Graduação desenvolvem todas as atividades de registro e controle relativos às atividades de ensino, tanto do corpo docente quanto do corpo discente (do próprio Instituto e os de outras Instituições de Ensino).

Elas assessoram a Direção, aos professores e alunos, nos assuntos acadêmicos, com base nas disposições estatutárias e regimentais da Universidade, visando assegurar a correção técnica e legal das decisões e encaminhamentos dados aos referidos assuntos; organiza os trabalhos administrativos dos concursos da carreira docente, assessorando as Comissões Julgadoras quanto aos aspectos estatutários e regimentais; Assessora as Comissões de Graduação, de Pós-Graduação, de Pesquisa e de Cultura e Extensão Universitária quando solicitado; realiza cadastro, registros e acompanhamento de convênios nacionais ou internacionais nos quais não haja mo-

vimentação financeira.

- **Assistência Técnica Administrativa:** contemplando Serviço de Pessoal, Serviço de Protocolo, Setor de Apoio Operacional e Seção de Manutenção. As atividades da área de Pessoal referem-se ao gerenciamento da vida funcional dos servidores docentes e não-docentes. A Seção de Manutenção desenvolve atividades de reparos ou manutenção preventiva da estrutura física da instituição, bem como, com algumas limitações técnicas, de produção de equipamentos ou insumos necessários à implantação/realização de projetos sob responsabilidade do docente. Cabe também à Assistência Administrativa a gestão e acompanhamento de contratos de prestação de serviços de empresas especializadas em serviços de limpeza e aquelas prestadoras de serviço de vigilância.
- **Assistência Técnica Financeira:** abrangendo Serviço de Compras, Seção de Almoxarifado e Patrimônio, Seção de Licitação e Contratos. É responsável pela gestão dos recursos financeiros e materiais, em conformidade com as normas e legislações pertinentes, tendo como foco principal o atendimento das demandas para o desenvolvimento das atividades fim da unidade, procurando as melhores condições de qualidade e preço. Assessora a Direção dando-lhe subsídios para a tomada de decisões.
- **Assistência Técnica de Apoio Logístico:** contendo Navio Oceanográfico Alpha Crucis, Barco de Pesquisas Alpha Delphini, Seção de Transportes, e Serviço de Bases, ao qual se subordinam as Bases de apoio ao ensino e pesquisa, denominadas "Clarimundo de Jesus" (localizada no município de Ubatuba) e "Prof. João de Paiva Carvalho" (localizada no município de Cananéia). A maior interface

do IO-USP com projetos se dá através desta assistência, uma vez que a ela compete o estabelecimento de toda a logística visando:

- (1) transporte de pessoas e materiais,
- (2) estabelecimento de cronograma de uso e previsão de acomodação e refeições nas Bases de Pesquisa, embarcações menores e Navio,
- (3) programação de prestação de serviço a projetos, pelo pessoal não docente lotado nas Bases de Pesquisa, embarcações e navio.

- Biblioteca "Prof. Dr. Gelso Vazzoler".
- Serviço de Museu Oceanográfico.
- Serviço de Editoração e Divulgação Científica.
- Seção Técnica de Informática.
- Serviço de Contabilidade.

Existe estrutura colegiada para a tomada de decisões administrativas, organizada nos seguintes colegiados: Conselhos de Departamento, Comissões Estatutárias (Graduação, Pós-Graduação, Pesquisa, Cultura e Extensão Universitária), Conselho Técnico-Administrativo e Congregação.

Por decisão da Direção, pelo atendimento às determinações dos órgãos centrais da Universidade, ou em atendimento às demandas emanadas da sociedade, há diversos organismos não estatutários (ex, Comissão de Ética e Direitos Humanos).

Pós-Doutorandos



Foto: Diego Destro Barcellos

CONSTRUINDO CONHECIMENTO PARA COMBATER O LIXO NO MAR: O PLANO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO LIXO NO MAR NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Carla Isobel Elliff

Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação
Marinha - Prof. Dr. Alexander Turra

Nasci em Aberdeen (Escócia), mudei-me para Santos (SP) em 1995. Formei-me em 2011 no curso de Oceanografia na Unimonte, Santos.



Sou Mestra e Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, com período de estágio no Instituto de Hidráulica Ambiental da Universidad de Cantabria - Espanha, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis/SC, e na Universidade Federal do Rio Grande (FURG) - Rio Grande/RS. Atualmente, sou pesquisadora pós-doc no IOUSP, tendo atuado na construção do Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo (PEMALM-SP). Sou Membro da rede Young Ecosystem Service Specialists (YESS) desde 2013, membro do Fórum do Mar a partir de 2011, e membro da Red Iberoamericana Proplayas (Nodo Científico UFRGS) a datar de 2016. Ademais, em 2019, tornei-me editora da plataforma Bate-Papo com Netuno, além de ser fundadora e editora-chefe do blog Nature Words da rede YESS no mesmo ano. Minhas principais linhas de atuação incluem serviços ecossistêmicos, gerenciamento costeiro, recifes de coral, mudanças climáticas, lixo no mar, e divulgação científica. Atuo também na área de tradução de artigos científicos e textos técnicos de diver-

sos temas.

