



PROTRINDADE

Programa de Pesquisas
Científicas na Ilha da Trindade
10 ANOS DE PESQUISAS







PROTRINDADE

Programa de Pesquisas Científicas
na Ilha da Trindade
10 ANOS DE PESQUISAS

EXPEDIENTE

REALIZAÇÃO

Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – CIRM
Eduardo Bacellar Leal Ferreira - Almirante de Esquadra
Comandante da Marinha/Coordenador da CIRM

Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – SECIRM

Renato Batista de Melo – Contra-Almirante
Secretário da CIRM

Tiragem 2.000 exemplares

SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR - SECIRM
Esplanada dos Ministérios - Bloco N - Anexo B - 3º Andar
CEP: 70055-900 Brasília-DF
Tel. (61) 3429-1663 Fax: 3429-1336
<http://www.secirm.mar.mil.br>

COORDENAÇÃO

Programa de Pesquisas na Ilha da Trindade
Sidnei da Costa Abrantes – Capitão de Fragata/
Gerente do PROTRINDADE

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA DO PROJETO

Marina Nasri Sissini

PROJETO GRÁFICO

Kênia Dias de Sousa Picoli - Primeiro-Tenente

DIAGRAMAÇÃO E EDITORAÇÃO

Thiago Álvares da S. Campos

COLABORAÇÃO

Flávia Ferreira de Souza - Primeiro-Tenente

*As matérias publicadas são de total
responsabilidade dos seus respectivos autores.*

S446 Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar.
Protrindade: programa de pesquisas científicas na Ilha da Trindade.
10 anos de pesquisas / SECIRM – Brasília, 2017.
200 p. : il.

ISBN: 978-85-62033-03-2

1. Ilha da Trindade – Projetos.I. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar II. Título.

CDU:551.42(81)

Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - SECIRM



PROTRINDADE

Programa de Pesquisas Científicas
na Ilha da Trindade
10 ANOS DE PESQUISAS

1ª Edição
BRASÍLIA
2017

Agradecimentos

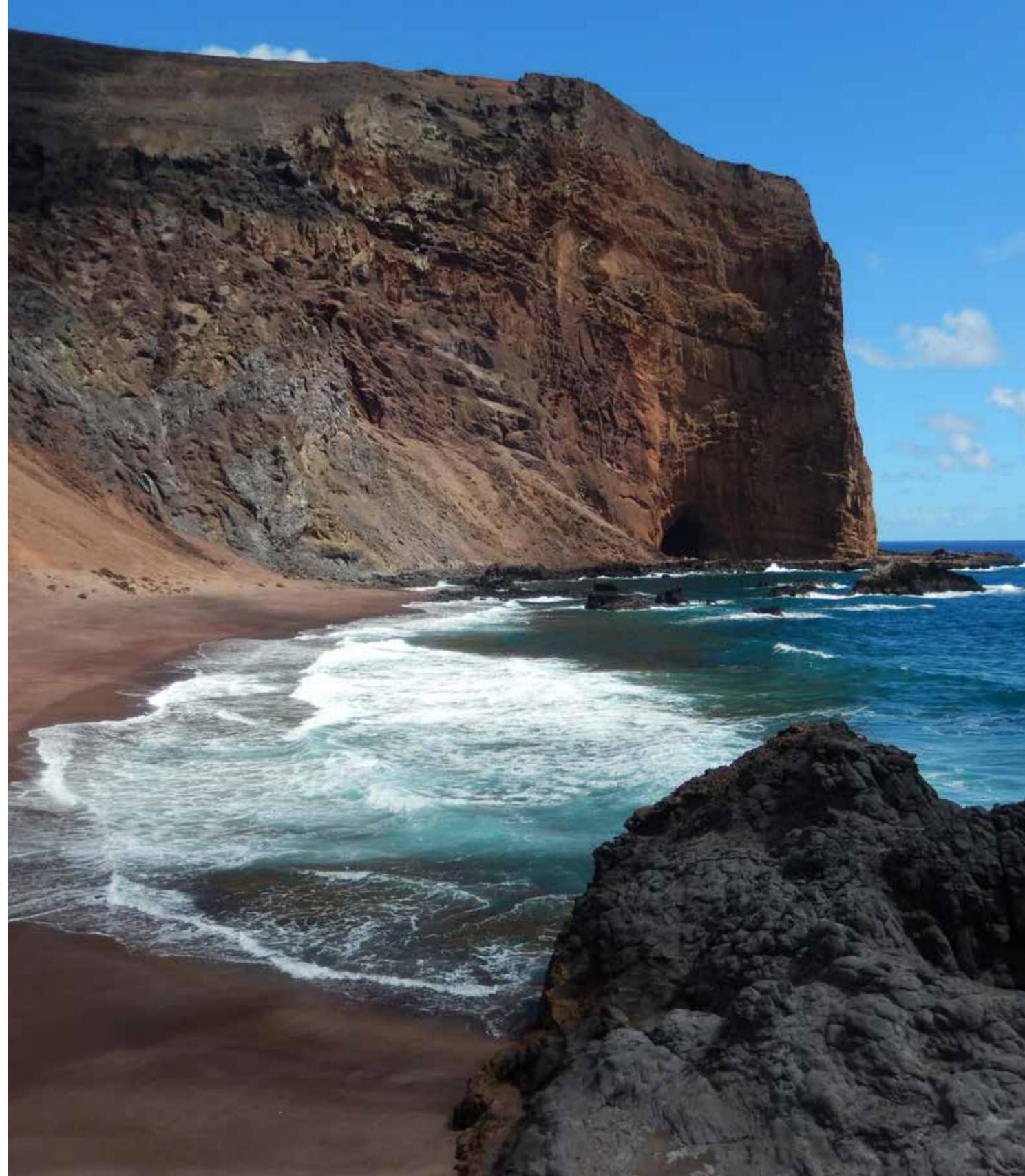
À Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), por meio de sua Secretaria (SECIRM), por apoiar e garantir a continuidade do desenvolvimento das pesquisas realizadas pelo Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade (PROTRINDADE).

Ao Comando do Primeiro Distrito Naval (Com1ºDN) que, de forma incondicional, oferece todo suporte logístico e operacional para consecução desse Programa.

Aos antigos Gerentes do PROTRINDADE, pela abnegação e zelo demonstrados na condução de todas as atividades inerentes a gestão do Programa.

À tripulação dos navios e do Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade (POIT) que, ao longo desses anos, vêm apoiando com dedicação e entusiasmo aos pesquisadores nas diversas expedições do PROTRINDADE.

E a todos os pesquisadores, atores principais desse livro, que entenderam a importância desse projeto e compartilharam o conhecimento obtido ao longo desses 10 anos de PROTRINDADE.



ÍNDICE

A ILHA DA TRINDADE E O PROTRINDADE	17
CARACTERÍSTICAS LOCAIS E REGIONAIS.....	25
CLIMATOLOGIA DA ILHA DA TRINDADE	27
ASPECTOS DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA E SUA VARIABILIDADE NO ENTORNO DA CADEIA SUBMARINA VITÓRIA-TRINDADE	35
QUATERNÁRIO E PALEONÍVEIS MARINHOS NA ILHA DA TRINDADE.....	43
ROCHAS VULCÂNICAS DA ILHA DA TRINDADE: RESFRIAMENTO RÁPIDO E BAIXA EROSÃO	65
SOLOS DA ILHA DA TRINDADE.....	71
AS PRAIAS DA ILHA DA TRINDADE	81
BIODIVERSIDADE MARINHA (FLORA E FAUNA MARINHAS)	88
BIODIVERSIDADE MARINHA DA ILHA DA TRINDADE - INTRODUÇÃO.....	91
MACROALGAS DA ILHA DA TRINDADE	99
ESPONJAS DA ILHA DA TRINDADE	109
CNIDARIA DA ILHA DA TRINDADE.....	117
NEMATOFUNA DA ILHA DA TRINDADE.....	127
MOLUSCOS DA ILHA TRINDADE.....	133
TRINDADE: ILHA DAS TARTARUGAS MARINHAS.....	139
AVES DA ILHA DA TRINDADE	145
PEIXES DO COMPLEXO INSULAR ILHA DA TRINDADE E ARQUIPÉLAGO MARTIN VAZ	151
CETÁCEOS DA ILHA DA TRINDADE E ARQUIPÉLAGO DE MARTIN VAZ.....	159
POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE ORGANISMOS MARINHOS DA ILHA DA TRINDADE	169
BIODIVERSIDADE TERRESTRE (FLORA E FAUNA TERRESTRES).....	178
ASPECTOS GERAIS DA BIODIVERSIDADE TERRESTRE DA ILHA DA TRINDADE.....	181
BRIÓFITAS DA ILHA DA TRINDADE.....	187
PLANTAS VASCULARES TERRESTRES DA ILHA DA TRINDADE.....	195
INVERTEBRADOS TERRESTRES DA ILHA DA TRINDADE.....	199



Apresentação

Distante cerca de 1.200 Km da costa brasileira, a Ilha da Trindade está localizada no Atlântico Sul, aproximadamente na mesma latitude da cidade de Vitória-ES. De origem vulcânica e dimensões reduzidas, comparada ao seu valor estratégico e econômico, a ilha está próxima das principais bacias petrolíferas, que assumiram maior visibilidade a partir da exploração do Pré-sal. Além disso, cabe ressaltar que 95% do comércio exterior do País ocorre por vias marítimas, sendo Trindade um ponto focal dessas rotas marítimas.

O passado de Trindade é repleto de histórias “fantásticas”, como a presença de piratas que teriam escondido, sob seu terreno acidentado, um tesouro, e, entre outras, a ocorrência de uma batalha naval nas águas que a circundam, travada entre dois cruzadores: um da Alemanha e outro da Inglaterra no início da Primeira Guerra Mundial. Tirando a parte do romantismo, é fato que, após seu descobrimento, em 1501, a ilha serviu como um entreposto para traficantes de escravos e sofreu duas ocupações: uma inglesa e outra portuguesa.

No decorrer de sua trajetória, um dos fatos importantes que ocorreu em Trindade foi a passagem do famoso astrônomo inglês, Edmond Halley, em 1700. Tal relevância não se deu apenas pela notoriedade de seu nome, mas também, por ele ter inserido no local várias espécies de animais, que serviriam, no futuro, de alimento para as tripulações dos navios ou eventuais naufragos. Com o passar dos anos, esses animais se proliferaram e ocasionaram forte impacto ambiental ao devastarem a vegetação nativa.

Em 1950 foi realizada a primeira expedição científica brasileira à Trindade, que visava a possibilidade de ocupá-la em caráter permanente. Finalmente, em 1957, ocorreu a criação do Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade (POIT), que passou a ser ocupada por um destacamento de militares da Marinha do Brasil. Inicialmente, o POIT ficou subordinado à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), até que em 1986 foi transferido a subordina-

ção para o Comando do Primeiro Distrito Naval (Com 1ºDN). Além de garantir a soberania brasileira sobre a ilha, a ocupação atende ao requisito para a existência de uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE), garantindo ao país uma área de 200 milhas náuticas ao seu redor (cerca de 370 Km), como previsto na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito no Mar (CNUM).

É importante salientar que, bem antes da ocupação brasileira, Trindade já despertava o interesse de curiosos de diversas partes do mundo, ávidos por conhecer as peculiaridades de seu ecossistema e desvendar os mistérios que povoavam seu imaginário. Após a ocupação permanente da Marinha e com a ida de navios para apoio ao POIT, tornou-se constante o interesse da comunidade científica em participar das viagens à ilha.

Diante disso, fez-se necessário ampliar não só conhecimento, mas gerar mais oportunidades a todos os interessados que desejassem realizar pesquisas em Trindade. Sendo assim, em 2007, foi criado o Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade (PROTRINDADE), com o objetivo de sistematizar o desenvolvimento de projetos e oferecer aos pesquisadores uma estrutura adequada, a qual, foi construída uma Estação Científica (ECIT), em 2010, com dois laboratórios e acomodações para oito pesquisadores.

Após dez anos de sua criação, o PROTRINDADE pretende com esse trabalho apresentar uma síntese das principais áreas de pesquisa realizadas até então, reunindo textos assinados por pesquisadores vinculados às Instituições de ensino e pesquisa de todo território nacional. Tal fato demonstra a importância da criação do Programa, uma vez que o conhecimento gerado, por meio das pesquisas sobre a ilha, vem sendo cada vez mais difundido. Por outro lado, essas mesmas pesquisas vêm orientando a Marinha do Brasil a adotar medidas de preservação ao meio ambiente insular, possibilitando a ilha da Trindade a manter-se como um valioso patrimônio científico ambiental, um verdadeiro laboratório a céu aberto.

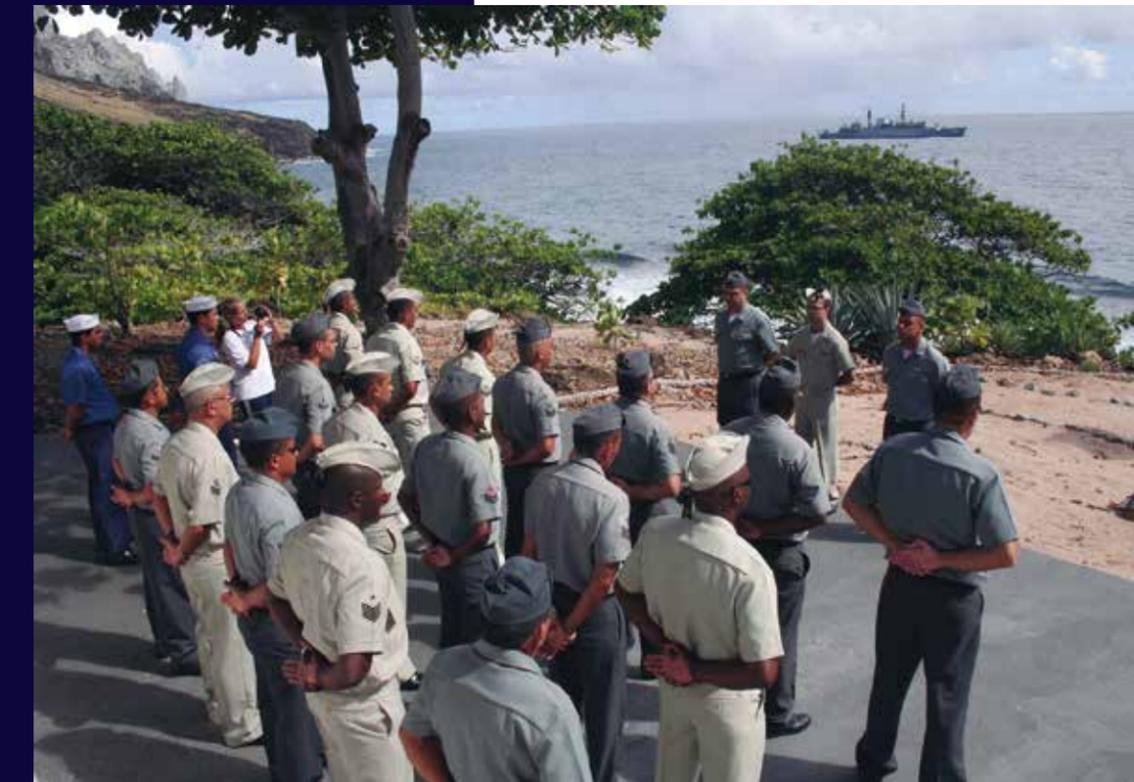


PROTRINDADE
PROGRAMA
DE PESQUISAS
CIENTÍFICAS
NA ILHA DA TRINDADE

A ILHA DA TRINDADE E O PROTRINDADE

Ao se aproximar da ilha da Trindade, vindo do oceano pelo lado de Este e no paralelo dessa, você descobrirá as três ilhas ou rochedos de Martim Vaz, que poderão ser avistados do convés do navio de uma distância de 24 até 27 milhas. Esses rochedos são muito peculiares e não poderão ser confundidos; ... A ilha da Trindade está cercada por agudos e ásperos recifes de coral, em uma quase continuada arrebentação de mar, por toda sua periferia, o que torna difícil o desembarque e muitas vezes impraticável o fazer-se aguada ...

Alexander George Findlay.
Islet of Trinidad, Martin Vas Rocks, etc.¹



Autores:
Capitão de Mar e Guerra Camilo Lellis de Souza
(Primeiro Gerente do Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade - PROTRINDADE)
Capitão de Fragata Sidnei da Costa Abrantes
(Atual Gerente do PROTRINDADE)

¹ A sailing directory for the Ethiopic or South Atlantic Ocean including a description of the coasts of South America and Africa. 9th. ed. London: Richard Holmes Laurie, 1883. p. 232-235.



No oceano Atlântico Sul, entre os paralelos de 20º 29' S e 20º 31,7' S e os meridianos de 29º 17,7' W e 29º 20,7' W, afastada a cerca de 1.140 Km do litoral de Vitória-ES e 2.400 Km da costa ocidental da África, e pouco conhecida da maioria dos brasileiros, a Ilha da Trindade materializa o marco leste da soberania nacional. A ilha está localizada na extremidade oriental de uma cadeia de montanhas e vulcões submarinos inativos, chamada de “Cadeia Vitória-Trindade”. Eleva-se a 5.500 metros do fundo oceânico, num perfil suave e de concavidade voltada para cima. Trindade tem origem vulcânica e formação que remete a cerca de 3,5 milhões de anos. Sua parte emersa cobre uma área de aproximadamente 10,5 Km², sendo extremamente acidentada. O ponto mais alto é o Pico Desejado que atinge 620 metros de altura. Já a plataforma insular abrange uma área de 32 Km², e é recoberta por pedras e recifes de coral que dificultam a aproximação de embarcações ansiosas por desembarcar em suas praias, o que só é possível fazer, em segurança, numa curta faixa da Praia da Calheta e mediante autorização prévia da Marinha do Brasil (MB), que ocupa a ilha, em caráter permanente, desde 1957. A MB mantém no local um destacamento de cerca de 30 militares, subordinados ao Comando do Primeiro Distrito Naval

(Com 1º DN), sediado no Rio de Janeiro-RJ. De acordo com o art. 20, inciso IV, da Constituição Federal do Brasil, a ilha é um bem da União, tutelada à MB pela Secretaria de Patrimônio da União (SPU), por meio do Termo de Entrega nº. SCC-001- 84, de 24 de abril de 1984, Tombo nº. 18.008.0.

“A historia e a geographia da Ilha da Trindade são cambiantes como os ventos que a varrem e que mudam de direcção de momento a momento”²

Professor Bruno Lobo.

O descobrimento de Trindade, até os dias de hoje, está envolto em controvérsias. A maioria dos historiadores defende que ela foi descoberta em 1501 pelo navegador João da Nova, que partiu de Lisboa, Portugal, em 5 de março daquele mesmo ano, com destino às Índias. Navegando ao sabor dos ventos e correntes, avistou os montes que compõem a sua paisagem. Já no ano seguinte, em 1502, Estevam da Gama, que participava da segunda viagem de Vasco da Gama, também para as Índias, ao avistar as três principais elevações, correlacionou-as a Santíssima Trindade, e assim, resolveu batizá-la, definitivamente, de Ilha da Trindade.

² A ILHA DA TRINDADE – Conferência feita na Bibliotheca Nacional pelo Prof. Bruno Lobo no dia 18 de julho de 1918.

No século XVI, Trindade foi frequentemente confundida com a ilha de Ascensão, nome sob o qual figurou em algumas cartas e escritos da época. A troca é compreensível, observando-se o interesse e o desenho do cordão de ilhas britânicas no Atlântico Sul. A ilha foi, intermitentemente, utilizada como ponto de apoio marítimo por traficantes de escravos e piratas ingleses, além de ter sido visitada por navegadores, exploradores e naturalistas. Sua primeira aparição em documentos cartográficos, com o nome definitivo, ocorreu em 1504, na carta de navegação do Italiano Vesconte di Maggiolo. Contudo, sua correta posição geográfica somente foi conseguida após levantamento cartográfico realizado pelo Navio francês La Coquille, no ano de 1822.

“A pequena ilha da Trindade foi corretamente colocada em nossas cartas [náuticas] pelo levantamento de M. Bérard, um oficial da [Canhoneira francesa] La Coquille, comandada pelo Capitão Duperrey em outubro de 1822. ...”³

Alexander George Findlay.

³ A sailing directory for the Ethiopic or South Atlantic Ocean including a description of the coasts of South America and Africa. 9th. ed. London: Richard Holmes Laurie, 1883. p. 232-235.

Quase dois séculos após o descobrimento, durante uma expedição para realizar medições magnéticas no Atlântico, para o governo inglês, o famoso astrônomo inglês Edmond Halley – o mesmo do cometa – a bordo do Navio H.M.S. Paramour, teria desembarcado na ilha. Naquela ocasião, em abril de 1700, como era prática usual, foram soltos em Trindade diversos animais, como cabras e porcos, para servirem de alimento a possíveis náufragos ou para reabastecimento, em caso de necessidade no futuro, ou quem sabe para dar início a uma ocupação britânica. Com o passar do tempo, esses animais proliferaram e impactaram, profundamente, o ecossistema da ilha, com consequências severas para o solo e cobertura vegetal.

Em 1724, o Rei de Portugal, Dom João V, temendo que a ilha sofresse uma ocupação, ordenou que se construísse uma fortificação no local. Seu temor se confirmou, e Trindade foi ocupada por ingleses entre 1781 e 1782. Ainda em 1782, Portugal protocolou um protesto formal em Londres. Enquanto o assunto tramitava lentamente por meios diplomáticos, em 1783 foi enviada uma expedição portuguesa para expulsar os ingleses. Quando os militares portugueses chegaram os ingleses já haviam deixado Trindade, fruto dos esforços diplomáticos. Portugal manteve a ocupação





da ilha até 1797. Com a proclamação da independência, em 1822, a Ilha da Trindade foi definitivamente incorporada ao território brasileiro. Entretanto, novamente desocupada, voltou a receber uma ocupação inglesa entre 1895 e 1896, desta vez com o pretexto de servir de apoio a passagem de um cabo telegráfico submarino.

A esta altura, a recente República brasileira, com o apoio português, realizou gestões diplomáticas junto à Inglaterra para reaver a posse de Trindade, o que aconteceu em 1897. O episódio ficou registrado na ilha, com um “marco da soberania”, colocado na praia dos Andradas.

A primeira ocupação militar brasileira em Trindade ocorreu em 1916, que voltou a ser ocupada por brasileiros durante a primeira e segunda guerras mundiais, e entre estas serviu de presídio para presos revolucionários. Em 1950, uma expedição científica foi enviada ao local e teve como desdobramento a avaliação de como ocupá-la permanentemente.

Finalmente, em 29 de maio de 1957, foi criado o Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade (POIT) e, desde então, a ilha passou a ser ocupada, permanentemente, por militares da MB. A presença desse destacamento garante a posse efetiva e o direito do País estabelecer

Mar Territorial (MT) e Zona Econômica Exclusiva (ZEE), em seu entorno.

Estes espaços somados, totalizam uma área de duzentas milhas náuticas ao seu redor (cerca de trezentos e setenta quilômetros) sendo assim, concedendo ao Brasil direitos de soberania para pesquisar, preservar ou explorar, de modo sustentável, os recursos da massa líquida, do solo e do subsolo marinhos.

É inegável que a vocação científica de Trindade precede em muito a sua ocupação. Ela se inicia em 1818, quando D. João VI criou a primeira instituição científica do Brasil, o Museu Real, próximo ao Jardim Botânico, na Quinta da Boa Vista. A pesquisa ganhou influência política com a chegada da arquiduquesa da Casa da Áustria, Leopoldina, então esposa de Dom Pedro I e nossa primeira Imperatriz.

A “Imperatriz cientista” sabia coletar plantas, pedras e animais, inclusive com técnicas de taxidermia, além de incentivar o estudo da biodiversidade brasileira. E isso foi determinante para que o atual Museu Nacional do Rio de Janeiro, antigo Museu Real, atualmente vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), se tornasse o maior museu de história natural da América Latina.

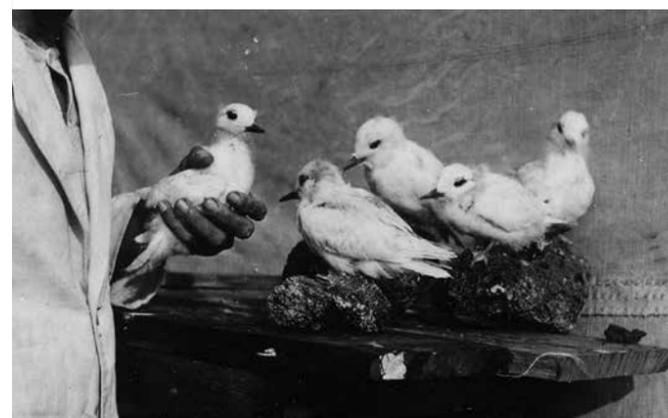


Desse modo, não foi surpreendente ao saber que os cientistas daquele Museu tenham sido os primeiros brasileiros a desembarcarem em Trindade para realização de pesquisas. Em função da distância e do único acesso à ilha, que era pelo mar, a parceria entre o Museu Nacional e a MB ocorreu de forma natural, e até hoje permanece bem presente. Destaca-se, dentre tantos pesquisadores daquele Museu, o trabalho desenvolvido por Johann Backer que, por meio de expedições realizadas em 1953, 1958, 1965 e 1994, praticamente triplicou o conhecimento científico sobre a ilha sem, contudo, esgotá-lo.

Há tempos, a Marinha do Brasil, como responsável pela Ilha da Trindade, já apoiava, pontualmente, alguns projetos científicos. Com o aumento crescente de solicitações para pesquisas no local ficou evidente a necessidade de se ampliar e democratizar esse acesso. Era chegado o momento de criação de um programa de pesquisas específico, coordenado pela MB e que aproveitasse a estrutura já existente, seja na ilha ou no próprio aparato logístico empregado para garantir sua ocupação permanente.

Diante disso, o Estado Maior da Armada (EMA) designou, em 2006, uma comissão para avaliar tal possibilidade.

Com isso, em 15 de maio de 2007, o Coordenador da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), por meio da Portaria Nº 129/MB, publicada no Diário Oficial da União, Seção 1, em 23 de maio, aprovou a criação do Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade (PROTRINDADE), com o propósito de gerenciar o desenvolvimento de pesquisas científicas em Trindade, Arquipélago de Martin Vaz e área marítima adjacente, possibilitando, dessa forma, a obtenção, a sistematização e a divulgação de conhecimentos científicos sobre a região. A Coordenação do programa coube, inicialmente, ao EMA. Com o passar do tempo, ficou evidente a demanda de se expandir ainda mais o apoio às pesquisas. Para tal, em 2009, vislumbrou-se a necessidade de construir uma Estação Científica na Ilha (ECIT), que foi concluída em dezembro de 2010. Nesta época, a Coordenação do PROTRINDADE foi transferida do EMA para a Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), sendo inserida no âmbito da Subcomissão para o Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM), semelhante ao Programa de Pesquisas Científicas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (PRO-ARQUIPÉLAGO), já em curso há mais



tempo. O PROTRINDADE está estruturado com um Comitê Executivo, coordenado pela SECIRM, e dois subcomitês, um Científico, coordenado pelo CNPq, e outro logístico, coordenado pelo Comando do Primeiro Distrito Naval (Com 1º DN). Cabe ao CNPq a avaliação do mérito científico e seleção dos projetos de pesquisas a serem desenvolvidos, o que é feito por meio de editais públicos e após avaliação prévia da capacidade logística de atender as demandas. O Comitê Executivo, por sua vez, é formado por representantes dos seguintes órgãos: Ministério da Defesa - MD; Ministério da Educação - MEC; Ministério das Minas e Energia - MME; Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária (Secretaria da Pesca) - MAPA; Ministério da Ciência, Tecnologia Inovação e Comunicações - MCTIC; Ministério do Meio Ambiente - MMA; Marinha do Brasil (Estado-Maior da Armada - EMA, Comando do 1º Distrito Naval - Com 1º DN e Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq; e Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - SECIRM.

Após a construção da ECIT, concluída em dezembro de 2010, as expedições científicas à Trindade tornaram-se regulares. Mais de 60 expedições foram realizadas, cerca de 700 pesquisadores passaram pela Ilha, desde graduandos até pós-doutorandos, vinculados a projetos relacionados a diversas áreas do conhecimento como Oceanografia, Biologia, Botânica, Geologia e Zoologia, dentre outras. Essa diversidade se repete em relação às Instituições de Pesquisa participantes do Programa, dentre elas: FURG, UFRGS, UFSC, UFPR, UNESPAR, UFES, UNB, UERJ, UFRJ, UFBA, UNIVALI, USP, UNESP, UFRN, UFRPE, DHN, Instituto de Pesquisa Jardim Botânico e o Observatório Nacional. A pesquisa proporciona o conhecimento e orienta a conservação desse valioso patrimônio ambiental, com seu ecossistema peculiar e suas espécies endêmicas. No caso particular da Ilha da Trindade, o caminho da ciência tem sido uma das prioridades da atuação conjunta da Marinha e das instituições de pesquisa, os quais pesquisadores e marinheiros, com dedicação e entusiasmo, mantêm a nossa bandeira hasteada, tremulando na distante fronteira Leste, onde o sol ilumina primeiro o Brasil.



BIBLIOGRAFIA

Almeida, F.F.M. (2002) - Ilha de Trindade - Registro de vulcanismo cenozóico no Atlântico Sul. In: C. Schobbenhaus, D.A. Campos, E. T. Queiroz, M. Winge M.L.C. Berbert-Born (Eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1ª ed., pp. 369-377, Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, Brasília, DF, Brasil.

Lobo, B. (1918) - A ILHA DA TRINDADE - Conferência feita na Bibliotheca Nacional.

Alves, R.J.V. 1998. Ilha da Trindade e Arquipélago Martin Vaz - um ensaio geobotânico. Disponível online gratuitamente em: <https://www.mar.mil.br/secirm/documentos/trindade/producao/ensaio-geobotanico.pdf>

Alves, R.J.V., Silva, N.G.S. 2016. De Historia Naturali Insulae Trinitatis MDCC - MMX. Três Séculos de História Natural na Ilha da Trindade com Comentários Sobre Sua Conservação. Smashwords. Disponível online gratuitamente em: <https://www.smashwords.com/books/view/683377entusiasmo>, mantêm a nossa bandeira hasteada, tremulando na distante fronteira Leste, onde o sol ilumina primeiro o Brasil.



CARACTERÍSTICAS
LOCAIS E REGIONAIS

CLIMATOLOGIA DA ILHA DA TRINDADE

“Climate is what we expect,
weather is what we get”

Mark Twain.

A climatologia de uma região é a descrição do comportamento médio das condições meteorológicas observadas durante um período de tempo, que segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM) deve ser de aproximadamente trinta anos. Fatores como localização geográfica, altitude, relevo, cobertura do solo e proximidade do mar exercem papel importante na caracterização climática de uma região.

O tipo de clima predominante na Ilha da Trindade é o denominado Oceânico Tropical (Mohr *et al.*, 2009). Este tipo de clima é caracterizado por temperaturas elevadas e alto teor de umidade, resultante da intensa evaporação oceânica que ocorre na porção sob o domínio do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), um sistema



Autores:
Primeiro-Tenente (T) Diego Pedroso¹
Primeiro-Tenente (T) Jéssica de Souza Panisset¹
Primeiro-Tenente (RM2-T) Livia Bastos Belard Abdo¹
¹ Centro de Hidrografia da Marinha



Figura 1: Lançamento da radiossondagem na EMIT.

semipermanente de alta pressão cujo centro se localiza em média nas coordenadas de 30°S e 025°W (Cavalcanti *et al.*, 2009). As alterações das condições de tempo que ocorrem no dia a dia e alteram as médias climáticas na região da Ilha da Trindade se devem à atuação de sistemas meteorológicos dinâmicos e transientes como ciclones extratropicais, ciclones subtropicais, frentes frias, linhas de instabilidade, entre outros.

A classificação climática de Trindade foi construída basicamente a partir de observações realizadas pela Estação Meteorológica da Ilha da Trindade (EMIT) de superfície e de ar superior, operadas pela Marinha do Brasil desde o Ano Geofísico Internacional (1957). Tais observações são importantes tanto para os estudos de clima como para as previsões de tempo dedicadas à Salvaguarda da Vida Humana no Mar.

A manutenção de instrumentos de coleta de dados meteorológicos instalados nas regiões oceânicas é uma tarefa complexa que precisa ser realizada de forma contínua. Os militares que guarnecem a EMIT fazem a coleta diária de dados atmosféricos na ilha. A operação da radiossondagem compreende o lançamento de uma sonda acoplada a um balão meteorológico, que coletam dados meteorológicos nos diversos níveis da atmosfera (Figura 1). Os dados

coletados alimentam o Sistema Global de Telecomunicações da OMM, sendo utilizados como condição inicial para modelos de previsão numérica do tempo dos principais centros mundiais de previsão.

A análise dos dados coletados na Ilha da Trindade, que se encontram armazenados no Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), operado pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), Organização Militar subordinada à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), demonstra que a temperatura média anual de Trindade é de 25,3°C, sendo os meses de fevereiro e março os mais quentes do ano (27,7 °C) e o mês de agosto o mais frio (22,9°C).

Quanto à precipitação, verifica-se que quase todos os dias, principalmente no verão, ocorrem rápidas pancadas de chuva que recebem a denominação local de “Pirajá”, que em tupi-guarani significa: lugar alagadiço, braço do rio ou mar. A alta frequência de chuvas e a ocorrência do “Pirajá” se devem, principalmente, à altitude da ilha. Seu ponto mais alto está a cerca de 600 metros acima do nível do mar, fazendo com que o ar úmido oriundo do oceano seja forçado a subir, dando origem a nuvens carregadas que precipitam nos arredores da ilha.

Uma das características de climas tropicais úmidos é a distribuição regular de chuva ao longo do ano. O mês

de novembro é o mês mais chuvoso em Trindade, acumulando em média um total de 215 mm, seguido do mês de outubro, com cerca de 186 mm. Os meses mais secos são janeiro e fevereiro, com

acumulado médio em torno de 64 mm. Para ilustrar as variações sazonais, a figura abaixo mostra a distribuição das médias de temperatura e de precipitação, utilizando dados oriundos do

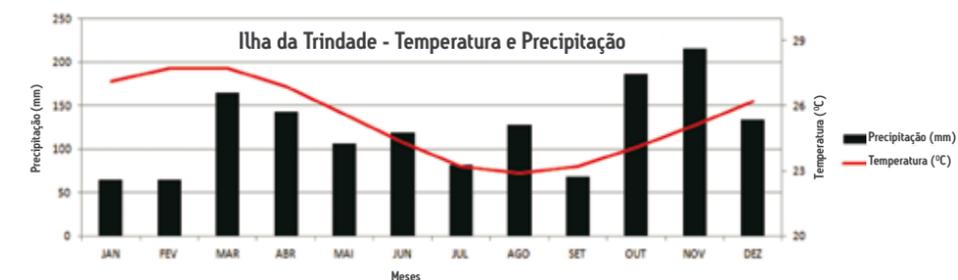


Figura 2: Temperatura média (°C) e precipitação (mm) para cada mês na Ilha da Trindade. Fonte: BNDO-DHN/CHM.



BNDO, entre os anos de 1962 e 2010.

Com relação aos ventos, a direção predominante é de leste/nordeste (E/NE) com intensidade entre 6 e 10 nós. Este comportamento é influenciado pela circulação atmosférica promovida

pelo ASAS. Ventos do quadrante sul/sudeste (S/SE) também são observados devido à passagem de frentes frias oriundas de latitudes mais altas, principalmente no inverno. Em média, são observadas entre uma e duas frentes

frias por mês atingindo a área da ilha. Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as frequências de ocorrência de intensidade e direção do vento, em diferentes intervalos. Os dados foram computados entre 1958 e 2010.

Frequência (%)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CALM	4	6	7	7	6	5	4	3	4	4	4	4
01 A 05 NÓS	31	30	30	28	25	23	20	23	23	26	25	27
06 A 10 NÓS	53	51	48	25	44	44	46	45	45	50	51	52
11 A 15 NÓS	8	9	10	13	15	17	17	17	16	13	13	11
16 A 20 NÓS	1	1	2	4	7	8	9	8	8	5	4	2
ACIMA 21 NÓS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabela 1: Frequência (% de ocorrência) de intensidade do vento para cada mês na Ilha da Trindade. No cômputo total não foi considerada a situação indeterminada. Fonte: BNDO-DHN/CHM.

Frequência (%)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CALM	4	6	7	7	6	5	4	3	4	4	4	4
↓ (N)	16	10	13	12	10	9	7	7	10	16	21	22
↙ (NE)	25	19	19	16	13	13	12	13	15	20	23	26
← (E)	33	38	32	27	25	29	32	33	28	27	23	24
↘ (SE)	10	16	14	18	23	25	3	28	25	15	10	7
↑ (S)	1	2	2	7	8	7	7	6	6	4	4	2
↗ (SW)	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
→ (W)	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
↖ (NW)	6	5	7	7	8	5	4	4	6	9	9	10

Tabela 2: Frequência (% de ocorrência) de direção do vento para cada mês na Ilha da Trindade. No cômputo total não foi considerada a situação indeterminada. Fonte: BNDO-DHN/CHM.