O lixo no mar é uma ameaça global, transversal e mais complexa do que inicialmente pode aparentar ser. Da mesma forma, a busca por soluções não é simples e deve envolver todos os setores da sociedade. Entendendo que é necessário compreender o problema antes de combatê-lo, o nosso objetivo principal foi desenvolver um plano de monitoramento e avaliação de lixo no mar para o estado de São Paulo. Para tanto, contamos com a parceria com a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado e com uma rede de cerca de 450 atores sociais mobilizados para discutir esta política pública. Ao longo de um ano e meio, levantamos documentos, relatórios e literatura científica para embasá-lo. Realizamos oficinas e reuniões para debater o lixo no mar na região e desenvolver indicadores ambientais capazes de informar sobre sua geração, exposição e efeitos neste ambiente, em um processo de construção participativo. O resultado foi a publicação do Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo (PEMALM)¹, em português, inglês e espanhol, acompanhado de uma série de produtos audiovisuais para uso educativo². Um aspecto inovador do PEMALM é sua inserção dentre as metas do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), reforçando a necessidade de uma abordagem holística e integrada sobre o tema em políticas públicas. O ODS 14 é o único a incluir dentre seus indicadores a questão de poluição por plásticos, representados aqui por lixo plástico flutuante no ambiente marinho. No entanto, a geração de resíduos sólidos, sejam eles plásticos ou não, perpassa todos os ODS em menor ou maior grau e é uma questão central na discussão sobre um futuro mais sustentável. Além disso, reconhecendo também a relevância do tema,

o primeiro princípio da Década do Oceano trata de alcançar "Um Oceano Limpo", ou seja, sem lixo chegando ao mar. O PEMALM consolida um esforço coletivo para compreender esse problema e nosso papel como sociedade, em busca de formas para combater essa forma de poluição.



Fig. 40: I Workshop do Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de SP



Fig. 41: Reunião bilateral no Parque Xixová-Japuí para o Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de SP

¹Disponível em: <http://www.pemalm.com/o-plano>

²Disponíveis em: <http://www.youtube.com/pemalm-sp>

ESTRUTURA E DINÂMICA ESPACIAL DAS LARVAS DE PEIXES NA BACIA DE SANTOS



Cláudia Akemi Pereira Namiki

Laboratório de Biogeoquímica Marinha e Laboratório de Biologia e Ecologia do Ictioplâncton Marinho - Prof. Dr. Frederico Pereira Brandini

Possuo Graduação em Ciências Biológicas e Mestrado em Ecologia, ambos pela Universidade Federal do

Rio de Janeiro, e Doutorado em Oceanografia Biológica pelo IO-USP. Desenvolvo pesquisas relacionadas à descrição, ecologia e biologia das larvas de peixes, para entender como os fatores físicos e biológicos operam em diferentes escalas espaciais e temporais e afetam sua distribuição, crescimento e mortalidade. O estudo do ictioplâncton é fundamental para conhecer o ciclo de vida e a ecologia das espécies peixes.

O projeto "Estrutura e dinâmica espacial das larvas de peixes na Bacia de Santos" contribui com a ODS 14 "Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável", uma vez que o estudo do ictioplâncton pode ser aplicado em diversos campos da oceanografia biológica e da ciência pesqueira, principalmente a biologia e ecologia de peixes, detecção de recursos pesqueiros e estudos relacionados à sua dinâmica de população. Além disso, a região da Bacia de Santos, especialmente sobre a plataforma continental, é de grande relevância para a atividade pesqueira nacional, que explora comercialmente inúmeras espécies que habitam a região, como, por exemplo, a sardinha-verdadeira.

Também será possível compreender melhor espécies que

são pouco conhecidas, mas que são dominantes nas regiões oceânicas e têm grande importância ecológica, como os peixes-lanterna. Isto porque, além da sua grande cobertura espacial, desde Santa Catarina até o Rio de Janeiro, que abrange a região nerítica e o talude continental, o Projeto Santos – Projeto de Caracterização Ambiental da Bacia de Santos, coordenado pela PETROBRAS/CENPES, tem amostras que foram coletadas abaixo da zona eufótica, chegando até a os 2.300 m de profundidade (um feito raro no Brasil e no mundo, e até então inédito na Bacia de Santos). Esses resultados sobre a distribuição vertical do ictioplâncton, isto é, o conhecimento sobre onde as larvas e ovos de cada grupo são encontrados na coluna d'água, serão integrados à modelagem da estrutura e o funcionamento do ecossistema pelágico da região. Nesse sentido, este trabalho também está alinhado com os objetivos da Década Oceânica de mapear e conhecer os ecossistemas marinhos para que sejam protegidos.

E, finalmente, de acordo com o resultado esperado pela Década de alcançar “um oceano transparente, com acesso aberto aos dados, informações e tecnologias”, as amostras e os dados associados obtidos serão integrados à Coleção Biológica “Prof. Edmundo Ferraz Nonato” do IO-USP, e no futuro poderão ser acessados por outros pesquisadores para que ampliem o conhecimento sobre o ictioplâncton no Brasil.



Fig. 42: No laboratório

CLASSIFICADOR DE ASSOBIOS DE CETÁCEOS ODONTOCETOS DA COSTA SUDESTE DO ATLÂNTICO SUL

Diogo Destro Barcellos

Laboratório de Biologia da Conservação de
Mamíferos Aquáticos -
Prof. Dr. Marcos César de Oliveira Santos



Sou pesquisador Pós Doutorando do LABCMA, do programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica no IO-USP. Além disso, sou Doutor em Ciências (2019) e Mestre em Ciências (2014), ambos pelo IOUSP. Possuo Graduação (2011) em Ciências Biológicas e Licenciatura (2010) pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). Desenvolvo estudo de monitoramento de cetáceos no litoral Norte do Estado de São Paulo, com a ferramenta da acústica. Com o projeto de doutorado, efetuei monitoramento acústico passivo (MAP) no Canal de São Sebastião e no Parque Estadual da Ilha Anchieta para identificar o uso de área de cetáceos. Com embarques científicos realizados na costa do Estado de São Paulo, foi desenvolvido um detector acústico de assobios de odontocetos capaz de identificar os eventos de detecção do MAP. Tenho interesse em implementar um sistema de monitoramento acústico em Unidades de Conservação da costa do Estado de São Paulo. Atualmente, os detectores acústicos estão sendo aprimorados com o enriquecimento de novas coletas de assobios de odontocetos na biblioteca de identificação.