A agitação marítima nas proximidades de Trindade pode ser ocasionada por vagas, que são ondas originadas por ventos locais, e por marulhos, os quais se

formam a partir de sistemas atmosféricos associados a ventos constantes (em direção e intensidade) que se propagam a longas distâncias. A altura média das on-

das varia entre 1,0 e 2,0 metros. Na Tabela 3 são apresentadas as frequências dos intervalos de altura de onda na ilha no período entre 1989 e 2010.

Frequência (%)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CALM	3	11	10	10	8	7	9	7	10	6	6	5
ATÉ 0,5 METRO	43	43	38	32	31	29	31	32	35	40	44	43
1,0 A 1,5 METRO	52	52	49	54	54	58	56	55	50	50	47	19
2,0 A 2,5 METROS	0	0	1	2	5	4	2	4	3	2	1	1
ACIMA DE 3,0 METROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3: Frequência (% de ocorrência) de altura de onda para cada mês na Ilha da Trindade. No cômputo total não foi considerada a situação indeterminada. Fonte: BNDO-DHN/CHM.

Assim, com um vasto histórico contando com mais de 50 anos de dados, pode-se ter a descrição das características climatológicas de Trindade. Além disso, os dados meteorológicos coletados na ilha contribuem diariamente para a meteorologia operacional.



BIBLIOGRAFIA

BANCO NACIONAL DE DADOS OCEANOGRÁFICOS (BNDO) – DHN/CHM.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque *et al.* (Org.). *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MOHR, Leonardo Vianna *et al.* *Ilhas Oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo* – volume II – Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2009.



ASPECTOS DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA E SUA VARIABILIDADE NO ENTORNO DA CADEIA SUBMARINA VITÓRIA-TRINDADE

O estudo da circulação oceânica, de meso e grandes escalas temporais e espaciais, é essencial para a compreensão da variabilidade climática do planeta, pois o oceano é o mais importante reservatório de energia térmica do sistema climático terrestre. Além de armazenar, os oceanos redistribuem energia em forma de calor ao longo da superfície do globo. Esta redistribuição é realizada, principalmente, pela circulação de grandes volumes de água das regiões equatoriais e tropicais em direção aos pólos. A movimentação dessas águas resulta, também, no transporte de sal, nutrientes e gases dissolvidos dentre outras propriedades, influenciando ecossistemas e contribuindo fortemente para os padrões climáticos do planeta.



Autores:

Maurício M. Mata¹, Mauro Cirano² e Mathias van Caspel³

¹ Universidade Federal do Rio Grande-FURG

² Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ

³ Universidade Federal do Rio Grande-FURG / Alfred-Wegener-Institut-AWI

Analisando as características físico-químicas dos oceanos é possível determinar as características das massas de água. Estas massas de água, por sua vez, são grandes volumes de água com propriedades particulares, sendo em grande parte definidas nas suas zonas de formação, isto é, quando em contato com a atmosfera. Os oceanógrafos, através da amostragem dessas propriedades realizadas em diferentes regiões oceânicas, podem inferir sobre os aspectos gerais da circulação de grandes escalas espaciais e temporais.

Outro aspecto importante da circulação oceânica são as feições de meso escala temporal e espacial (*i.e.*, com escalas temporais de alguns dias a alguns meses e escalas espaciais de poucos até centenas de quilômetros). Dentre estes fenômenos, amplamente presentes em todas as bacias oceânicas, temos, por exemplo, os vórtices oceânicos (*i.e.* redemoinhos com dimensões de dezenas a centenas de quilômetros). Como o movimento dos oceanos funciona de maneira contínua, estes vórtices podem sofrer e/ou causar variações no padrão de circulação local, regional e, ao longo de grandes intervalos de tempo, até na circulação global. Adicionalmente, o conhecimento da circulação regional pode ser utilizado para melhorar a capacidade de previsão do tempo e a segurança de atividades desenvolvidas

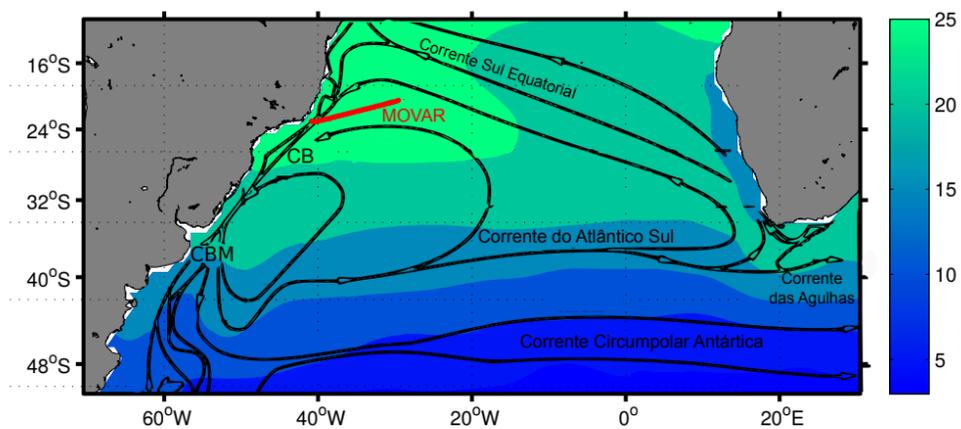


Figura 1. Giro Subtropical do Atlântico Sul. CB - Corrente do Brasil; CBM - Confluência Brasil-Malvinas; a linha vermelha indica a posição do transect de repetição do projeto MOVAR (Linha AX97), onde realiza-se amostragens da temperatura da camada superior do oceano a partir de batitermógrafos descartáveis (XBT).

no mar, como a pesca, navegação e a exploração de recursos minerais.

Aspectos gerais da circulação oceânica de meso e grande escalas, ao largo da costa brasileira, são razoavelmente conhecidos. Entretanto, diversas regiões ainda apresentam carência de informações sobre a variabilidade temporal e espacial. Dentre estas, se encontra a região da Cadeia Submarina Vitória-Trindade (CSVT). A CSVT afeta o escoamento da Corrente do Brasil, importante corrente oceânica que viaja sobre grande parte da costa brasileira, e diversos autores especulam sobre sua relação com feições de meso escala que ocorrem nessa área (para exemplos ver as referências

1-3). Além da motivação científica, a região apresenta importância política e econômica singular porque se encontra nas imediações da Bacia de Campos e do Espírito Santo, as áreas de maior produtividade petrolífera do país.

OCEANOGRAFIA REGIONAL

A circulação ao largo da costa do Brasil pode ser dividida no escoamento de cinco massas de água ao longo da coluna d'água desde a superfície: a Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) e Água de Fundo Antártica (AFA). A circulação



de grande escala da AT, ACAS e AIA no oceano Atlântico Sul (AS) ocorre na forma de um grande giro no sentido anti-horário (Figura 1).

A AT ocupa a porção superficial do Atlântico Sul e tem como principal região de formação a porção noroeste deste oceano. Ela é uma massa de água quente e salina apresentando temperatura superior à 20 °C e salinidade maior que 36 ao largo do Sudeste Brasileiro. A partir da latitude de bifurcação da Corrente Sul Equatorial (CSE), uma parte desta massa

de água é transportada para norte, ao longo do continente Sul-Americano, formando a Corrente Norte do Brasil, e o restante origina a Corrente do Brasil (CB). Diversos autores corroboram que a bifurcação da CSE ocorre entre a superfície e 100 m de profundidade, na área compreendida entre as latitudes de 10° e 20° S, próximo à costa brasileira. À medida que se desloca para o sul, a CB se torna mais intensa e definida, pois passa a receber o aporte da ACAS para o seu escoamento.

A ACAS apresenta uma relação quase-linear entre temperatura (entre de 5 a 20 °C) e salinidade (34,3 a 36) e é formada na região da Convergência Sub-Tropical (aproximadamente entre 38° e 40° S). Nas imediações da costa do Brasil uma parcela desta massa d'água flui para o norte abaixo da CB originando a Subcorrente Norte do Brasil. Segundo Stramma & Schott⁴, a maior contribuição de ACAS para CB ocorre por volta de 20° S, o que é corroborado por vários estudos mais recentes. Para regiões tropicais e subtropicais, a transição entre

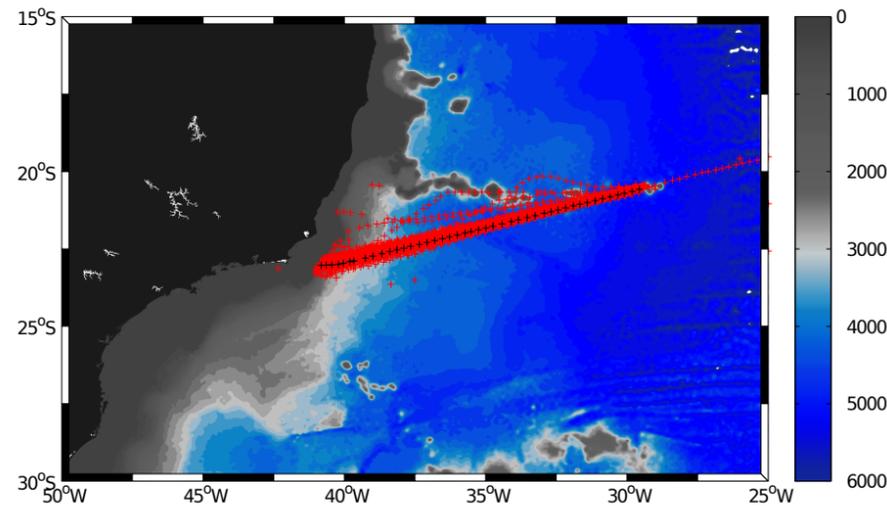


Figura 2. Os marcadores em vermelho indicam os lançamentos de XBT no âmbito do Projeto MOVAR (Linha AX97). Até o presente, já foram realizadas 62 repetições deste transect com sucesso. Maiores informações em: www.aoml.noaa.gov/phod/hdenxbr/ax_home.php?ax=97

a ACAS e a massa d'água subjacente, a AIA, se dá em torno dos 500-700 m de profundidade, que compõe o extrato intermediário, separando a circulação superficial, dirigida pelo vento, e a profunda, controlada por gradientes termohalinos. A AIA é originária da Convergência SubAntártica (aproximadamente 50° S) e tem uma salinidade marcadamente baixa (33,7 a 34,2) por ser formada em uma região de altos índices de pluviosidade. Nas camadas mais profundas, a APAN flui para sul ocupando profundidades entre 1200 e 3900 m nas proximidades do Equador e entre 1700 e 3000 m na

região da Confluência Brasil-Malvinas (em torno de 38° S). Nas regiões próximas ao fundo oceânico ocorre o fluxo da AFA para o norte, ocupando as bacias e canais mais profundos do Atlântico Sul.

Ao longo do seu escoamento, por volta de 20,5° S, a CB encontra a CSVT (Figura 2), a qual atua como uma barreira para a circulação oceânica. A cadeia apresenta orientação predominante leste-oeste e se estende da quebra da plataforma continental até 28,5° W, atingindo a superfície em dois pontos: Ilha da Trindade (20,5° S; 29,3° W) e Ilha de Martin

Vaz (20,5° S; 28,8° W). Para vencer esse obstáculo, a CB utiliza dois canais profundos presentes na porção oeste da CSVT, sendo que o maior transporte de água ocorre pelo canal mais próximo a costa.

Silveira *et al.*¹, analisando dados hidrográficos regionais, observaram dois cenários distintos ao sul da cadeia. No primeiro, em setembro de 2004, a CB se reorganiza como uma corrente de contorno ao largo do talude logo depois da CSVT. No segundo cenário, em março de 2005, a corrente apresentou um padrão meandrante ao passar pela cadeia, sendo verificada a presença do Vórtice de Vitória (VV). Neste último caso, o estado de maior equilíbrio da corrente de contorno ocorreu mais ao sul.

O Vórtice de Vitória foi descrito pela primeira vez por Schmid *et al.*². Os autores analisaram dados de hidrografia, bóias de deriva e imagens de satélite de fevereiro/março de 1991 e descreveram um vórtice ciclônico (no sentido horário) que esboçou uma estrutura com raio de 50 km e que atinge profundidades de até 700 m. Recentemente, resultados de modelagem computacional sugerem que este vórtice ocorre duas vezes ao ano.

Ao sul da CSVT, na latitude de Cabo Frio (23° S), a orientação da

costa sofre uma brusca modificação passando de norte-sul para leste-oeste. Essa mudança de orientação da linha de costa, associada a ventos predominantes de nordeste que ocorrem na primavera e no verão, geram uma forte ressurgência sobre a plataforma continental. Mais recentemente, foi demonstrado por alguns autores que a esta mudança de orientação da costa, associado a aspectos dinâmicos da CB, define uma região de alta atividade de meso escala (*i.e.* formação de vórtices) ao largo do Cabo de São Tomé (RJ).

À medida que acompanha o talude, a CB desenvolve maior volume transportado e se torna mais profunda⁵. Abaixo da CB, ou da Subcorrente Norte do Brasil, quando esta está presente, ocorre o escoamento da AIA. Apesar da AT, da ACAS e da AIA escoarem na mesma direção na porção sul da costa brasileira, a maioria dos estudos não consideram o fluxo da AIA como parte

da CB, assumindo somente o escoamento requerido para fechar dinamicamente o giro do Atlântico Sul (*e.g.* Silveira *et al.*⁵).

VARIABILIDADE REGIONAL DA CIRCULAÇÃO: QUESTÕES RECENTES

Pela relativa dificuldade em realizar observações sobre os fenômenos envolvidos, o entendimento da variabilidade oceânica, e das forçantes envolvidas neste fenômeno, continua um desafio. Isto é particularmente verdade no entorno de zonas de grandes gradientes batimétricos, como a CSVT. Neste sentido, o projeto MOVAR (*MONitoramento da VARIabilidade Regional do transporte de calor e volume na camada superficial do oceano Atlântico Sul entre o Rio de Janeiro (RJ) e a Ilha Trindade*), desenvolvido no âmbito do PROTRINDADE, tem dedicado esforço de observação e pesquisa na região desde 2004, consolidando um importante banco de dados

de temperatura da camada superficial do oceano na região (Figura 2). Com estes resultados, está sendo possível aprender mais sobre a variabilidade da circulação oceânica regional como, por exemplo: (i) as relações da intensidade da CB ao sul da CSVT e as flutuações sazonais da posição do giro do Atlântico Sul; (ii) a frequência, intensidade e características dos vórtices que se desenvolvem ao largo do Cabo de São Tomé; e (iii) como está o desempenho de diversos modelos computacionais na reprodução das feições oceânicas regionais.

Apesar disso, os esforços para a observação dos oceanos na CSVT devem permanecer e, na realidade, serem incrementados. Diversos processos chave para o entendimento da oceanografia regional como, por exemplo, aspectos da interação da CB com a batimetria extremamente acidentada da CSVT, ainda permanecem pouco compreendidos.



BIBLIOGRAFIA

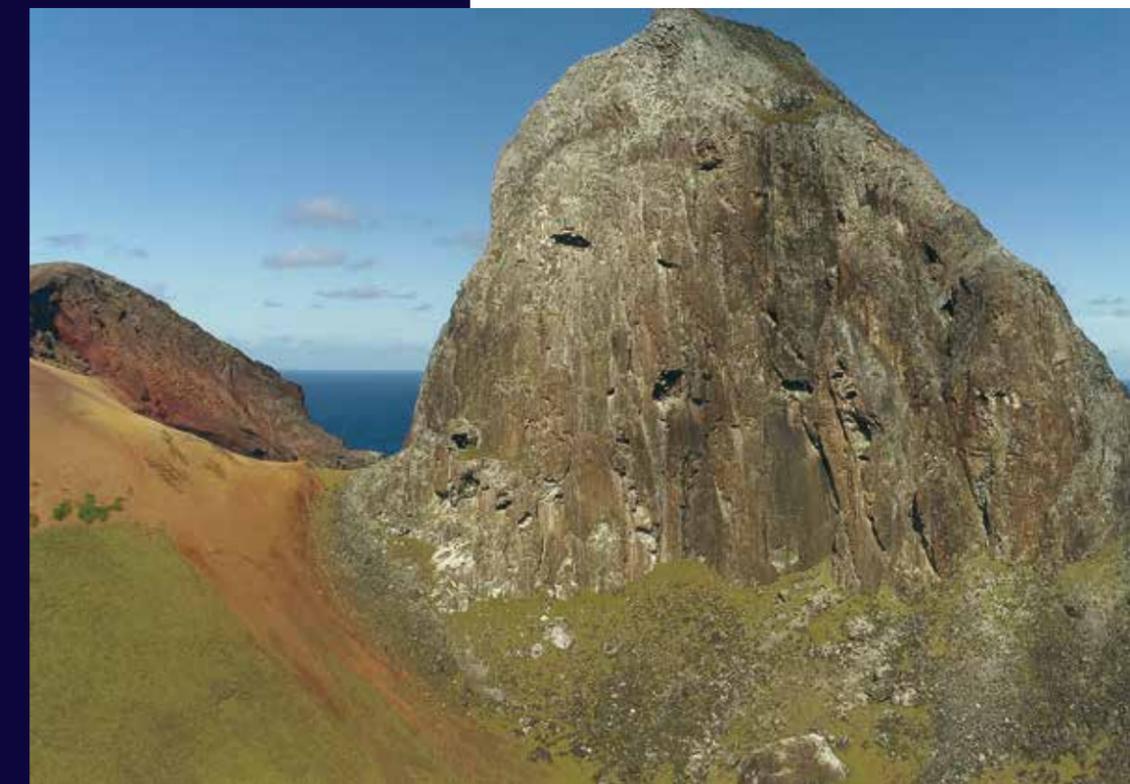
- 1 Silveira ICA., Oliveira ER, Mattos RA, Fernandes FPA e Lima JAM, 2006: Mesoscale Patterns of the Brazil Current between 20S and 25.5S. Ocean Sciences Meeting 2006, AGU/ASLO /IAPSO /TOS , Honolulu, OS45N-12.
- 2 Schmid C, Schafer H, Podestà G, Zenk W. 1995. The Vitoria eddy and its relation to the Brazil Current. *Journal of Physical Oceanography* 25 2532-2546.
- 3 Campos EJD. 2006. Equatorward translation of the Vitoria Eddy in a numerical simulation. *Geophysical Research Letters* 33 L22607, 5 pp.
- 4 Stramma L, Schott F. 1999. The mean flow field of the tropical Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research, Part II* 46: 279-303.
- 5 Silveira ICA, Schmidt ACK, Campos EJD, Godoi SS, Ikeda Y. 2000. The Brazil Current off the Eastern Brazilian Coast. *Revista Brasileira de Oceanografia* 48(2) 171-183.