Os cetáceos atualmente viventes, são representados por 91 espécies, e divididos em duas subordens: os mysticetos (com 14 espécies de baleias) e os odontocetos (com 77 es-

pécies de golfinhos). Até o momento, foram descritas as ocorrências de 47 espécies de cetáceos em águas brasileiras, e 30 espécies registradas na costa do Estado de São Paulo. Além das características morfológicas, estes dois grupos de mamíferos aquáticos podem ser diferenciados pelas características de suas emissões acústicas. A ecolocalização é um processo de percepção ativa que envolve a produção e a recepção de ondas acústicas, auxiliando na navegação, captura de presa (forrageamento) e na comunicação dos odontocetos. Os cliques de ecolocalização são emitidos em frequência ultrassônica, acima de 20 kHz, podendo chegar até 150 kHz. Os assobios são um dos principais sinais acústicos utilizados pelos odontocetos para a comunicação, manutenção da coesão social e na organização do grupo. Este sinal é em geral emitido entre 2 a 30 kHz. Já os misticetos emitem chamados, e a composição de vários chamados em um período de tempo, conhecidos como melodias e/ou canções. Estas emissões são em geral emitidas com características muito mais graves do que os odontocetos, entre 10 Hz e 10 kHz.

O manejo e a conservação da vida marinha são preocupações crescentes frente à pressão das atividades antropogênicas nos oceanos. A acústica passiva oferece uma alternativa de levantamento de dados de ocorrência de espécies emissoras de sons, em situações em que pesquisas visuais não seriam possíveis, como por exemplo, em situações climáticas e oceanográficas adversas, na ausência de luz (exemplo, período da noite, de madrugada e durante neblina) e em locais de difícil acesso. Considerando a importância dos papéis ecológicos e serviços ecossistêmicos prestados pelos cetáceos, a presença e uso de área nas unidades de conser-

vação inseridas ao largo da costa paulista, a descrição quantitativa do repertório acústico de espécies de cetáceos é importante para estabelecer programas eficazes de monitoramento acústico passivo (MAP) e desenvolver detectores acústicos regionalizados.

Um dos projetos de pesquisa desenvolvidos pelo LABCMA é o de descrição de repertório de assobios e de cliques de ecolocalização (<https://doi.org/10.1111/mms.12796>) de odontocetos para o desenvolvimento de detectores acústicos. Com este tipo de pesquisa, espera-se contribuir com a geração de subsídios para o estabelecimento de um programa de MAP na costa sudeste do Brasil. Desta maneira, a utilização de métodos confiáveis e eficazes para estimar a riqueza específica é essencial para aumentar o conhecimento científico, motivar e pavimentar a implementação de políticas de manejo e no auxílio na tomada de decisão de gestores, de monitoramento da biodiversidade, conservação e contribuir com o uso sustentável dos oceanos e dos recursos marinhos. O conhecimento produzido por este estudo tem sido compartilhado com a sociedade por meio de atividades de extensão, por exemplo webinar (https://www.youtube.com/watch?v=j_A58xd6kPI&t=824s) e redes sociais (<https://www.instagram.com/diogodbar/>).



Fig. 43: Trabalho de campo, Diogo e Marcos Santos



Fig. 44: Trabalho de campo

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES MICROBIANAS NO SISTEMA PELÁGICO DA BACIA DE SANTOS



Julio Cezar Fornazier Moreira

Laboratório de Ecologia Microbiana -
Profa. Dra. Vivian Hellena Pelizari

Possuo graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em 2013, mestrado em Engenharia Agrícola pela UFMT em 2014 e Doutorado pelo em Ciências (Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da USP. Participei como estudante visitante pela Universidade da Califórnia, Davis (UCD), onde desenvolvi doutorado sanduíche, com ênfase no uso de ferramentas bioinformáticas a fim de compreender as relações ecológicas entre bactérias e espécies vegetais da Floresta Amazônica. Tenho experiência na área da Agronomia, com ênfase em Microbiologia e Biotecnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Desenvolvimento e produção de inoculantes para culturas de interesse agrícola; Estudo de comunidades microbianas associadas à espécies vegetais em ecossistemas naturais e análises de bioinformática.

Os micro-organismos desempenham um papel essencial na manutenção do equilíbrio ecossistêmico marinho. Estão presentes em todos os habitats executando diferentes funções, desde a superfície onde seres fotossintetizantes fixam carbono utilizando luz solar, até os pontos mais profundos dos oceanos fixando carbono através da oxidação de minerais, por meio da quimiossíntese. Seja como fonte de alimento

para a manutenção da cadeia alimentar, por meio da produção primária ou emitindo compostos voláteis responsáveis pela formação das nuvens, micro-organismos intermediam processos nos oceanos. Conhecer a diversidade microbiana e funcional nos ecossistemas marinhos é essencial para compreensão da dinâmica de processos biológicos que posteriormente poderão embasar o desenvolvimento de tecnologias de monitoramento que visem a conservação e a utilização sustentável dos recursos ambientais.

Dentro desse âmbito, um ambicioso projeto de caracterização química e biológica está sendo desenvolvido para desvendar a desconhecida riqueza biológica da Bacia de Santos. Trata-se de um trabalho multidisciplinar, composto por várias universidades brasileiras e pela Petrobras. Milhares de amostras foram coletadas ao longo de toda a Bacia de Santos, desde a superfície até 2300 metros de profundidade. Nesse contexto, eu e outros pesquisadores do Laboratório de Ecologia Microbiana do IO-USP estamos desenvolvendo estudos para identificar a diversidade taxonômica e funcional das comunidades microbianas presentes no sistema pelágico, bem como para entender quais são as forças ambientais que atuam como moduladores dessas comunidades. Para isso, técnicas de microbiologia molecular estão sendo empregadas para o sequenciamento do DNA ambiental. Assim, após o processamento das sequências por meio de ferramentas de bioinformática, a taxonomia e as funções dos grupos microbianos serão reveladas e poderão futuramente constituir o portal de dados e o atlas digital global dos oceanos, assim como proposto para a década dos oceanos.