QUATERNÁRIO E PALEONÍVEIS MARINHOS NA ILHA DA TRINDADE ¹

A Ilha da Trindade corresponde à pequena porção emersa de um grande edifício vulcânico, com cerca de 50 km de diâmetro e 5.500 m de altura, que se eleva do assoalho oceânico². Este edifício é o mais novo de uma série que compõem a cadeia Vitória-Trindade e foi formado nos últimos quatro milhões de anos^{2,3}.

Para entender a evolução geomorfológica da ilha é necessário lembrar que nos últimos 2,58 milhões de anos, período geológico conhecido como Quaternário, o nível no mar variou mais de uma centena de metros devido aos sucessivos períodos glaciais e interglaciais a que a Terra foi submetida; estes, por sua vez, decorrem das variações nos parâmetros orbitais do planeta. Durante os períodos glaciais o gelo se



Autores:

Rodolfo Angulo, Maria Cristina de Souza, Eduardo Guimarães Barboza, Maria Luiza Correa da Camara Rosa, Luiz Alberto Fernandes, Carlos Conforti Ferreira Guedes, Luiz Henrique Sielski de Oliveira, Rogério Porantiolo Manzolli, Sibelle Trevisan Disaró, Augusto Luiz Ferreira Junior, Caroline Maria Martin, Fernanda Avelar Santos e Mauricio Henrique Garcia.

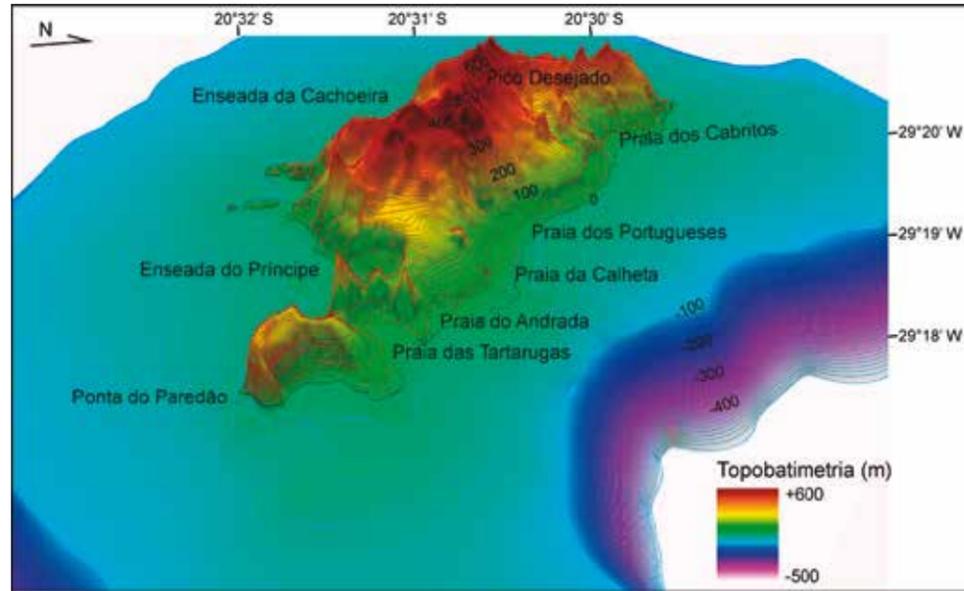


Figura 1: Topografia e batimetria da Ilha da Trindade.

acumulava sobre os continentes na forma de calotas com vários quilômetros de espessura e, em consequência disso, o nível do mar descia. Durante os períodos quentes – interglaciais – as calotas derretiam-se e a água retornava ao mar elevando seu nível. Hoje vivemos num período interglacial, com o mar extremamente alto; apenas durante 4% dos últimos 2,58 milhões de anos o mar esteve tão, ou mais alto que o atual. Assim, em geral, as ilhas oceânicas foram mais extensas na maior parte do tempo. Além disso, elas também estão submetidas a processos erosivos que reduzem ainda mais o seu tamanho. O intemperismo altera as rochas e as deixam mais suscetíveis à erosão pela

ação da gravidade e das águas superficiais e, na costa, pela ação das ondas.

A ilha é circundada por uma plataforma, elaborada pelas ondas, principalmente quando o nível do mar tinha posições inferiores ao atual (Figura 1). A plataforma tem de 1 a 3 km de largura, 50 km² de área, declividade de 1°30' a 7°, com quebra abrupta para 18° a 30°, a 100 m de profundidade; a partir desta profundidade a inclinação do fundo corresponde às encostas do vulcão submerso.

Atualmente, a ilha tem forma alongada com orientação noroeste-sudeste, 7,2 km de comprimento, 2,9 km de largura e área de 13 km². Tem relevo montanhoso, com picos que superam

os 500 m de altitude e culminam com o Monte Desejado, com 640 m (Figura 1). O perfil transversal do relevo da ilha é assimétrico, com a face sudoeste mais íngreme que a nordeste, o que pode ser atribuído a maior eficiência da erosão das ondas provenientes de sul e sudoeste. A erosão mais acentuada na face sudoeste da ilha propiciou o afloramento das rochas mais antigas do edifício vulcânico.

Os processos erosivos eliminaram a forma original dos vulcões na maior parte da ilha e atualmente afloram as rochas do interior do edifício vulcânico, como as que preencheram as chaminés ou as fendas (Figuras 2 e 3) e em alguns casos geraram formas curiosas



Figura 2: Relevo característico da maior parte da ilha, com predomínio de formas resultantes da erosão; destacam-se as antigas chaminés vulcânicas atualmente transformadas em morros íngremes, tais como o Monumento, com 270 m. Também se observam os depósitos de talude (a).



Figura 3: Relevo íngreme do Pão de Açúcar, com 290 m de altitude, localizado no sul da ilha e sustentado por rochas de antiga chaminé vulcânica. Também se observam as falésias do Pão de Açúcar (a) e do Vulcão do Paredão (b), os depósitos de talude (c) e de leques aluviais (d) e a Praia do Príncipe (e).

tais como as da Praia do Eme e da Ilha da Rachada (Figuras 4 e 5). O Vulcão do Paredão situado no extremo sudeste da ilha tem algumas de suas formas originais preservadas, como parte da cratera, das encostas do cone e das superfícies de deposição dos materiais piroclásticos⁵ (Figuras 6 e 7).

Na maior parte da ilha, no sopé das encostas rochosas, ocorrem depósitos sedimentares de talude e de leques aluviais (Figuras 2, 3, 8, 9, 10 e 11). Em alguns casos, estes depósitos foram encobertos por materiais vulcânicos tais como lavas e piroclastos, o que contribuiu para a preservação da forma original dos leques (Figuras 8 e 9). Em diversos locais, tal como o Valado, Praia dos Portugueses, Praia do Andrada e Praia dos Cabritos, a parte terminal dos leques foi posteriormente erodida pelas ondas, formando falésias, que atualmente já não se encontram mais ao alcance das ondas, constituindo, assim, paleofalésias (Figuras 8, 9 e 10). Em outros locais, tal como na Praia Vermelha, os depósitos alcançam a costa e são retrabalhados pelas ondas. Tais depósitos constituem-se então a fonte dos sedimentos da praia (Figura 11).

A ilha por ser o remanescente emerso de um grande edifício vulcânico, esteve exposta às intempéries após a sua formação, durante milhões de anos. O calor e a água alteraram as



Figura 4: Forma da letra M que dá o nome à praia, originada por dois sistemas de diques com orientação diferente.

rochas e os minerais. A ação da gravidade e das águas correntes superficiais carregaram os materiais para o mar, onde foram removidos pelas ondas e correntes. Assim, as formas vulcânicas originais foram destruídas e o tamanho da ilha reduzido.

Antes da formação do Vulcão do Paredão, que ocorreu a menos de 440 mil anos³, o extremo sul da ilha era constituído por uma enseada rodeada de altas falésias rochosas esculpidas pelas ondas nos morros das Tartarugas, Nossa Senhora de Lourdes, do Vigia e Pão de Açúcar (Figuras 12, 13 e 14). Com o surgimento do cone vulcânico, a enseada se transformou numa baía e ficou mais protegida da ação das ondas. Posteriormente, há pelo menos 3.600 anos, estabeleceu-se um recife de algas calcárias, que foi crescendo e



Figura 5: Ilha da Rachada, cuja fenda característica foi originada pela erosão diferencial de um dique, menos resistente que a rocha encaixante⁴.

preenchendo a baía e foi sendo encoberto por areias de praia (Figuras 15 e 16). Atualmente, estas areias são sopradas pelo vento contra as antigas falésias, formando dunas cavalgantes (Figura 13). Na superfície soprada pelo vento, denominada superfície de deflação, se concentram os materiais que o vento não consegue carregar, formando um depósito residual constituído por fragmentos de rochas, conchas de moluscos e rizocrecções⁷ (Figuras 13, 17, Quadro 1 e Pranchas I, II, III e IV).

As praias da ilha são formadas por areia e cascalho. Também ocorrem depósitos de antigas praias com composição semelhante à das atuais e às vezes cimentados por carbonato de cálcio, constituindo arenitos e conglomerados, tais como os que se observam nas praias do Valado e das Tartarugas (Figuras 18 e 19 e Pranchas V e VI).

Na ilha há diversas evidências de antigos níveis marinhos mais elevados que o atual, como as antigas falésias, não mais alcançadas pelas ondas (Figuras 7, 8, 9, 10, 12, 13 e 17), os terraços de abrasão de ondas esculpidos em níveis superiores aos atuais (Figura 20), os recifes soterrados (Figura 15) e os testemunhos de recifes (Figuras 21 e 22 e Pranchas VII e VIII), que cresceram em níveis superiores aos atuais, além das locas de ouriço vazias em níveis superiores ao das atuais locas ocupadas pelos ouriços vivos (Figura 23). Com base nestas evidências foram reconstruídos paleoníveis marinhos na Ilha da Trindade, que se mostraram semelhantes aos que ocorreram na costa continental⁸ (Figura 24).

Os processos atuais da dinâmica superficial são diversos e geram riscos à infraestrutura e às pessoas. Na costa há riscos associados a ondas e correntes, principalmente as popularmente conhecidas *ondas camelo* (ver capítulo Praias). No interior da ilha, os riscos estão relacionados aos processos gravitacionais, como deslizamentos e queda de blocos e matacões (Figura 25), e à ação das águas superficiais, como ravinamento e transporte e deposição de sedimentos de diversos modos e de diferentes tamanhos, desde argilas até grandes matacões (Figuras 26 e 27).



Figura 6: Parte preservada da cratera do cone vulcânico do Vulcão do Paredão.



Figura 7: Forma de vertentes originadas pela deposição de material piroclástico do Vulcão do Paredão. Também se observa a antiga falésia (a) esculpida pelas ondas, antes do preenchimento da baía das Tartarugas por recifes de algas calcárias e sedimentos de praias.

Figura 8: Leques aluviais na Praia dos Portugueses, cuja superfície foi protegida da erosão por material vulcânico (a), e cuja parte distal foi posteriormente erodida pelas ondas formando falésias (b).



Figura 9: Leques aluviais na Praia dos Cabritos cuja superfície foi protegida da erosão por material vulcânico (a), e cuja parte distal foi posteriormente erodida pelas ondas formando falésias (b).



Figura 10: Leques aluviais na Praia do Andrada, com pelo menos duas idades distintas. Parte dos leques mais antigos (a) foi erodida pelas ondas, quando o nível do mar era mais elevado que o atual, o que resultou na formação de falésias (b). Posteriormente, uma nova geração de leques se formou na frente destas falésias (c). Atualmente, os leques estão sendo dissecados pelas águas do escoamento superficial, que formam ravinas (d). Os sedimentos são transportados pelas águas e depositados sobre a praia (e). Parte da praia e as camas de tartaruga⁶(f).



Figura 11: Depósitos de talude na Praia Vermelha são retrabalhados pelas ondas e se constituem a fonte dos sedimentos da praia.



Figura 12: Antigas falésias esculpidas no Pão de Açúcar (a), no Pico do Vigia (b), no Pico Nossa Senhora de Lourdes (c) e no Morro das Tartarugas (d) que eram ativas antes da formação do Vulcão do Paredão (e), quando o extremo sudeste da ilha era constituído pelo Pão de Açúcar. No extremo leste da ilha existia uma enseada que foi transformada numa baía mais protegida da ação das ondas após a formação do Vulcão do Paredão, e que foi posteriormente preenchida por depósitos de talude (f), recifes de algas calcárias, sedimentos de praia (g) e dunas eólicas (h). Antiga falésia esculpida em depósitos de piroclastos do Vulcão do Paredão (i), as falésias atuais ativas (j) e a Praia das Tartarugas.

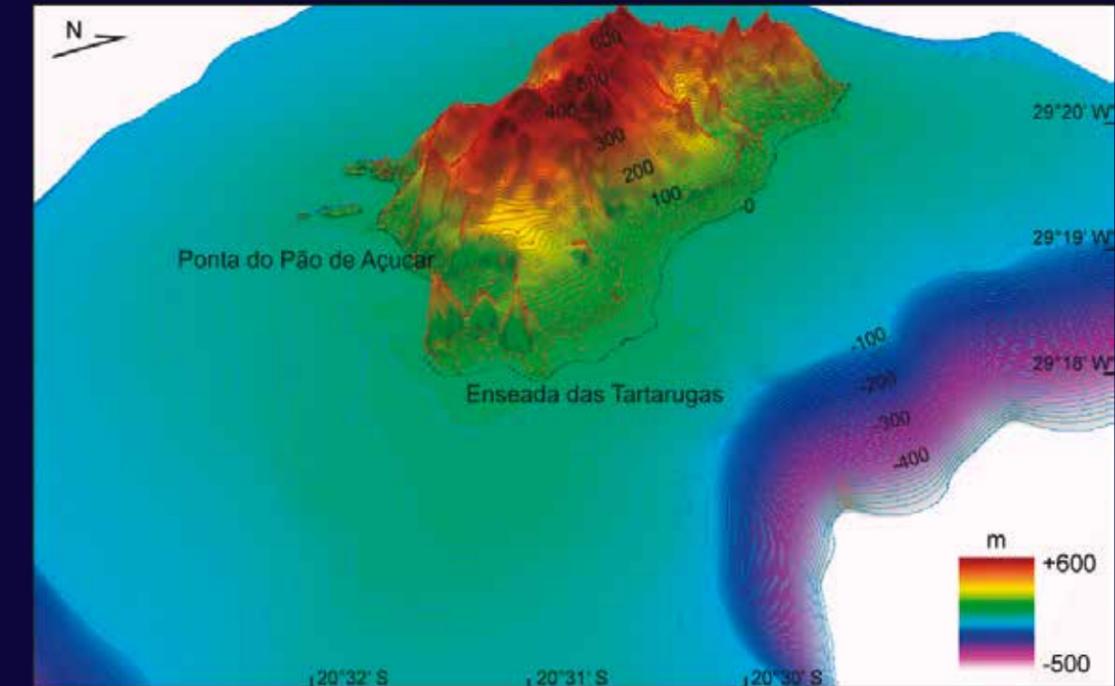


Figura 14: Reconstrução da configuração da ilha antes do surgimento do Vulcão do Paredão onde se observa a Enseada das Tartarugas rodeada de altas falésias.



Figura 13: Antigas falésias esculpidas no Pão de Açúcar (a), no Pico do Vigia (b), no Pico Nossa Senhora de Lourdes (c) e no Morro das Tartarugas (d); depósitos de talude (e), dunas eólicas cavalgantes (f) e superfície de deflação (g).

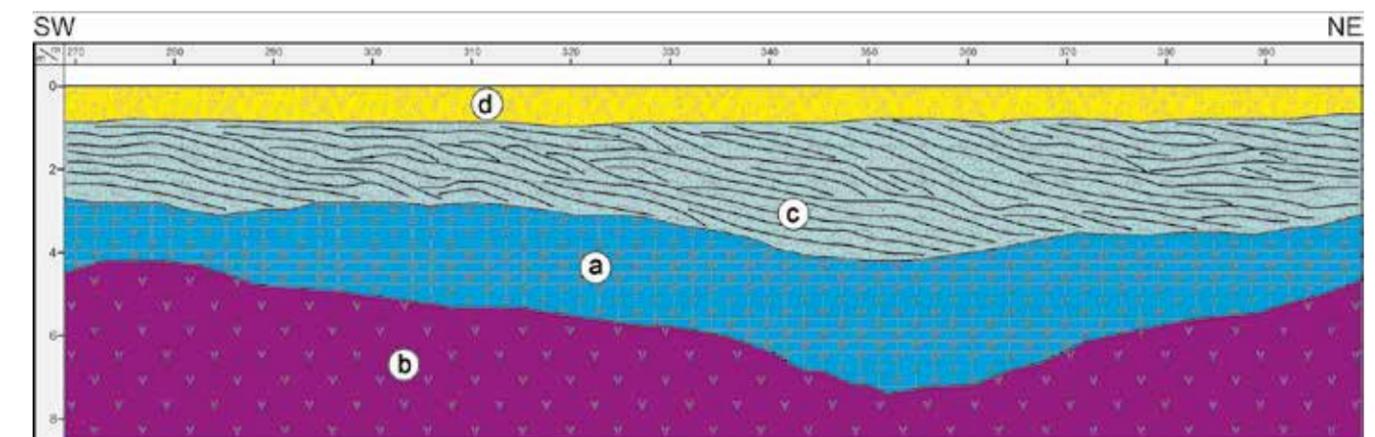


Figura 15: Interpretação do subsolo da Praia das Tartarugas, baseada em perfis de georadar e trincheiras, onde se observa o antigo recife de algas calcárias (a), sobre rochas vulcânicas (b), soterrado por areias praias (c) e eólicas (d).



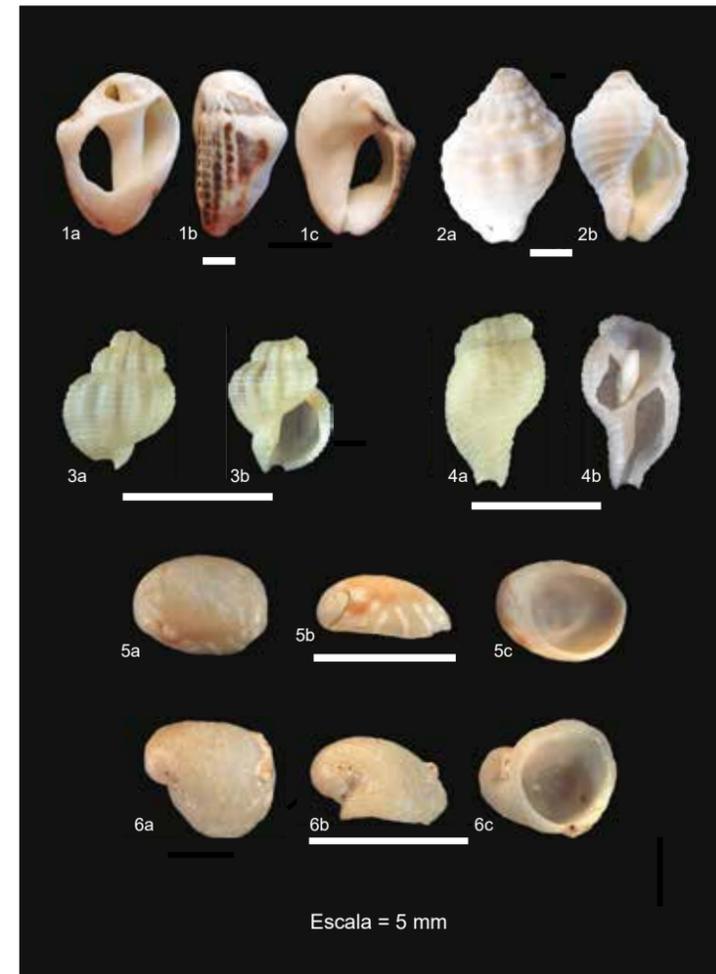
Figura 16: Areias com estratificação típica de depósitos praias (estratificação cruzada de baixo-ângulo com laminação plano-paralela sub-horizontal), na Praia das Tartarugas; também se observam as rizocrecções (r).



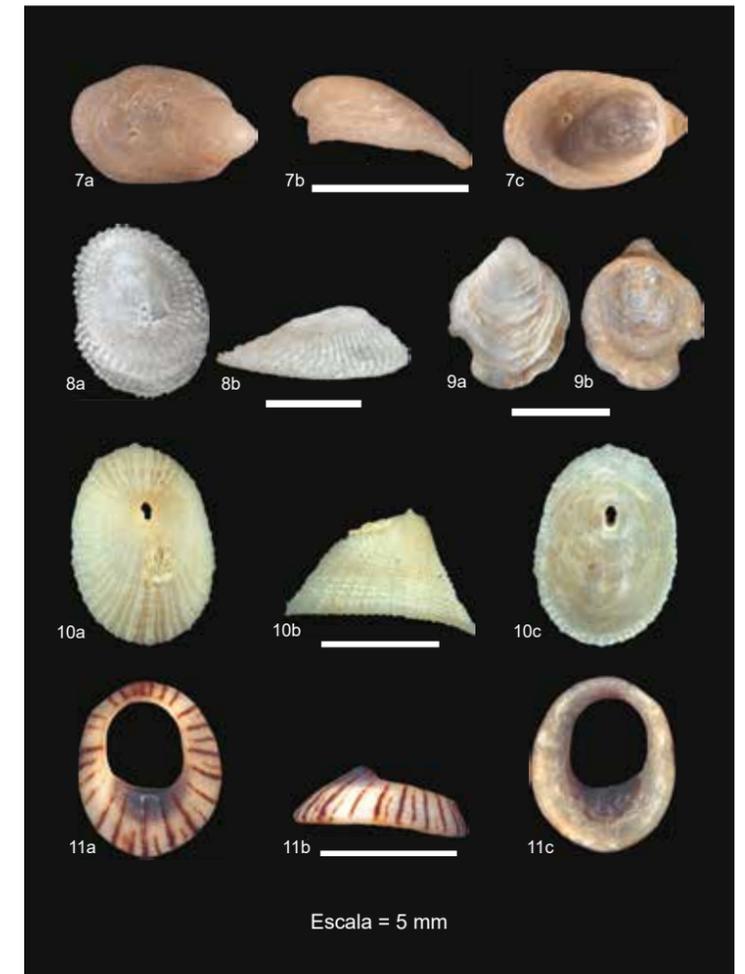
Figura 17: Superfície de deflação (a), na Praia das Tartarugas. Notar a concentração de material de maior tamanho na superfície e a vegetação esparsa. Também se observa antiga falésia (b).

MARINOS
<i>Vasula deltoidea</i> (Lamarck, 1822)
<i>Gemophos tinctus</i> (Conrad, 1846)
<i>Monostiolum atlanticum</i> (Coelho, Matthews e Cardoso, 1970)
<i>Nassarius</i> sp.
<i>Hipponix antiquatus</i> (Linnaeus, 1767)
<i>Hipponix grayanus</i> Menke, 1853
<i>Hipponix</i> aff. <i>benthophila</i> (Dal, 1889)
<i>Hipponix incurvus</i> (Gmelin, 1791)
<i>Synaptocochlea picta</i> (d'Orbigny, 1847)
<i>Lottia marcusii</i> (Righi, 1966)
<i>Diodora arcuata</i> (G. B. Sowerby II, 1862)
<i>Clathrolucina costata</i> (d'Orbigny, 1846)
<i>Parvilucina pectinella</i> (C. B. Adams, 1852)
<i>Mitrella</i> sp.
TERRESTRES
<i>Bulimulus brunoi</i> (Ihering, 1917)
<i>Naesiotus arnaldoi</i> (Lanzieri & Rezende, 1971)

Quadro 1: Lista de moluscos registrados na superfície de deflação na Praia das Tartarugas. Pranchas I, II e III: Conchas de moluscos registrados na superfície de deflação na Praia das Tartarugas.



Prancha I. Conchas de moluscos marinhos registrados na superfície de deflação na Praia das Tartarugas. Gastrópodes - 1a, 1b e 1c: *Vasula deltoidea* (Lamarck, 1822); 2a e 2b: *Gemophos tinctus* (Conrad, 1846); 3a e 3b: *Nassarius* sp.; 4a e 4b: *Monostiolum atlanticum* (Coelho, Matthews & Cardoso, 1970); 5a, 5b e 5c: *Synaptocochlea picta* (d'Orbigny, 1847); 6a 6b e 6c: *Hipponix incurvus* (Gmelin, 1791).



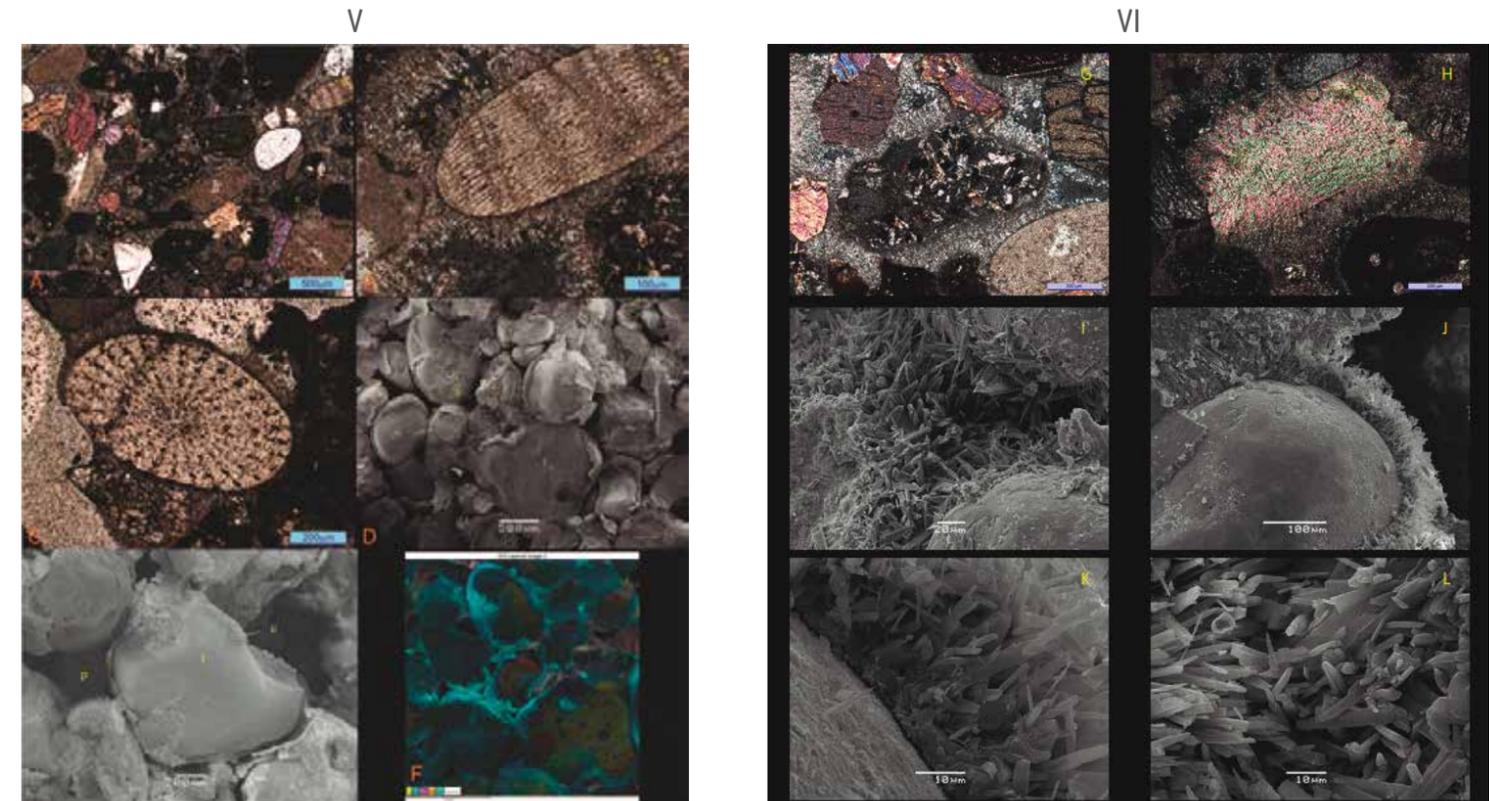
Prancha II. Conchas de moluscos marinhos registrados na superfície de deflação na Praia das Tartarugas. Gastrópodes - 7a, 7b e 7c: *Hipponix* cf. *benthophila* (Dal, 1889); 8a e 8b: *Hipponix grayanus* Menke, 1853; 9a e 9b: *Hipponix antiquatus* (Linnaeus, 1767); 10a, 10b e 10c: *Diodora arcuata* (Sowerby, 1862); 11a, 11b e 11c: *Lottia marcusii* (Righi, 1966).



Prancha III. Conchas de moluscos registrados na superfície de deflação na Praia das Tartarugas. Bivalves Marinhos - 12a e 12b, 13a e 13b: *Parvilucina pectinella* (C. B. Adams, 1852); 14a e 14b: *Clathrolucina costata* (d'Orbigny, 1846). Gastrópodes Terrestres - 15a, 15b e 15c: *Naesiotus arnaldoi* (Lanzieri & Rezende, 1971); 16a e 16b, 17a e 17b: *Bulimulus bruno*i (Ihering, 1917); 18a e 18b: *Bulimulinae* indet..



Prancha IV. Rizocrecções registradas na superfície de deflação na Praia das Tartarugas.



Pranchas V e VI: Características microscópicas de arenitos de praia (beachrocks).

Prancha V. (A) Litoarenito com material pouco transportado, composto principalmente por fragmentos de rochas ígneas (r), grãos de um único mineral (t), e alguns fragmentos de (a) algas vermelhas; com poros revestidos por cimento em agulhas de aragonita (c), formado no estágio inicial de transformação em rocha (diagênese), em contexto marinho. (B) Algas vermelhas (a) e fragmentos de rochas ígneas (r), com poros revestidos por cimento em agulhas de aragonita (c), de fase inicial de transformação em rocha, com baixa porosidade (p). (C) Equinóide (e), grãos minerais (t) e de fragmentos de rochas (r), com revestimento de paredes de poros em processos iniciais de transformação em rocha, por cimento de aragonita em agulhas (c). (D) e (E) Principais constituintes de arenitos de praia: grãos de fragmentos de rocha, de algas e carapaças, ou formados por um único mineral (t), com paredes dos poros (p) revestidas por cimento de aragonita em agulhas (c); a cimentação ocorre em etapas iniciais de transformação em rocha, em ambiente marinho raso. (F) Imagem da distribuição de elementos químicos, mostrando a diferença de composição entre grãos minerais e cimento de aragonita. Amostras da praia do Parcel, próximo do limite com a praia das Tartarugas. A, B e C foram obtidas com microscópio óptico; D, E e F são imagens de emissão de elétrons secundários, obtidas com microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Prancha VI. (G) Detalhe da composição dos grãos e do cimento aragonítico em agulhas (isópaco); notar grão de rocha ígnea no centro da imagem, e outros grãos constituídos por um só mineral. (H) Feição de recristalização de fragmento de alga vermelha, na etapa inicial de transformação em rocha (eodiagênese). (I e J) Grãos e poros revestidos por cimento aragonítico em agulhas. (K) detalhe da imagem J. (L) detalhe da forma cristalina do cimento de aragonita. Amostras da praia do Parcel (G, H, J, K e L) e da praia das Tartarugas (I). G e H são fotomicrografias obtidas com microscópio óptico; I, J, K e L são imagens de emissão de elétrons secundários, obtidas com microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Figura 18: (a) Arenito na Praia das Tartarugas com proeminente laminação plano-paralela e inclinação de 13°, característica de face praiçal. (b) Detalhe da laminação plano-paralela. (c) Detalhe do arenito com seixos compostos por rochas vulcânicas (d) e restos de recife de algas calcárias (e) que, datado do pelo método do rádio carbono, forneceu idade entre 700 e 550 anos, indicando a idade máxima possível do arenito.



Figura 19: Conglomerados correspondentes a antigas praias de seixos, na Praia dos Portugueses (a) e no Valado (b).

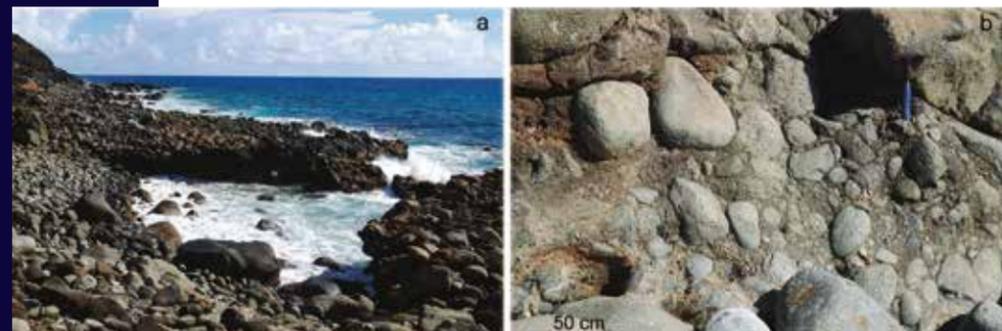


Figura 20: Terraço de abrasão de ondas (a) no Vulcão do Paredão, esculpido pelas ondas quando o nível do mar era mais elevado que o atual; ele ainda é varrido por ondas de maior energia que removem os materiais (b) desprendidos da falésia (c).

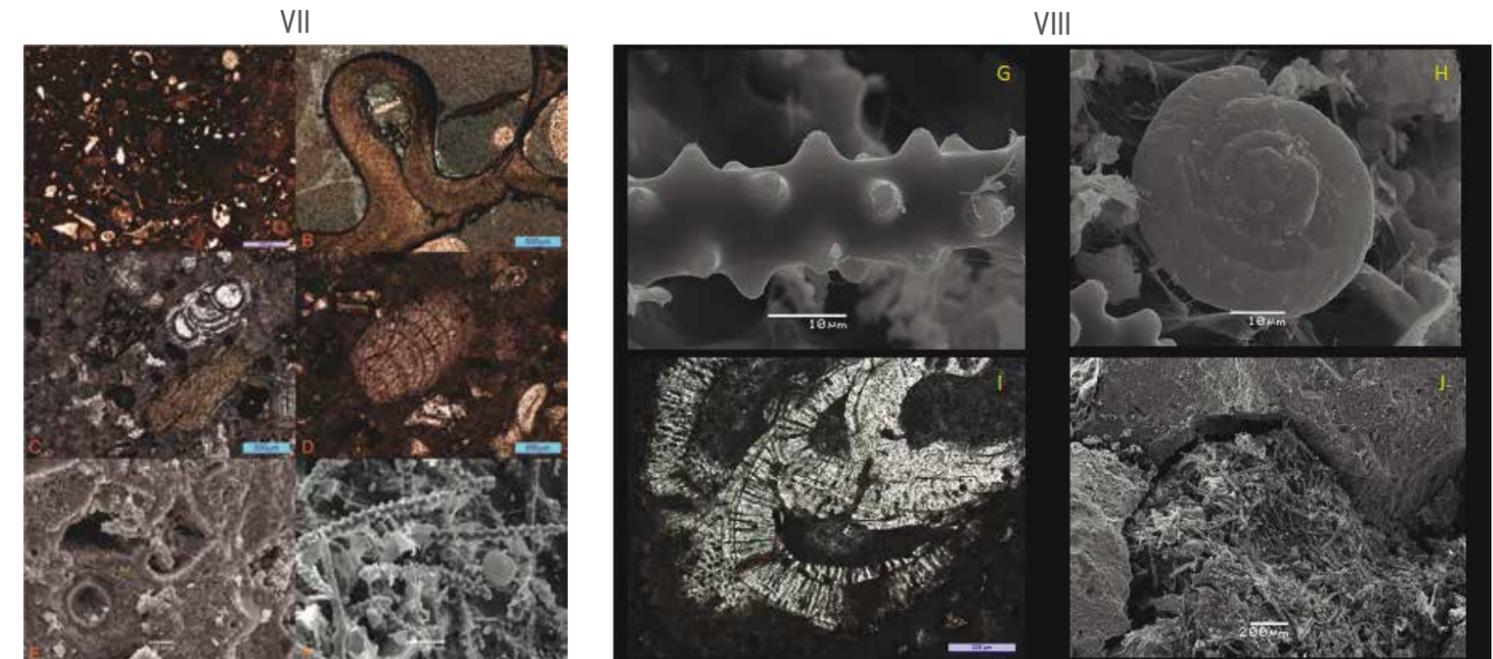


Figura 21: Remanescentes do antigo recife calcário (setas) na Praia dos Cabritos, sobrelevado em relação à superfície atual do recife, cuja datação pelo método do rádio carbono forneceu idade entre 3.448 e 3.244 anos.

Figura 22: Remanescentes do antigo recife calcário (setas) na Praia das Tartarugas, sobrelevado em relação à superfície atual do recife, cuja datação pelo método do radio carbono forneceu idade entre 5.060 e 4.135 anos.



Figura 23: Locas vazias de ouriços, no Parcel das Tartarugas, sobrelevadas 1,3 m em relação às locas atuais com ouriços vivos, evidenciando nível marinho antigo superior ao atual.



Pranchas VII e VIII: Características microscópicas de antigos recifes de algas calcárias.