Entre as metas previstas para o desenvolvimento sustentável dos oceanos (ODS 14), nossa pesquisa contribui essen-

cialmente para aumentar o conhecimento científico a respeito dos ecossistemas marinhos (Meta 14.a), bem como criar metodologias para o monitoramento e conservação do uso dos recursos oceânicos , visando uma extração racional, pautada na responsabilidade social e no desenvolvimento sustentável (Meta 14.1). A integração multidisciplinar entre os dados sobre a diversidade taxonômica e funcional dos micro-organismos e as demais linhas de pesquisa desenvolvidas no projeto de caracterização da Bacia de Santos permitirão futuramente o gerenciamento sustentável, visando a proteção dos ecossistemas marinhos e costeiros a fim de evitar impactos oriundos das atividades antropogênicas (Meta 14.2).



Fig. 45: Expedição oceanográfica a bordo do RV Ocean Stalwart equipado com sistema CTD Rossete e garrafas para coleta de água, com o objetivo de caracterizar a diversidade microbiana no sistema pelágico da Bacia de Santos, Oceano Atlântico Sudoeste. Projeto apoiado pela Petrobras

OPORTUNIDADES E FRAGILIDADES DA GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA NO LITORAL PAULISTA NO CONTEXTO DA GOVERNANÇA DA MACROMETRÓPOLE

Leandra Regina Gonçalves

Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação
Marinha - Prof. Dr. Alexander Turra



Sou Professora Adjunta do Instituto do Mar da Universidade Federal do Estado de São Paulo (Unifesp, Campus Baixada Santista). Com uma formação interdisciplinar, tenho especial interesse em gestão costeira e marinha, políticas públicas ambientais, instituições internacionais e manejo de recursos naturais de uso comum. Possuo Pós-doutorado no IO-USP e Doutorado em Ciências pelo Instituto de Relações Internacionais (USP). Possuo graduação em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas e Mestrado na Universidade Federal de Juiz de Fora/MG - Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas. Já atuei junto ao Greenpeace e a Fundação SOS Mata Atlântica e fui pesquisadora no Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Universidade de Campinas. Sou integrante da Plataforma Brasileira sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e do Projeto de Governança do Sistema da Terra, além de Autora Principal (Efetividade das Políticas Ambientais) para o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (PNUMA) no Global Environment Outlook 6. Mais recentemente, iniciei dois novos projetos de pesquisa: mulheres, gênero e o oceano, e lixo no mar e a pesca artesanal, em um contexto da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável.

O debate sobre o planejamento e a governança de regiões metropolitanas e sobre novos modelos e arranjos institucionais fica ainda mais desafiante ao se considerar a interface sociedade e mar numa perspectiva de sustentabilidade. Com base em trajetórias insustentáveis passadas e com as rápidas mudanças em curso, em níveis locais e planetários, torna-se necessária uma transformação inovadora no sistema de administração para a sustentabilidade dos ambientes costeiros e marinhos, e que ainda considere de forma integrada as grandes mudanças globais e locais. Nesse sentido, no âmbito internacional, o gerenciamento do oceano mereceu destaque na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, de 2012 – a Rio+20. O documento “O futuro que queremos”, aprovado na mesma, teve desdobramentos significativos para a Agenda 2030, por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 (Vida na Água), que entre as metas, busca conciliar questões relacionadas à segurança nacional e de desenvolvimento de atividades econômicas ou de grande impacto social. Ainda em 2021, foi promovida internacionalmente pela ONU, a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável. Com sete desafios estabelecidos, aprimorar a sustentabilidade das regiões costeiras e marinhas, e promover uma sustentabilidade justa, se apresenta como imperativo. Assim, é necessário reverter o cenário de baixa efetividade dos arranjos institucionais existentes e refletir em um contexto nacional o conteúdo do ODS 14.

Minha pesquisa vai ao encontro a esse anseio, e discute quais são as oportunidades e fragilidades da gestão costeira integrada no litoral de São Paulo no contexto da governança da macrometrópole, que inclui o litoral norte paulista e a baixada santista. Os dados preliminares e já publicados, apon-

tam para uma alta fragmentação e setorialização dos arranjos, e uma necessidade de abarcar elementos de gestão de base ecossistêmica, para que as políticas reflitam o ambiente natural que comandam. Espera-se com essa reflexão promover também uma agenda de pesquisa voltada à interface entre metrópoles e zonas costeiras em locais de intensa urbanização, e que esse debate possa incentivar e estimular o desafio da sustentabilidade costeira e metropolitana em um contexto de governança ambiental transescalar e por meio de uma abordagem ecossistêmica na busca por um oceano limpo e sustentável.

TELECONEXÕES ENTRE O NORDESTE BRASILEIRO E O OCEANO AUSTRAL DURANTE O ÚLTIMO INTERGLACIAL

Luciana Figueiredo Prado

Laboratório de Oceanografia Física, Clima e Criosfera (OC2) - Profa. Dra. Ilana Wainer

Sou Doutora em Ciências, na área de Oceanografia, pelo IOUSP, com estágio-sanduíche no Laboratoire d'Océanographie et du Climat da Université Pierre et Marie Curie (LOCEAN-UPMC), Paris, França. Além disso, sou Mestre em Ciências, na área de Meteorologia, e Bacharel em Meteorologia pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP).

Minha tese de doutorado envolveu estudos climatológicos relacionados ao paleociclo hidrológico da América do Sul e influências da variabilidade do Oceano Atlântico. Em minha dissertação de mestrado, analisei possíveis impactos da Oscilação Decadal do Pacífico e El Niño Oscilação Sul na climatologia de precipitação do Estado de São Paulo. Durante a graduação, produzi estudos relacionados à climatologia de precipitação no Estado de São Paulo. Atuei em assessoramento e gestão de projetos nas áreas de Meteorologia e Mudanças Climáticas no Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (Censipam), e fui estagiária de pós-doutorado em projeto IODP/CAPES. Realizei estágio pós-doutoral no Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IG-UnB), onde trabalhei com um projeto relacionado às variações paleoambientais do Brasil Central nos últimos 21.000 anos. Sou membro de projeto de pesquisa financiado



pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), cujo objetivo é estudar relações entre a Amazônia e o Saara durante o Holoceno médio intermediadas pelo Oceano Atlântico Tropical. Minha pesquisa, em geral, é baseada na análise comparativa de registros observacionais e paleoclimáticos com resultados de simulações numéricas do clima, utilizando diversas ferramentas computacionais. Atualmente, sou professora colaboradora e desenvolvo estágio pós-doutoral no IOUSP. Também colaboro como pesquisadora no Instituto de Geociências da UnB e ministro disciplinas na Pós-Graduação. Minhas áreas de interesse compreendem Mudanças Climáticas e Ambientais, Climatologia, Paleoclimatologia, Paleoceanografia, Processos de Interação Oceano-Atmosfera, com foco na América do Sul e no Oceano Atlântico.

O principal objetivo de minha pesquisa de pós-doutorado é determinar teleconexões entre o Oceano Austral e o hidroclicima do Nordeste do Brasil durante o Último Interglacial (UIG) (~129.000-116.000 anos atrás), examinando as circulações atmosférica e do Atlântico Sul. Atualmente, vivemos em um período interglacial que teve início há 11.700 anos atrás e, desta forma, o UIG consiste de um análogo climático para colaborar com a compreensão das variações atuais do clima da Terra. O estudo de períodos interglaciais pode ser útil para entender a ocorrência e a dinâmica dos ciclos glaciais e interglaciais e seus impactos nas circulações oceânica e atmosférica. Contudo, apesar de parecidos, os interglaciais não são idênticos. Em comparação ao clima moderno, o UIG apresenta diferenças na sazonalidade de temperatura e precipitação, nas circulações oceânica e atmosférica, em características dos oceanos tropicais e na quantidade de gelo mari-

rinho. Neste contexto, o Oceano Austral e o Atlântico Sul são cruciais na determinação do hidroclima da América do Sul.

Desta forma, as contribuições científicas da minha pesquisa consistem em identificar preditores para climas quentes e secos, identificar o papel do Oceano Austral e dos oceanos tropicais em modificar hidroclima tropicais, além de identificar teleconexões trópicos-polos durante períodos interglaciais. Em termos de impactos socioeconômicos, podemos citar a melhoria na previsão de eventos climáticos extremos, como secas e cheias, o uso sustentável dos recursos hídricos, a contribuição estratégias de mitigação para eventos extremos, além de um melhor planejamento de atividades econômicas relacionadas a recursos hídricos.

Em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), minha pesquisa contribui diretamente com o ODS 14 "Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável", e com a meta 14.a, ao promover melhor compreensão do papel dos oceanos nas mudanças do clima e contribuir com estratégias de mitigação aos efeitos do aquecimento global observado nos últimos 150 anos. Além disso, o estudo de climas quentes contribui com a meta 14.3, pois o aquecimento global promove a acidificação dos oceanos.



Fig. 46: Falésias de Moher na costa oeste da Irlanda, com o Oceano Atlântico Norte ao fundo



Fig. 47: Formação de colunas basálticas na costa norte da Irlanda do Norte, chamadas Calçada dos Gigantes

RUMOS DA GESTÃO DE PRAIAS NO BRASIL: EM BUSCA DA RESILIÊNCIA SOCIOECOLÓGICA



Luciana Yokoyama Xavier

Laboratório de manejo, ecologia e conservação marinha - Prof. Dr. Alexander Turra

Possuo graduação em Oceanografia (2006) e mestrado (2010) e doutorado (2017) na área de Oceanografia Biológica com ênfase em

gestão costeira, todos pelo IO-USP. Atualmente, desenvolvo pesquisa como Pós-doutoranda junto ao Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha, atuando com temas relacionados à gestão costeira, gestão de praias, gestão de áreas marinhas protegidas, participação social, governança ambiental, aprendizagem social e integração ciência-gestão. Participo do Grupo de Pesquisa Governança Ambiental (GovAmb) do PROCAM/IEE/USP e do Projeto Temático Macrocamb - Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista.

As praias são o ecossistema marinho mais utilizado pela sociedade, povoando o imaginário das pessoas e representando a porta de entrada para o mar. Elas movimentam uma grande economia, principalmente relacionada ao turismo, mas que inclui também usos esportivos, tradicionais e manifestações culturais. Cuidar delas e promover seu uso sustentável passa por conhecer e reconhecer sua importância ecológica, econômica e social e todas as interações e inter-relações entre os sistema natural e social que compõem esse ecossistema.

Assim, as praias podem ser entendidas como sistemas

integrados homem-natureza em constante interação. Gerir tais relações demanda uma abordagem integradora, multiescalar e a colaboração entre atores sociais, gestores e pesquisadores. Para lidar com essa complexidade, a gestão baseada em ecossistemas vem sendo aplicada mundialmente. Seu caráter holístico e adaptativo, com emprego do melhor conhecimento disponível e uma abordagem participativa que inclui os valores sociais na gestão permite que os sistemas socioecológicos se reorganizem e adaptem frente a crises (que podem ser ambientais, políticas ou sociais), renovando-se e mantendo as estruturas e funções importantes para seu adequado funcionamento. À essa capacidade de adaptação chamamos resiliência socioecológica.

Em minha pesquisa sobre os rumos da gestão de praias, que conta com financiamento da FAPESP (Proc. 2017/21797-5 e 2019/13898-1), busco entender as possibilidades e os desafios que devem ser superados para uma gestão baseada em ecossistemas das praias brasileiras, em especial no que faz referência à estruturação do sistema de governança. Podemos entender a governança como o conjunto de atores (com seus princípios, valores e interesses) e de instrumentos (formais e informais) que direcionam e orientam os processos de gestão.

Ao interagir com administradores de praias, busco identificar os valores que eles trazem para a gestão, as dificuldades e os avanços que eles vêm experimentando no campo prático e como uma maior interação entre a academia e a sociedade pode contribuir para implementação de um gerenciamento de praias baseadas em ecossistemas. A partir da experiência compartilhada e dialogando com a literatura, procuro identificar as oportunidades e desafios para a gestão baseada em

ecossistemas e como a ciência pode contribuir para fomentá-la. Dessa forma, a pesquisa está alinhada com o ODS 14 - Vida na água, em especial com as metas 14.2 (gestão sustentável para resiliência e saúde do oceano) e 14.5 (conservação das zonas costeiras e marinhas), e também para a promoção de uma ciência mais democrática e em conexão com a sociedade, como proposto para a Década do Oceano.