Prancha VII. (A) rocha denominada wakestone, com grãos de fragmentos de algas e carapaças de organismos, que preenche cavidades e vazios dos recifes. (B) Gastrópode (esquerda) em contato com vermetídeo (direita). (C) Foraminífero e grão mineral em matriz de lama carbonática microcristalina (micrita) do wakestone que preenche as cavidades e vazios da estrutura recifal. Note o preenchimento posterior (secundário) da porosidade por cimento de óxidos/hidróxidos ferruginosos. (D) Algas vermelhas e grãos minerais em matriz de lama carbonática microcristalina que preenche cavidades e vazios dos recifes. (E) Vazios da estrutura do recife, de paredes revestidas por calcita lamelar. (F) foraminíferos e espículas monoaxônicas de esponjas. Packstone com matriz de micrita. Convenções: (a) algas vermelhas, (b) carapaças e fragmentos de organismos indeterminados, (bc) calcita em lâminas, (e) equinóide, (f) foraminífero, (g) gastrópode, (m) matriz de lama carbonática, (p) porosidade secundária, (s) espículas de esponja, (t) grão mineral, (v) vermetídeo, (z) briozoário. Porosidade secundária preenchida por óxidos/hidróxidos de ferro (x), de wakestone que preenche cavidades e vazios do recife. Amostras da Praia dos Cabritos. A, B, C e D foram obtidas com microscópio óptico; E e F são imagens de emissão de elétrons secundários, obtidas com microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Prancha VIII. (G) Detalhe de espícula monoaxônica de esponja. (H) Foraminífero (Spirillinidae). (I) Detalhe do preenchimento de vazios da estrutura dos recifes, por matriz de lama carbonática microcristalina (micrítica) rica em espículas monoaxônicas de esponja. (J) detalhe de estrutura de vermetídeo, preenchida por matriz. Amostras da Praia dos Cabritos. A fotomicrografia I foi obtida com microscópio óptico; G, H e J são imagens de emissão de elétrons secundários, obtidas com microscópio eletrônico de varredura (MEV).

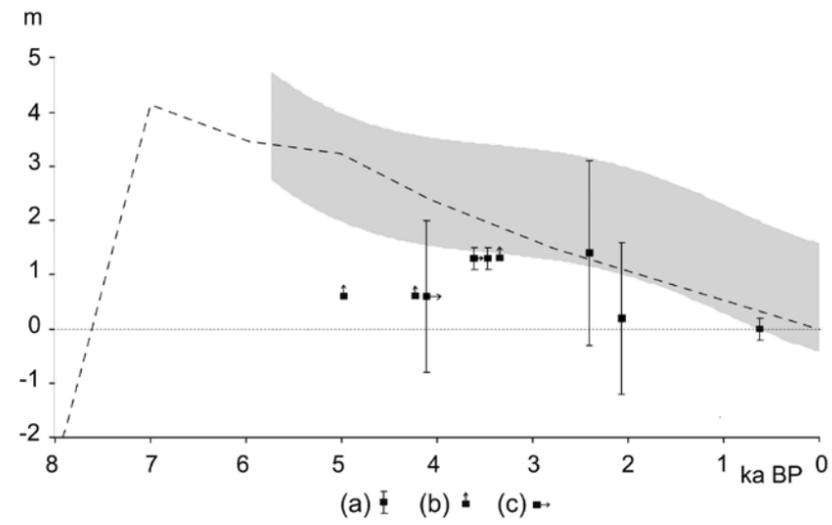


Figura 24: Reconstruções de antigos níveis do mar, na Ilha da Trindade. Em cinza o envelope de variação do nível do mar entre as latitudes de 07° e 26° Sul na costa brasileira, e em linha tracejada a curva prevista por modelos para a costa do Rio de Janeiro; (a) alturas máximas e mínimas, (b) alturas mínimas e (c) idades máximas; (ka BP) 1000 anos antes do presente⁸.



Figura 25: Deslizamentos nas encostas do Pico Trindade.



Figura 26: Superfície erodida e ravina em período seco. Em época de chuva as águas superficiais transportam materiais de diversos tamanhos, desde matações até argila.

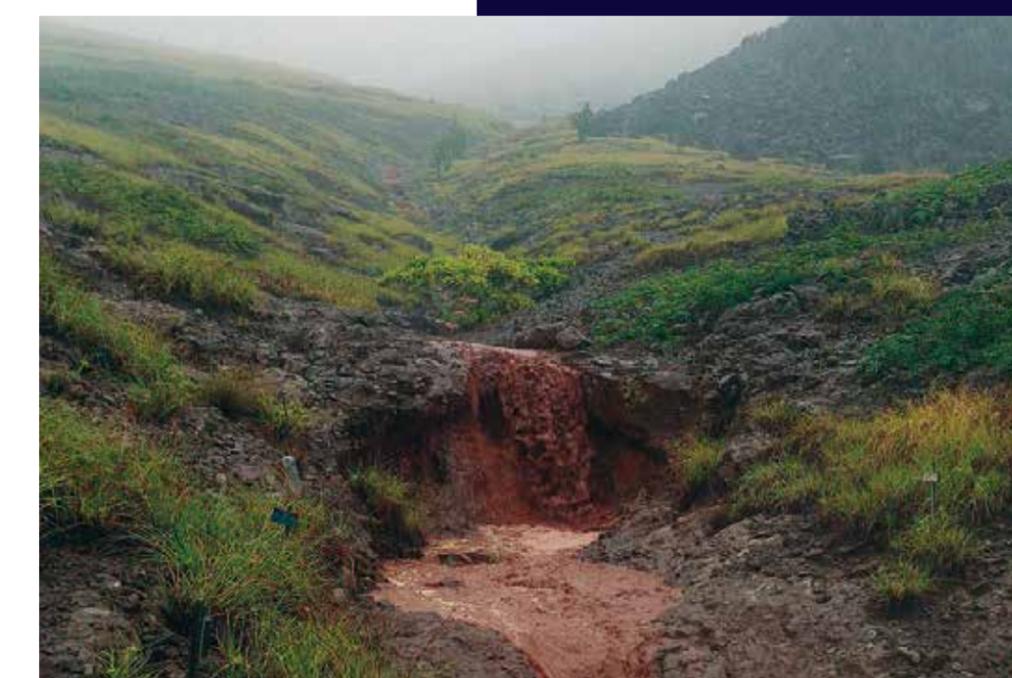


Figura 27: Córrego intermitente em período de chuva, transportando areia e sedimentos mais finos, como silte e argila.



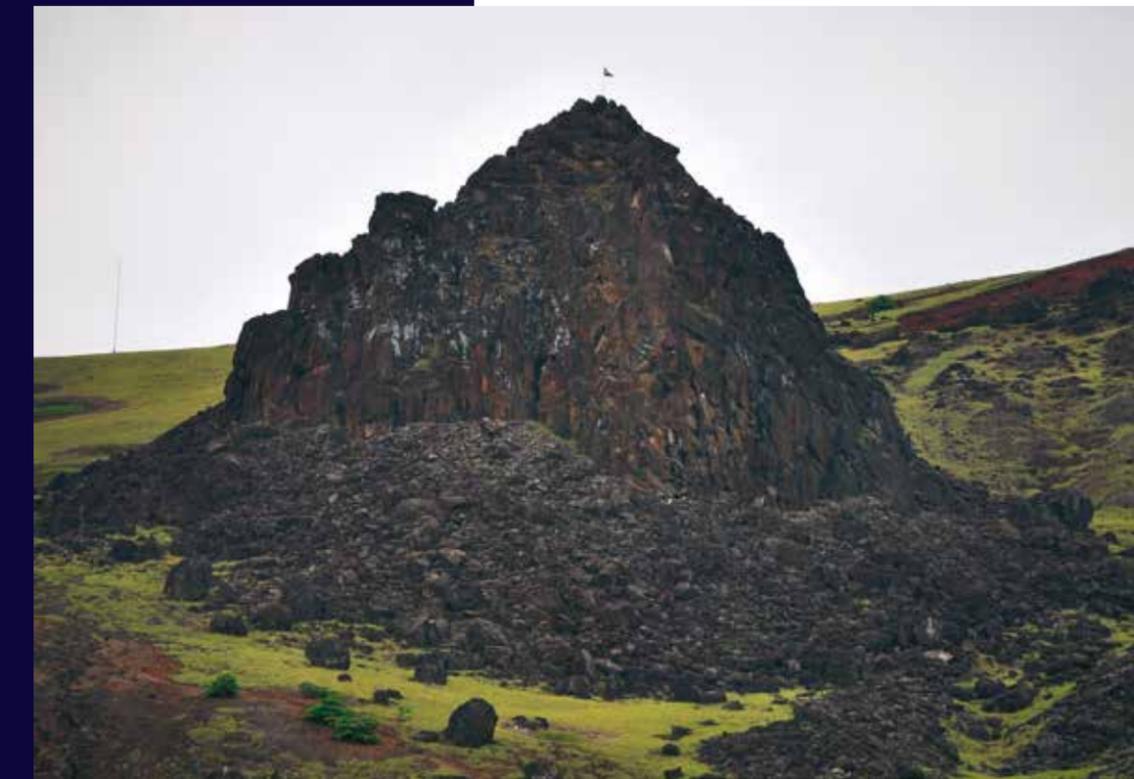
NOTAS E BIBLIOGRAFIA

- 1 Este capítulo é baseado no artigo: Angulo, RJ, Souza MC, Barboza EG, Rosa MLCC, Fernandes LA, Guedes CCF, Oliveira LHS, Manzolli RP, Disaró ST, Ferreira AG, Martin CM, 2016. Quaternary sea-level changes and coastal evolution of the Island of Trindade, Brazil. Submetido à revista *Journal of South America Earth Science*.
- 2 Almeida FFM, 1961. Geologia e petrologia da ilha de Trindade. Departamento Nacional de Produção Mineral, Monografia 18, Rio de Janeiro. 197p. Imapa.
- 3 Pires GLC, Bongiolo EM, Geraldes MC, Renac C, Santos AC, Jourdan F., Neumann R, 2016. New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages and revised $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}^*$ data from nephelinitic-phonolitic volcanic successions of the Trindade Island (South Atlantic Ocean). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* (no prelo).
- 4 Fotografia de Mayer EM, 1957. Trindade, ilha misteriosa dos trópicos. Livraria Tupã Editora, Rio de Janeiro, 159pp.
- 5 Piroclastos são materiais arremessados durante as erupções vulcânicas.
- 6 Cama de tartaruga é o nome dado ao buraco de aproximadamente 2 m de diâmetro que as tartarugas escavam com as nadadeiras anteriores, onde se alojam para iniciar a confecção do ninho. Mais de uma cama pode ser feita até que escolham uma onde colocarão os ovos.
- 7 As rizocrecções são concreções formadas por precipitação de carbonatos em torno de raízes. Em trabalhos anteriores sobre a ilha, concreções semelhantes têm sido referidas como fulguritos.
- 8 Durante a última glaciação ou *idade do gelo*, o nível do mar se encontrava a mais de 100 m abaixo do atual. Com o derretimento das geleiras o mar subiu rapidamente. Na costa brasileira (como mostra a figura), o mar alcançou nível semelhante ao atual há aproximadamente 7.500 anos e continuou subindo até alcançar seu nível máximo entre 7.000 e 5000 anos. A partir de então ele desceu até alcançar o nível atual.



ROCHAS VULCÂNICAS DA ILHA DA TRINDADE: RESFRIAMENTO RÁPIDO E BAIXA EROSÃO

A Ilha da Trindade representa uma das manifestações vulcânicas mais jovens do território nacional. Ela está alinhada na direção Leste-Oeste, junto com o arquipélago de Martin Vaz e outros montes submarinos, que constituem a Cadeia Vitória-Trindade, importante feição morfológica de nosso litoral. Este alinhamento é tido como resultado da passagem de um *hot-spot* (*i.e.* pontos de anomalias termal no interior da Terra, ligados a sistemas de convecção do manto e responsáveis por vulcanismos que ocorrem no interior de placas tectônicas) sob uma zona de fratura na crosta oceânica. Trabalhos de mapeamento em Trindade^{1,2} foram realizados com o objetivo de resgatar a história de resfriamento e erosão das rochas, por meio da modelagem U-Th/



Autores:
 PC Hackspacher¹, JRC Biancini², PR Lourenço²,
 MCB Ribeiro¹
¹ Departamento de Petrologia e Metalogenia IGCE/UNESP
² Curso de Geologia IGCE/UNESP



He (Urânio, Tório e Hélio), contribuindo para o entendimento de eventos vulcânicos no Brasil. A ilha é constituída por rochas alcalinas ultrabásicas a intermediárias, resultantes de eventos vulcânicos distintos. Conforme Almeida³, temos um empilhamento geológico da base para o topo:

- Complexo Trindade, largamente distribuído na ilha, representado por depósitos piroclásticos e corpos subvulcânicos (domos, diques, plugs);
- Seqüência Desejado, na porção central da ilha, com derrames de fonólitos, de tefritos fonolíticos e de nefelinitos, intercalados com rochas piroclásticas;
- Formação Morro Vermelho;
- Formação Valado; e
- Vulcão do Paredão, representantes vulcânicos mais novos caracterizados pela abundância de derrames de melanafelinitos e depósitos piroclásticos.

Para alguns pesquisadores, como Pires *et al.*⁴ e Geraldtes *et al.*⁵, o pico de atividades vulcânicas teria sido no Complexo Trindade, entre 3,9 e 2,5 Milhões de anos (Ma) (Plioceno Inferior ao Pleistoceno Inferior). As atividades vulcânicas teriam arrefecido a partir de 2,5 Ma, e cessaram completamente por volta de 0,25 Ma. Os dados isotópicos (Estrôncio (Sr), Neodímio (Nd) e Chumbo (Pb)) das rochas vulcânicas e subvulcânicas de Trindade sugerem a participação de fontes mantélicas⁶.

IDADES E HISTÓRIA TÉRMICA PELA METODOLOGIA U/Th – HE

A metodologia U/Th – He em apatita mostrou-se adequada para a reconstrução da história térmica das rochas vulcânicas, e coerente ao ambiente geológico da ilha. As rochas ígneas alcalinas do Complexo Trindade, ricas em apatitas, apresentaram matéria prima suficiente para o método. A metodologia se fundamenta no fato dos isótopos de urânio e tório, assimilados em apatitas, decaírem para elementos filhos, liberando partículas α (núcleos de He), durante o tempo geológico. O He emitido, em forma de gás fica contido na estrutura^{7,8}. A medição das razões isotópicas de U, Th e He, revela a idade do cristal e da rocha que o contém, além de permitir a modelagem da história do resfriamento do magma e sua erosão/soerguimento até os dias atuais. A liberação de gás na apatita ocorre entre 65-70 °C, sendo esta temperatura conhecida como “temperatura de fechamento”⁸. Abaixo deste ponto a estrutura mineral se fecha e impede fuga de gás Hélio, guardando, assim, a história da rocha. As medições das quantidades dos isótopos de U, Th e He das apatitas foram realizadas em espectrômetros de massa do Núcleo de Cronometria e Cronologia do DPM/IGCE da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Os dados são tratados

Amostras	Idade (Milhões de Anos)	Tipo de rocha
P-8	3,53	Dique
P-10	3,43	Derrame
P-18	3,12	Derrame
P-24	3,00	Derrame

Tabela 1: Idades U-Th/He de derrames e dique do Complexo Trindade, Ilha de Trindade

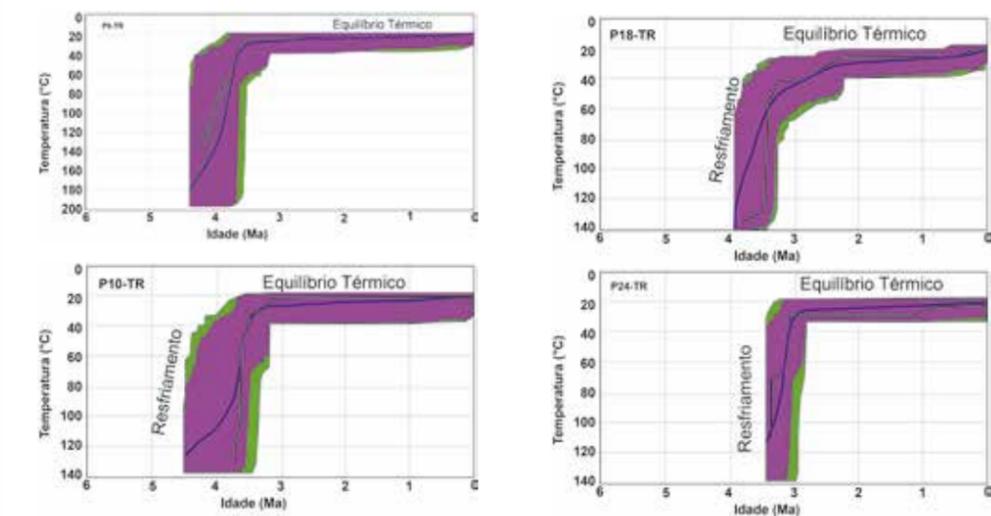


Figura 1: Modelagem termocronológica do Complexo Trindade indicando resfriamento instantâneo das erupções entre 3,9 e 3 milhões de anos.

utilizando métodos estatísticos, para determinação das histórias térmicas, por meio do programa HeFTy⁹. Apatitas obtidas de derrames e dique revelam idades entre 3,43 a 3,0 Ma (Tabela 1). A modelagem termocronológica U-Th/He (Figura 1) mostra que o vulcanismo principal de Trindade teve um forte resfriamento do magma entre 3,9 e 3,0 milhões de anos, seguido de relativa

baixa erosão. Por serem derrames e piroclastos este resultado era esperado, já que estas rochas tiveram contato direto com o oceano e o ar, que retiraram o calor das lavas rapidamente. Microscopicamente este efeito é confirmado pela presença de fenocristais envoltos em matriz fina ou criptocristalina, e de fases minerais de alta temperatura e ambientes vulcânicos, como a sanidina.

Segundo Kirdyashkin *et al.*¹⁰, as taxas de erupção em ilhas oceânicas, sobre pluma mantélica, estão diretamente associadas ao alto gradiente térmico e fluxo de calor durante o transporte do magma. Bongioiolo *et al.*⁶ consideram este processo mais eficiente durante episódios nefelínicos que trouxeram xenólitos profundos a superfície.

Consideramos, portanto, que as últimas atividades vulcânicas do Brasil tenham ocorrido entre 3,9 e 2,5

milhões de anos, na Ilha da Trindade e áreas adjacentes, a partir de forte vulcanismo com cristalização rápida. Estudos atuais, comprovam que estas feições estão bem preservadas e com relativa baixa erosão, tornando a ilha um local único para pesquisas geológicas no País.