METAGENÔMICA COMPARATIVA DE COMUNIDADES MICROBIANAS QUE HABITAM CROSTAS DE FERRO-MANGANÊS, SEDIMENTOS E ÁGUA DO MAR DA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE, OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE



Natascha Menezes Bergo

Laboratório de Ecologia Microbiana -
Profa. Dra. Vivian Helena Pellizari

Sou graduada em Oceanografia pela Universidade do Vale do Itajaí (2010), mestre (2014) e doutora (2020) em Oceanografia (Programa de Oceanografia Biológica) pelo IO-USP, com Doutorado Sanduíche (bolsa CNPq) no *Helmholtz Center for Environmental Research* (Alemanha). Atualmente, sou Pós-Doutoranda no IO-USP. Atuo na área de ecologia microbiana marinha, utilizando ferramentas independentes de cultivo e bioinformática. Participei de expedições científicas multidisciplinares a bordo de navios nacionais e internacionais no Oceano Atlântico e de uma expedição científica para a Antártica pelo Programa Antártico Brasileiro, na Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz. Participo do projeto de extensão e divulgação científica, Meninas com Ciência - 2ª edição SP/Mergulho na Ciência (IO-USP), que incentiva meninas a se envolverem com as áreas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Micro-organismos estão em todos os ambientes e até mesmo em minerais no fundo do oceano, crostas de ferro-manganês (Fe-Mn). Este mineral marinho é importante do ponto de vista econômico e ecológico. Prevê-se que a sua mineração terá efeitos significativos na biodiversidade. Por-

tanto, para o desenvolvimento sustentável da futura mineração marinha, é crucial entender o papel das crostas na formação da diversidade microbiana no mar profundo. Além disso, pouco se sabe sobre a interação entre as crostas de Fe-Mn e os micro-organismos no Oceano Atlântico. Quem são? Estão envolvidos com a gênese deste mineral? Quais são os potenciais metabolismos predominantes no sedimento e água do mar associados às crostas de Fe-Mn? Para responder estas perguntas, amostras de crosta de Fe-Mn, sedimento e água do mar associados foram coletadas na expedição oceanográfica RGR1 a bordo do navio de pesquisa Alpha Crucis (IO-USP) em 2018 na Elevação de Rio Grande, EGR, Oceano Atlântico Sul. A ferramenta de biologia molecular, metagenoma, foi utilizada para entender a relação dos micro-organismos com as crostas de Fe-Mn na EGR. Os resultados pretéritos indicam que esses micro-organismos são bactérias e arqueias, envolvidos nos ciclos dos nutrientes (isto é, Nitrosopumilaceae e SAR202) e dos metais (Betaproteobacteriales e Pseudomonadales). Além disso, os micro-organismos são distintos entre as crostas de Fe-Mn, e entre o sedimento e a água do mar associados. Ou seja, possivelmente são a base para a vida no fundo do mar, atuando também na formação dos minerais. Estes resultados inéditos para o Oceanos Atlântico podem orientar o plano de conservação e de mineração sustentável dos depósitos minerais marinhos. Esta pesquisa está em desenvolvimento no Laboratório de Ecologia Microbiana no IOUSP e é uma colaboração internacional entre o *Natural Environment Research Council* (NERC, UK) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, BRA; número do processo: 14 / 50820-7).



Fig. 44: Trabalhando na expedição na ERG



Fig. 45: Trabalhando na expedição na ERG

ESTUDO DO CICLO DO NITROGÊNIO EM SISTEMAS ESTUARINOS SUJEITOS A DIFERENTES IMPACTOS DE MUDANÇAS NATURAIS E ANTRÓPICAS NA COSTA DE SÃO PAULO

Paula Carpintero de Moraes

Laboratório de Biogeoquímica de Nutrientes,
Micronutrientes e Traços nos Oceanos -
Profa. Dra. Elisabete de Santis Braga da Graça Saraiva



Possuo graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005), mestrado em Oceanografia Biológica pela USP (2007) e doutorado em Oceanografia Biológica pela USP (2012). Tenho experiência na área de Oceanografia Biológica, com ênfase em Dinâmica e Processo do Sistema Bêntico, atuando principalmente nos seguintes temas: dinâmica bêntica, acoplamento bento-pelágico, dinâmica bacteriana, ecologia microbiana e qualidade da matéria orgânica.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes críticos para a sobrevivência de todos os organismos vivos. O nitrogênio livre (N₂), apesar de muito abundante na atmosfera, é acessível apenas para uma pequena quantidade de espécies, que são capazes de fixá-lo e torná-lo acessível para a maioria dos seres vivos, o chamado nitrogênio reativo (Nr). A principal importância ecológica e evolutiva do ciclo do N é sua capacidade de regular a disponibilidade de Nr que é utilizado pela maior parte da biota.

Nos últimos 250, anos o ciclo do nitrogênio vem sofrendo drásticas mudanças, principalmente devido a fixação industrial. As atividades humanas, principalmente relacionadas ao

uso generalizado de fertilizantes ricos em N, a expansão do cultivo de leguminosas e a combustão de combustíveis fósseis aumentaram dramaticamente as entradas de Nr nos ecossistemas terrestres e costeiros. Isso levou a um conjunto de problemas ambientais, cujos efeitos se estendem de escalas locais a globais, de pontos críticos de eutrofização aquática e poluição do ar regional ao impacto das concentrações crescentes de óxido nitroso (N₂O) no efeito estufa e na camada de ozônio estratosférico. A disponibilidade de N também tem implicações profundas para o problema do carbono antropogênico (C), uma vez que o N é um fator importante para a quantidade de dióxido de carbono atmosférico (CO₂) naturalmente sequestrado pelos oceanos. A compreensão dos processos que compõem o balanço e o ciclo do Nr, especialmente seus controles e sensibilidades à perturbação, desta forma, possui um objetivo amplo de esclarecer a trajetória futura do clima e da biosfera da Terra.