Agradecimentos a Secirm (PROTRINDADE)- Marinha do Brasil e ao CNPq (Proc, 405415/2012/5), ao Núcleo de Cronometria e Cronologie DPM/IGCE/UNESP.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Lourenço PR. 2012. Mapeamento da Ilha da Trindade, Atlântico Sul. Trabalho Conclusão de Curso Geologia IGCE/ UNESP.
- 2 Biancini JRC. 2016. Contribuição para a geologia e termocronologia da Ilha da Trindade. Trabalho Conclusão de Curso Geologia IGCE/ UNESP.
- 3 Almeida FFM. 1961. Geologia e petrologia da Ilha de Trindade. Depto. Nac. Produção Mineral DNPM. Rio de Janeiro, 197 pp.
- 4 Pires GLC, Bongioiolo EM, Geraldés MC, Renac C, Santos AC, Jourdan F, Neumann R. 2016. New ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages and revised ⁴⁰K/⁴⁰Ar* data from nephelinitic – phonolitic volcanic successions of the Trindade Island (South Atlantic Ocean). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 327: 531–538.
- 5 Geraldés MC, Motoki A, Costa A, Mota CE, Mohriak WU. 2013. Geochronology (Ar/Ar and K–Ar) of the South Atlantic post-break-up magmatism. In: WU Mohriak, A Danforth, PJ Post, DE Brown, GC Tari, M Nemečok, ST Sinha (Eds.), *Conjugate Divergent Margins*. Geological Society, London, Special Publications 369, pp. 41–74.
- 6 Bongioiolo EM, Pires GLC, Geraldés MC, Santos AC, Neumann R. 2015. Geochemical modeling and Nd–Sr data links nephelinite–phonolite successions and xenoliths of Trindade Island (South Atlantic Ocean, Brazil). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 306: 58–73.
- 7 Zeitler PK, Herczeg AL, McDougall I, Honda M. 1987. U–Th–He dating of apatite: A potential thermochronometer. *Geochim Cosmochim Acta* 51(10): 2865–8.
- 8 Dodson MH. 1973. Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems. *Contrib to Mineral Petrol* 40(3): 259–74.
- 9 Ketcham MR. 2005. Forward and Inverse Modeling of Low-Temperature Thermochronometry Data. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 58(1): 275–314.
- 10 Kirdyashkin *et al.*, 2016.



SOLOS DA ILHA DA TRINDADE

Apesar de sua pequena extensão, há uma enorme variabilidade pedológica (estudo dos solos em seu ambiente natural) na Ilha da Trindade (Figura 1), associada a processos vulcânicos muito recentes que edificaram uma ilha com forte diversidade litológica, topográfica, que repercutem na vegetação e atividade biológica singulares. A relação entre os fatores geoambientais supracitados permite o reconhecimento de distintos pedoambientes (Figura 2), cujas particularidades fazem com que Trindade apresente um conjunto único de solos, que se destaca, inclusive, daqueles encontrados no continente brasileiro. A Ilha é, neste sentido, um lugar extremamente importante para as pesquisas pedológicas.



Autores:
 Fábio Soares de Oliveira¹, Carlos Ernesto G. R. Schaefer², Mariana Médice Firme Sá³, Mariana de Resende Machado⁴, Eliane de Paula Clemente Almeida⁵.
 1 Universidade Federal de Minas Gerais;
 2 Universidade Federal de Viçosa;
 3 Universidade Federal de Viçosa;
 4 Universidade Federal de Minas Gerais;
 5 Embrapa Solos.

Mapa de Solos da Ilha da Trindade

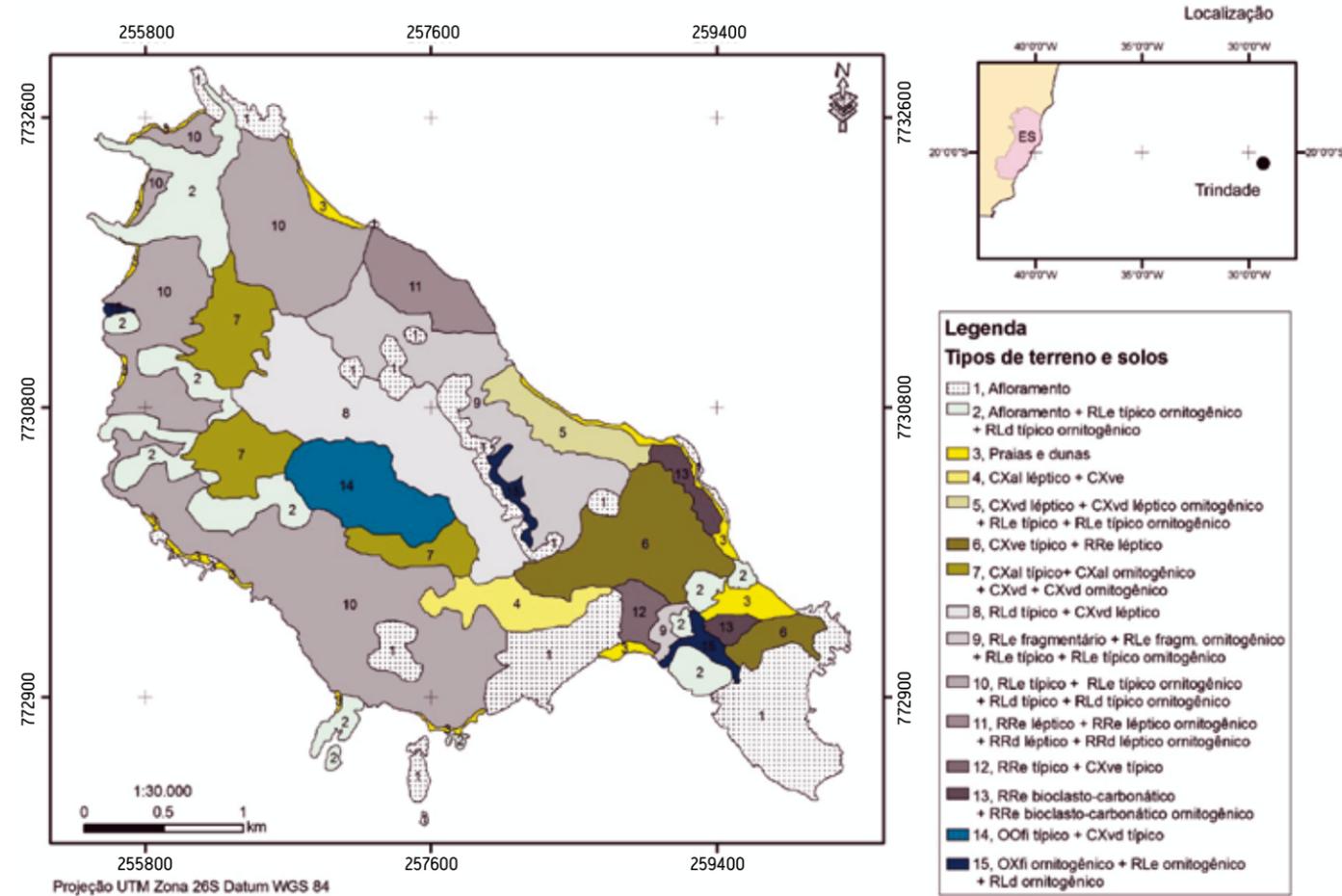


Figura 1 – Mapa de solos da Ilha da Trindade. Fonte: Firme Sá, 2010

O material de origem dos solos em Trindade é constituído por um rico conjunto de rochas vulcânicas geologicamente recentes, como parte do gigantesco pináculo vulcânico que sobressai do assoalho oceânico, desde mais de

5.000 metros de profundidade, e do qual só conhecemos a “pontinha final”. As rochas variam desde rochas alcalinas, subsaturadas em sílica, até rochas básicas e ultrabásicas. Essas rochas são mineralogicamente e quimicamen-

te muito diversificadas, o que é refletido diretamente nos solos, muito jovens. O relevo montanhoso, com grande variação altimétrica (0 a 600 metros), permite a formação de vários microclimas pedológicos (pedoclimas). Esses

pedoclimas influenciam, sobremaneira, na evolução dos solos e do modelado da Ilha. As áreas mais altas são mais frias e úmidas e estão submetidas ao efeito das chuvas orográficas (famoso Pirajá). A face sul/sudoeste também é mais fria e úmida, além de possuir relevo mais escarpado. Já na face norte/nordeste, há maior incidência solar e frequente influência de ventos quentes e secos que retiram a umidade do ambiente, impondo pedoclima menos úmido. A atuação de processos erosivos é marcante, seja através da erosão hídrica e gravitacional ao longo das escarpadas vertentes, ou através do trabalho das ondas e vento nas porções

litorâneas. A erosão é responsável por misturar materiais de distintas formações geológicas, o que torna os solos da Ilha ainda mais enriquecidos.

Considerando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), o SiBCS, são encontrados na Ilha três diferentes tipos de solos denominados de Neossolos, Cambissolos e Organossolos. As pesquisas em Trindade revelaram que muitos de seus solos apresentam dificuldades de enquadramento no SiBCS, uma vez que possuem características consideradas atípicas em comparação com os solos continentais brasileiros. Isso faz com que tais solos sejam considerados

como endêmicos, isto é, extremamente relacionados a um conjunto particular de condições que a Ilha apresenta.

A classe dos Neossolos é predominante, ocupando cerca de 55 % do território insular. Esses solos ocorrem nas áreas mais baixas e acentuadamente secas, onde há afloramento rochoso condicionado pela forte declividade e/ou presença de áreas com a deposição de blocos rochosos (taludes e cones aluviais). Dentre estes, os Neossolos Litólicos (Figura 3) são mais comuns e podem ser típicos ou fragmentários de acordo com o ambiente no qual se desenvolvem. Os Neossolos Regolíticos (Figura 4) são formados diretamente

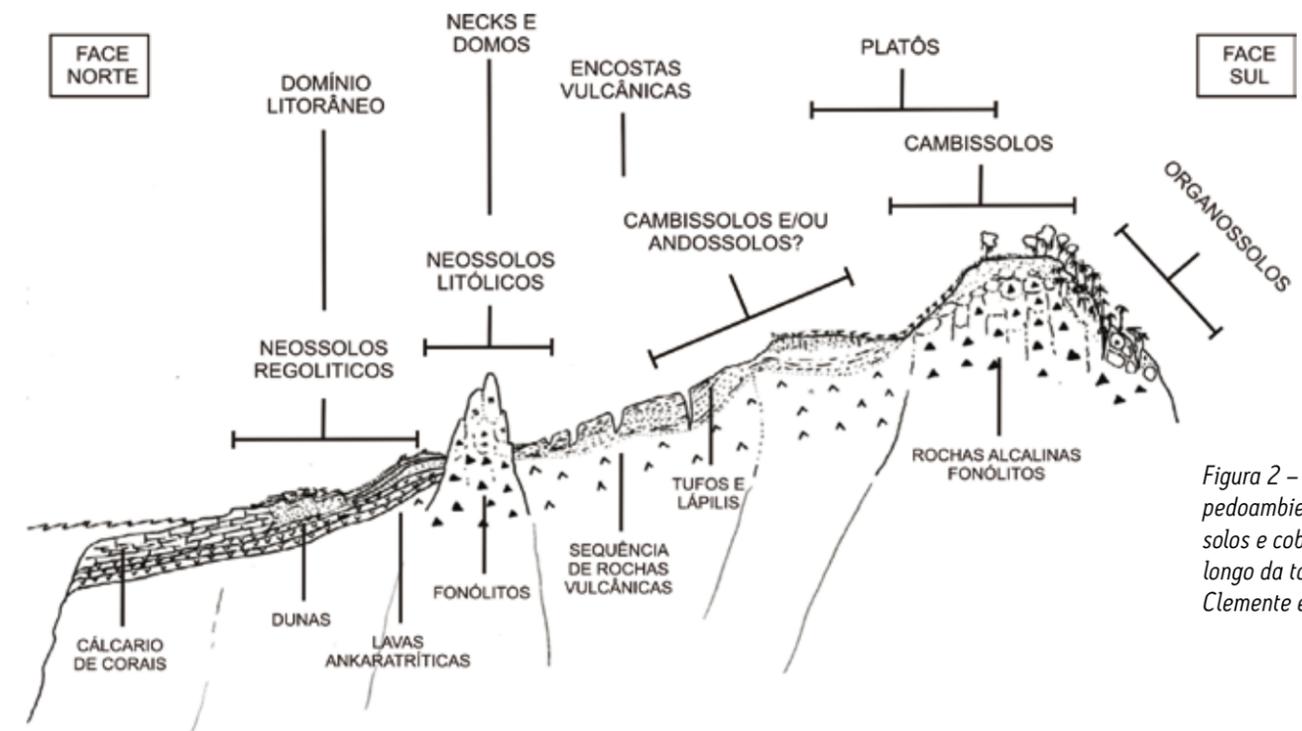


Figura 2 – Variação dos pedoambientes, incluindo solos e cobertura vegetal, ao longo da topografia. Fonte: Clemente et al., 2009.



Figura 3 – Perfis representativos dos Neossolos Litólicos da Ilha da Trindade



Figura 4 – Perfis representativos dos Neossolos Regolíticos da Ilha da Trindade

de material vulcânico intemperizado, de sedimentos aluviais ou de sedimentos bioclastos litorâneos. Os Neossolos Regolíticos apresentam um desenvolvimento pedogenético relativamente maior que os Neossolos Litólicos e são mais profundos.

A vegetação predominante nas áreas em que ocorrem os Neossolos é constituída por duas ciperáceas, a *Cyperus atlanticus*, que é predominante, e a *Bulbostylis nesiotis*, que ocorre

preferencialmente nas áreas de solos mais rasos e secos. As samambaias rasteiras (*Ptyrogramma calomelanos* e *Doroptyrys campos portoi*) também são frequentes nos Neossolos, porém mais comuns nas áreas mais úmidas (próximas a drenagem ou abaixo de grandes blocos ou matacões). Nas áreas litorâneas, entre a Praia da Calheta e da Praia das Tartarugas, ocorrem faixas de Neossolos Regolíticos formados a partir de sedimentos bioclásticos de

nato de cálcio biogênico marinho, misturados com materiais vulcânicos básicos e alcalinos erodidos das vertentes no entorno. Nesses solos ocorrem comunidades psamófilas de *Carnivalia obtusifolia* e *Ipomea pes-caprea*, estando a *Cyperus atlanticus* também presente. Esses solos regolíticos representam exemplos daqueles de difícil enquadramento no SiBCS. No Brasil, foram também identificados no Arquipélago de Fernando de Noronha, sendo solos muito interessantes, cuja areia não contém nenhum grão de quartzo, que representa o mineral mais comum nessa fração nos solos tropicais.

A classe dos Cambissolos (Figura 5) é a segunda mais abundante e ocupa cerca de 30 % do seu território. Ocorrem preferencialmente nas porções medianas a elevadas da paisagem, onde o clima é mais ameno, com maior diferenciação pedogenética. Diferem-se dos Neossolos por apresentarem um estágio intermediário de intemperismo, maior expressão dos processos pedogenéticos e maior profundidade (com presença de horizonte B incipiente com mais de 10 cm de espessura). Podem ser eutróficos, distróficos ou alíticos, dependendo principalmente do material de origem e do estágio de desenvolvimento pedogenético. A vegetação encontrada nesses solos é um bom indicador da variação climática que o relevo da ilha pode proporcionar.

Nas áreas mais baixas e secas ocorrem Cambissolos Háplicos com argilas de alta atividade, associados a *Cyperus atlanticus* e *Bulbostylis nesiotis* e poucas samambaias rasteiras. Nas áreas medianas mais aplainadas e úmidas (do planalto ankaratrítico e do vale verde), a partir de 400 metros, ocorrem os Cambissolos Háplicos alíticos com samambaias rasteiras, a *Ptyrogramma calomelanos* e *Doroptyrys campos portoi*, e poucos indivíduos de Ciperáceas. Já nas áreas mais altas e aplainadas do planalto axial (do Desejado e de Trindade) ocorrem os Cambissolos Háplicos Distróficos. Nestes ambientes há umidade suficiente para formação de horizonte hístico sob Florestas Nebulares de *Myrsine floribunda* com sub-bosque de samambaias rasteiras variadas e alguns indivíduos jovens de *Cyathea delgadii*.

Os Organossolos (Figura 6), classificados como Organossolos Fólicos fíbricos, ocupam uma parte pequena da ilha, cerca de 10 % do território, mas possuem grande destaque em termos de sua composição e ambiente de ocorrência. Estão restritos às altas encostas e aos vales estreitos abaixo do planalto axial, voltados para o sul/sudeste da ilha, por serem áreas mais frias e úmidas. Nesses ambientes existem florestas nebulares relictuais monodominantes de samambaias arborescentes





Figura 5 – Perfis representativos dos Cambissolos da Ilha da Trindade



Figura 6 – Perfis representativos dos Organossolos da Ilha da Trindade

(*Cyathea delgadii*), únicas no Atlântico Sul. O aporte elevado de material orgânico recalcitrante depositado pela vegetação de *Cyathea delgadii*, associada à pobreza e quase inexistência de (meso e micro) fauna e clima nebuloso, condicionam a formação insólita de um horizonte hístico espesso em relevo escarpado, atípico para a classe dos Organossolos. Esses solos não sofrem acumulação sazonal de água, tipicamente encontrada em solos continen-

tais com horizonte superficial hístico (EMBRAPA, 2013). As condições atípicas nas quais se formam os Organossolos de Trindade conferem um caráter de exclusividade e por essa razão também são considerados como solos restritos e endêmicos.

Considerando os atributos das classes de solos em Trindade, fisicamente os Neossolos são caracterizados por cores brunadas, textura franco-arenosa a areia-franca e rochosidade elevada

em quase todos os perfis, a exceção daqueles formados por sedimentos bioclásticos em dunas de sedimentos carbonáticos. Os Cambissolos, por sua vez, também possuem cores brunadas, mas com texturas variando de média a argilosa (24 a 42% de argila). Os Organossolos apresentam horizonte fibroso (rico em raízes) espesso (mais de 50 cm em alguns casos), sobrejacente a horizonte saprolítico de rochas fonolíticas ou andesito sódico. A elevada retenção de água, associada a sua mineralogia destaca a presença de materiais amorfos. Quimicamente, os solos apresentam altos teores de nutrientes. O pH varia de neutro a alcalino, com ocorrência de solos mais ácidos associados à rochas fonolíticas em que não houve a contribuição de sedimentos de origem basáltica, já que a mistura de materiais é comum nos solos de Trindade. Os teores de Ferro e Manganês como micronutrientes são altos na maioria dos perfis, assim como o fósforo.