Esse estudo vai ao encontro com as metas e objetivos propostos pela Década do Oceano, que visa a conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para um desenvolvimento sustentável. O conhecimento de como o ciclo do nitrogênio funciona e está sendo alterado devido a utilização e contaminação local é de extrema importância não só localmente, mas globalmente. O aumento da intrusão do nitrogênio em áreas costeiras causa uma série de transtornos importantes no ecossistema indo desde pontos de eutrofização extrema, a contaminação da água (o nitrato em grandes quantidades é tóxico para a maioria dos animais inclusive para o homem) até a acidificação das águas e aumento do efeito estufa. Dessa forma, o conhecimento do ciclo e quantificação dos processos que colocam e retiram Nr do

ambiente é de profunda relevância para um uso sustentável dos recursos naturais.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE CORAIS DO ATLÂNTICO SUDOESTE: UMA RECONSTRUÇÃO PALEOCEANOGRÁFICA



Tailisi Hoppe Trevizani

Laboratório de Geologia de Margens Continentais e
Laboratório de Química Inorgânica Marinha -
Prof. Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques
e Prof. Dr. Rubens Cesar Lopes Figueira

Possuo graduação em Oceanografia com habilitação em Pesquisa Oceanográfica pela Universidade Federal do Paraná (2011), mestrado em Oceanografia Química pela USP (2014) e doutorado em Ciências - Oceanografia Química pela USP (2018). Atualmente, sou integrante do Laboratório de Química Inorgânica Marinha (LaQIMar -USP) e do Laboratório de Geologia de Margens Continentais (LAMA - USP), e pós doutoranda do IOUSP. Tenho experiência nas áreas de Oceanografia Química, Geológica e Biológica, especialmente nas áreas de poluição marinha por metais e geoquímica.

Este presente projeto é pioneiro na caracterização química de corais de mar profundo em regiões de montes carbonáticos da Bacia de Santos, na costa sudeste brasileira. Esses seres apresentam grande importância ecológica, pois servem de refúgio para uma rica fauna de invertebrados que busca alimento, proteção e local de reprodução. Além disso, são vitais para o ciclo oceânico do carbono e fazem parte de ecossistemas marinhos vulneráveis, que requerem conservação devido à sua importância para o mar profundo e a biodiversidade global.

Os corais preservam em seu esqueleto carbonático infor-

mações sobre as alterações físico-químicas pretéritas e propriedades da água do mar em que cresceram, sendo reconhecidos como traçadores de mudanças de temperatura, salinidade, massas d'água e contaminantes no ambiente marinho. Neste estudo, a análise de metais, radionuclídeos e isótopos estáveis será realizada em corais de água fria escleractíneos das espécies *Enallopsammia rostrata*, *Solenosmilia variabilis* e *Lophelia pertusa*, considerados como os construtores mais importantes de ecossistemas de mar profundo, por serem formadores de montes submarinos carbonáticos ou cristas oceânicas. Essas conclusões permitirão a reconstrução de parâmetros oceanográficos e ambientais pretéritos, atendendo a necessidade de ampliação do conhecimento sobre os ecossistemas marinhos, fundamentais para suprir demandas globais e regionais de gestão ambiental.

Desta forma, os resultados possibilitarão interpretar as alterações ambientais causadas pela intensificação das atividades humanas e mudanças climáticas em diferentes escalas de tempo, contemplando especialmente os ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e 14 (Vida na Água). Ainda, visando contribuir para conservação deste importante ecossistema de mar profundo e a ampla divulgação da ciência oceânica para a sociedade, os resultados obtidos serão incluídos em um site com Sistema de Informações Geográficas Online gerado pelo projeto BIOIL (Biology and Geochemistry of Oil and Gas Seepages, SW Atlantic), financiado pela Shell Brasil através do compromisso de investimentos com Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Nacional de Petróleo. Colaborando com alguns dos objetivos da Década dos Oceanos, como a identificação de fontes de poluição, o mapeamento dos ecossistemas marinhos e o acesso aos dados obtidos,

fortalecendo a ideia de que um oceano conhecido seja valorizado por todos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos e parabenizamos todos os alunos de Graduação e Pós-Graduação formados nesses últimos 20 e 50 anos no IO-USP, respectivamente, assim como todos os pesquisadores de Pós-Doutorado. Vocês abrilhantam nosso Instituto!

Agradecemos e parabenizamos nominalmente os docentes aposentados e atuais do IO-USP que produziram e produzem conhecimento e transmitem o saber para as novas gerações e a sociedade como um todo.

Alexander Turra
Airton Santo Tararam
Alfredo Martins Paiva Filho
Ana Maria Setubal Pires Vanin
Anderson Garbuglio de Oliveira
Beatriz Beck Eichler
Camila Negrão Signori
Carmen Lucia Del Bianco Rossi
Wongtschowski
Christian Millo
Daniel Eduardo L. de Lemos
Edmo Jose Dias Campos
Eduardo Siegle
Eduinetty Ceci P. M. de Sousa
Elisabete de S. B. G. Saraiva
Engles Anastacio Finotti
Felipe Antonio de Lima Toledo
Frederico Pereira Brandini
Hilda de Souza Lima Mesquita
Ilana E. K. C. Wainer
Ilson Carlos Almeida da Silveira
Jaques Gallo
Joseph Harari

June Ferraz Dias
Karen Badaraco Costa
Lucy Satiko Hashimoto Soares
Luigi Jovane
Luiz Bruner de Miranda
Luiz Roberto Tommasi
Luz Amelia Vega Perez
Marcelo Dottori
Marcelo Roberto Souto de Melo
Marcia Caruso Bicego
Marcos César de Oliveira Santos
Maria de los Angeles Gasalla
Mario Katsuragawa
Miguel Mies
Michel M. de Mahiques
Motonaga Iwai
Moyses Gonzalez Tessler
Noriyoshi Yamaguti
Olga Tiemi Sato
Oswaldo Ambrosio Junior
Patricia Teresa M. Cunningham
Paulo Simionatto Polito
Paulo Yukio Gomes Sumida

Phan Van Ngan
Rafael André Lourenço
Rosalinda Carmela Montone
Rosane Goncalves Ito
Rubens Cesar Lopes Figueira
Rubens Mendes Lopes
Sadako Yadoya Miyao
Salvador Airtton Gaeta
Silvia Helena de Mello e Sousa
Sonia Maria Flores Giancesella
Sueli Susana de Godoi
Thais Navajas Corbisier
Tito Monteiro da Cruz Lotufo
Valdenir Veronese Furtado
Vicente Gomes
Vivian Helena Pellizari
Yara Schaeffer Novelli
Yoshimine Ikeda

Agradecemos nominalmente todos os funcionários que trabalharam e continuam trabalhando engenhosamente para a estruturação, manutenção e avanços na pesquisa, ensino e extensão de nosso Instituto.

Ademildes Maria Paviglione
Adalberto Ferreira da Silva
Afonso Cubas
Alcides Letoldo
Alex Pereira
Alexandre Barbosa Salaroli
Alexandre Duarte de Carvalho
Alexandre Moreira
Amaro Carneiro da Silva
Ana Paula Dourado Evangelista
André Blumer Bezerra
André Leonardo de A. Neves
Aparecida de Fátima Santos
Arthur Ziggiatti Guth
Aspasia Silva Loureiro
Ayrton Carrieri Pasquini
Brasilino Favato
Cássia Cerezani de Andrade
Célia Rosa
Cesar da Silva Garrido
Cícero Pereira de Lima
Cláudia de Almeida Pires
Cláudio Guimarães
Clóvis Ribeiro Xavier Junior
Daniel de Queiroz Nunes
Eder Sanchez Corrêa
Edilson de Oliveira Faria
Edson Silva Xavier
Eduardo David

Elizabeth Leite Vieira
Eloisa de Sousa Maia
Elvis Freitas dos Santos Silva
Evandro Neves
Fabiano da Silva Attolini
Fábio Fernandes Rizzo
Fátima Filomena Pires Amaje
Fernando N. dos Santos
Flávia Saldanha-Corrêa
Flávio Alves
Francisco Luiz Vicentini Neto
Frederico Ribeiro de Santana
Gilberto Pereira Dias
Gilberto Rui Camargo
Gilmara Lucia Rangel
Helcy Lylian Nogueira Silbiger
Henrique dos Reis Miguel
Hilda Potenciano
Humberto Aparecido Silva
Ivoneide Emidio Gattei
Izair de Sousa
Janaina Lucia de Almeida Correa
João Batista do Nascimento
Joaquim V. S. B. Rocha
Jorge Augusto Paul Gruda
Jorge Nicolau Rufca
José Aparecido Teixeira
José Carlos de Miranda
José Carlos Gonçalves Dias

José de Oliveira Cipriano
José Geraldo de Brito
José Gustavo Imakawa
José Luiz dos Santos
José Renato Calvi Mauad
José Roberto Bairão Leite
José Roberto de Araújo
José Roberto dos Santos
José Roberto Marques
José Selso Pereira
Júlio Cesar Estevam
Juraci de Oliveira
Jurandir Conceição
Leandro Martins
Lincoln dos Santos
Lourival Pereira de Souza
Lucia Maria de Jesus Felipe
Luciano Pereira de Souza
Luis Carlos da Silva
Luis Felipe Santos de Melo
Luiz Antônio de Andrade Mariano
Luiz Eurides Tinello
Luiz Vianna Nonnato
Manoel da Cruz Santos
Marcio Novaes Silva
Marco Antônio Rodrigues
Marco Antônio Tritapepe
Marcos Cidmar dos Santos
Marcos Pereira Lima
Maria Antonietta Pinheiro Xavier
Maria Cecília Amaral Catunda
Maria Christina Machado Zanetti
Maria Clara Colla Argeiro
Maria da Glória Calasans Rosa

Maria de Jesus Pureza
Maria de Lourdes B. Junior
Maria de Lourdes Zani Teixeira
Maria José Berbel
Maria José de A. C. R. Passos
Marilena de Oliveira
Marilza Correia
Marisa Cosentino de Barros
Marlene Mathias Camacho
Marly Alves Moreira
Marta D. de A. de Miranda
Marta Stephan
Mauro Quandt Monteiro
Maximiano G. de Oliveira
Mayza Pompeu
Monica Angélica Varella Petti
Nelci Ramos Aguila
Nilson Aguiar Correia
Nilson Victorino
Orlando Argentin
Oziel do Carmo dos Santos
Patricia Cristina Martorelli
Paulo Lombarde
Peter Aparecido Pinilha
Rafael Rodolfo Varela Júnior
Raimundo A. de S. Neto
Raimundo Nonato dos Santos
Ricardo Dener Pereira
Ricardo Takeshi Yamaguti
Roberto Lasdenia
Rodolfo Jose dos Santos Jacinto
Samara Cazzoli y Goya
Sandra Bromberg
Satie Taniguchi

Sebastião Amauri Borges
Sérgio Carneiro Veiga
Sérgio Joao Aparicio
Sérgio Teixeira de Castro
Silvana C. de L. Reginaldo
Tereza Pereira
Tiago Cortez
Tomas Edison da Silva
Ulisses Pires Paiva
Valter Kasuo Miyagi
Valter Luis da Silva
Vânia Cristine A. das C. Santos
Vera Lúcia da Silva Campos
Vera Lúcia Marques Lopes
Vitor Gonzalez Chiozzini
Wagner Pinheiro
Wilson Natal de Oliveira
Zilda Parmagnani Francilino



Realização



Apoio