Nas três classes de solos existentes na ilha foram identificados a influência atual e/ou pretérita de aves marinhas. O efeito da avifauna na Ilha distribui-se de maneira generalizada nos solos das áreas mais baixas, em alguns picos e em afloramentos rochosos, fato muitas vezes evidente pela presença abundante de ninhais na paisagem. O aporte de

Fotos : Marcelo Leal



Figura 7 – Exemplo de um perfil de solo ornitogênico no sopé do Morro do Pão de Açúcar, apresentando fragmentos de ossos.

materiais orgânicos, como guano fresco, cascas de ovos e restos de animais pela avifauna resulta em solos com alta disponibilidade de fósforo, teores variáveis de Cálcio, Magnésio e Potássio, e conteúdo elevado de matéria orgânica. A mineralização dos dejetos das aves e a interação dos produtos com o substrato mineral dão origem aos solos chamados ornitogênicos (Figura 7). O processo pedogenético associado é conhecido como fosfatização.

Os solos ornitogênicos encontrados em Trindade variam de acordo com a profundidade, grau de desenvolvimento pedogenético e de influência da ornitogênese sobre a pedogênese. Os solos

ornitogênicos mais comuns são aqueles que ocupam as áreas baixas da ilha, próximas ao mar. Isso ocorre porque a maior parte das aves nidificam nos afloramentos rochosos, a partir de onde seus excrementos escoam para a base das vertentes. Há também espécies que nidificam nas proximidades das praias. De maneira geral, a dinâmica geomorfológica através dos processos de erosão parece ter um significado especial para a compreensão da maneira como os excrementos das aves afetam os solos na ilha. Atualmente, cerca de 30 espécies de aves marinhas residentes, migratórias, ocasionais e introduzidas nidificam na ilha, sendo as mais comuns o Atobá

(*Sula dactylatra.*), a Viuvinha (*Sterna fuscata*), a Noivinha (*Gygis Alba*) o Trinta réis (*Anous sp.*) e o Petrel de Trindade (*Pterodroma arminjoniana*). A vegetação que predomina nas áreas de solos ornitogênicos depende do ambiente no qual o solo encontra-se inserido, mas de uma maneira geral é mais exuberante que a área ao entorno, já que tais solos representam uma ótima fonte de nutrientes para as plantas. A principal transformação observada nos solos pela interação com os excrementos foi a acumulação absoluta de cátions no complexo sortivo e de minerais biogênicos não degradados, como fragmentos de apatita de osso.

BIBLIOGRAFIA

CLEMENTE, E. P., SCHAEFER, C. E. G. R., OLIVEIRA, F. S., ALBUQUERQUE-FILHO, M. R., ALVES, R. V., FIRME SÁ, M. M., MELO, V. F., CORREA, G. R. Toposequência de solos na Ilha da Trindade, Atlântico Sul. R. Bras. Ci. Solo v. 33, 2009, p. 1357-1371.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013, 353p.

FIRME SÁ, M. M. Caracterização ambiental, classificação e mapeamento dos solos da ilha da Trindade, Atlântico Sul. Mestrado (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, 2010, 58p.



AS PRAIAS DA ILHA DA TRINDADE

A Ilha da Trindade possui 16 praias, dispostas em uma linha de costa de 21,8 km de comprimento, sendo 16,7 Km (76%) de formação rochosa, e 5,1 Km (24%) composta de areia e seixos. O fato de Trindade ser a parte emersa de uma montanha submarina faz com que esta apresente uma plataforma insular estreita. (Vide Figura 1, texto “Quaternário e Paleoníveis marinhos na Ilha da Trindade”). Tal fato permite que as ondas sofram pouco atrito com o fundo, chegando assim aos costões rochosos e zona de arrebatção com elevada energia.

A ondulação média apresenta altura significativa de 2,14m, com período médio de 11,07s. A direção preferencial das ondas é de sul e sudoeste. Isso indica que o setor mais energético situa-



Autores:

Lauro Júlio Calliari, Arthur Antonio Machado, Yuri Gomes Pinheiro, Ricardo de Lima Costa, João Luiz Nicolodi, Luis Germano Biolchi.

- Laboratório de Oceanografia Geológica, Instituto de Oceanografia (IO), Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália, s/n. CEP: 96203-900 Rio Grande, RS, Brasil.

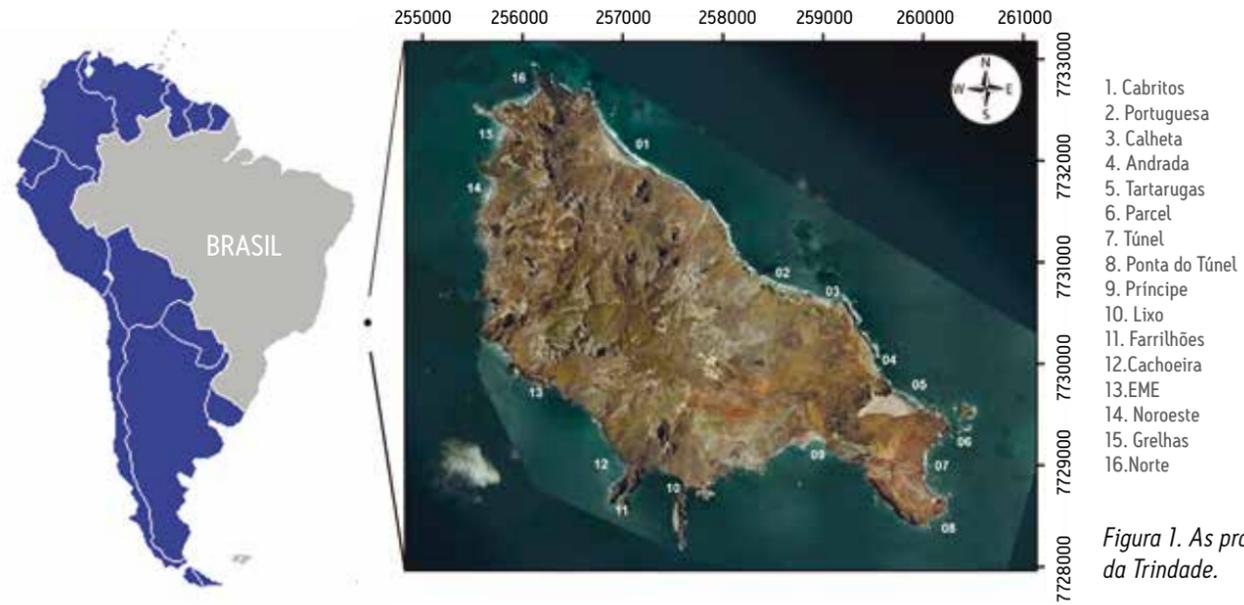


Figura 1. As praias da Ilha da Trindade.

se entre o Sudoeste (SO) e o Leste (E), respectivamente, representado pela região compreendida entre os Farrilhões e a Praia da Calheta.

Entretanto, embora menos frequentes, ondulações geradas por tempestades em regiões ao norte da Ilha, bem como outros processos de transformação das ondas provindas de outros quadrantes, possibilitam a chegada de ondulações de maior energia ao setor menos agitado, de Noroeste (NW) a Nordeste (NE), representado pela região entre as Praias do Noroeste e Calheta. O sistema de maré local é de micromaré semi-diurna, com amplitude de 1,3m.

A Figura (1) mostra a localização das praias. As predominantemente are-

nosas ocupam 1.2 Km. Praias de areia e seixos e seixos e matacões ocupam, em proporções similares, os outros 3,9 Km. Em geral os seixos das praias voltadas para o lado da África (E) têm aspecto de “seixos rolados”, enquanto que as das praias voltadas para o Brasil (W) são irregulares, com as bordas abruptas, raramente arredondadas. As que apresentam maior quantidade de sedimentos caracterizados pelo tamanho da areia são: Cabritos, Calheta, Andradas, Tartarugas, Túnel e Príncipe. Com base na quantidade de minerais claros e escuros presentes na fração da areia, as praias diferenciam-se em praias de areias escuras, de areias mistas e de areias claras. Nas praias mais escuras predominam os minerais máficos

(rico em ferro e magnésio) de origem vulcânica e nas mais claras o material carbonático de origem biogênica (fragmentos de algas calcárias, moluscos e outros organismos). É notável a inexistência de areia constituída por grãos de quartzo os quais predominam nas praias continentais ao longo da costa brasileira.

Dentro de uma classificação global em função do tipo de areia, das características das ondas e marés, as praias arenosas de Trindade classificam-se como refletivas e Terraço de baixa-mar (Figura 2). Essencialmente, isso significa que a face da praia (zona de espriamento) apresenta acentuada inclinação, areias médias a grossas, zona de arrebentação relativamente estreita

e ondas quebrando na forma de tubos (mergulhante).

Justamente o fato de serem bastante inclinadas faz com que grande parte da energia das ondas seja refletida de volta para o oceano. No outro extremo da classificação global estão as praias dissipativas, ausentes em Trindade.

As praias de Trindade caracterizam-se pela falta de bancos arenosos na zona de “surf” estando assim a reserva de areia na parte emersa. Isso faz com que um leve aumento na altura das ondas provoque grandes variações no perfil da praia.

A presença de recifes de algas calcárias na zona de arrebentação, afloramentos rochosos e de pontais rochosos (promontórios), introduzem alterações nessa classificação geral, uma vez que modificam os processos da zona de arrebentação, dentre eles as correntes de retorno, perpendiculares e oblíquas a praia.

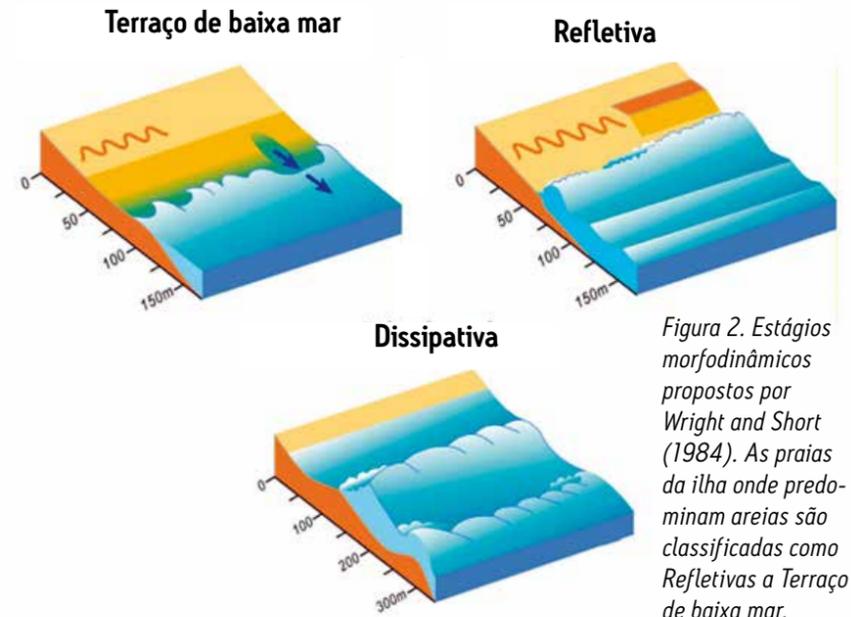


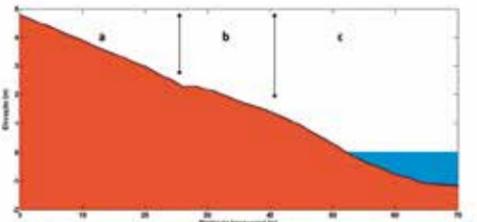
Figura 2. Estágios morfodinâmicos propostos por Wright and Short (1984). As praias da ilha onde predominam areias são classificadas como Refletivas a Terraço de baixa mar.





PRAIA DOS CABRITOS

Praia de areia média de coloração mista, com a presença de grânulos e seixos crescendo em direção ao mar. Segundo descrições anteriores os seixos rolados apresentam de 3 a 15 cm de diâmetro e suas superfícies são bem lisas. A Praia dos Cabritos foi classificada como Refletiva com Terraço de baixa-mar (R-LTT).



PRAIA DA CALHETA

Praia muito estreita, com apenas 30 metros de faixa de areia. O pós-praia tem como seu limite superior a presença de uma pequena estrada e o heliporto de acesso ao POIT. Nesta pequena praia ocorre o desembarque na Ilha da Trindade. O sedimento na praia da Calheta é bem selecionado, na sua maioria formado por areia média clara, com a presença de areia grossa no topo da berma e na base da zona do estirâncio. A praia da Calheta foi classificada como Intermediária a Refletiva.



PRAIA DO ANDRADA

A praia do Andrada fica ao sul da praia da Calheta, sendo separadas por um afloramento rochoso com 750 metros de comprimento. A praia do Andrada foi classificada como Refletiva com Terraço de baixa-mar (R-LTT).



PRAIA DAS TARTARUGAS

A praia das Tartarugas é a praia mais larga da ilha (350 m) sendo protegida por um recife contínuo na zona de arrebentação. Apresenta areias claras uma vez que juntamente com a praia da Calheta e Andrada constituem as praias com a maior percentagem de calcário biogênico (50 a 60 %).



PRAIA DO TÚNEL

A praia do Túnel possui areias médias escuras de cor avermelhada, formadas sob a influência de derrames e tufos do vulcão do paredão os quais liberam material diretamente no pós-praia.



PRAIA DO PRÍNCIPE

A praia do Príncipe é formada preferencialmente por areia média no pós-praia de cor mista acompanhada por cascalho, seixos e matacões.



PRAIA DO EME

A praia do Eme está localizada na porção sudoeste da ilha e apresenta diques, formações geológicas de forma tabular que se encaixam em rochas mais antigas. Nesta praia as diferentes orientações desses diques formam a letra M. Esta praia apesar de ser constituída por minerais ricos em elementos leves e mais claros é classificada como uma praia escura devido a grande concentração do mineral pesado magnetita composto basicamente por óxido de ferro.



PRAIA DO NOROESTE

A praia do Noroeste apresenta uma estreita faixa de praia constituída de areias escuras composta por minerais máficos como a magnetita e ilmenita, respectivamente compostos por óxidos de ferro e Titânio. Esta praia apresenta também minerais félsicos em menor quantidade.



PRAIA DO PARCEL

Entre a praia das Tartarugas e Praia do Túnel existem três praias pequenas, duas delas nas extremidades em forma de meia lua, as quais caracterizam a praia do Parcel. Este nome é devido por estarem as mesmas no setor da ilha protegida pelo Parcel das Tartarugas. São pequenas praias de areias escuras com um teor de calcário biogênico mais elevado que a praia do Túnel. São praias de areia vulcânica onde a fração granulométrica correspondente a areia é representada por areia grossa e muito grossa.

PRAIAS DE AREIA E SEIXOS



PRAIA DO LIXO

Praia bastante compartimentada entre a Ponta dos Farrilhões e a Ponta do Sul. Apresenta estreitas faixas de areia nas suas extremidades sendo a extremidade mais ao sul a mais arenosa devido ao efeito de proteção causado pela Ilha Sul. Na sua extremidade norte predominam seixos e matacões bastante irregulares e angulosos diretamente provenientes da desintegração do costão rochoso.



PRAIA DOS PORTUGUESES

Nesta praia, seixos vulcânicos e calcários (fragmentos do recife de algas) recobrem praticamente toda a superfície arenosa. Assim, faixas mais escuras de material vulcânico se alternam com faixas mais claras. Os seixos vulcânicos são extremamente bem arredondados e seu diâmetro varia entre 3 e 15 cm de diâmetro. Grandes seixos, em média de 30 a 50 cm em diâmetro, também estão presentes nas duas extremidades da praia. Em direção ao norte, o tamanho do material rochoso aumenta com o diâmetro podendo atingir 30 a 40 cm, correspondendo a matações finos e grossos.



PRAIA DA CACHOEIRA

Praia imediatamente ao sul do Monumento constituída por uma pequena faixa de areia e outra de seixos.

PRAIAS ONDE PREDOMINAM SEIXOS



PRAIAS DO NORTE, ORELHAS E FARRILHÕES

Praias estreitas conectas diretamente ao costão rochoso onde predominam seixos com bordas irregulares e pouco arredondados.

PERIGOS E RISCOS ASSOCIADOS AS PRAIAS E COSTÕES ROCHOSOS DA ILHA

Todas as praias em Trindade apresentam riscos ao banho de mar. Os riscos permanentes são os afloramentos rochosos visíveis, tanto vulcânicos como de recifes, e os submersos ainda não mapeados que existem em todas as praias. Como riscos temporários, considerando que as praias são intermediárias a refletivas, modificadas pela presença de rochas e recifes, durante a maré alta e sob a atividade de ondas podem apresentar arrebentação do

tipo mergulhante que pode quebrar próximo a praia na forma de tubo. Esse tipo de arrebentação requer cuidados especiais para quem não esteja muito familiarizado com praias uma vez que pode provocar danos na coluna vertebral. O fato destes estágios praias aprofundarem rapidamente também as tornam perigosas a quem tem pouca capacidade de natação, uma vez que a volta do espraimento é muito forte e pode levar rapidamente a pessoa para

águas mais profundas.

Um perigo recorrente, que causou 7 óbitos na ilha desde 1963, é representado por um evento chamado “onda camelo”. Vídeos mostram que esta onda apresenta um perfil parecido com a corcova de um camelo. Conforme relatos feitos pelo pessoal militar presente na ilha, pessoas que vão pescar ou mesmo visitar certos locais rochosos próximos a praias, são surpreendidos e varridos pela ocorrência súbita desta



onda. Nossa interpretação das informações dos locais e dados associados as ocorrências indicam que são ondas maiores que 2 m de altura e com períodos superiores a 12 segundos, que “chegam de fora”, diminuem de comprimento e sofrem aumento rápido de altura, podendo assim “galgar” (processo de galgamento de ondas na engenharia costeira) paredões rochosos. Segundo dados mais recentes da literatura, a profundidade na frente da rocha e a altura desta são elementos chave que indicam os locais mais perigosos. O processo depende da profundidade do local e da morfologia do costão rochoso. Em certos locais, a morfologia do costão se assemelha a uma rampa o que facilita o processo de galgamento. Alternativamente, vídeos próximos a plataforma rochosa do Túnel mostra a

interação de uma onda que chega e outra refletida pela parede rochosa formando uma crista imensa que ao rebentar arrasta tudo que está sobre a plataforma. Os locais dos acidentes estão indicados na **Figura 29**, com a maior frequência de ocorrência (4 mortes) associadas a Pedra da Garoupa, imediatamente ao norte da Praia do Príncipe.

As **Figuras 30 a e b** mostra uma situação vivida por um pesquisador do TAMAR (Projeto Tartarugas Marinha) na praia do EME antes e após ser atingido por uma onda Camelo.



FIG.30 - Praia do Eme antes e durante a Onda Camelo

BIBLIOGRAFIA

Calliari, L.J., Pereira, P.S.P., Short, A.D., Sobral, F.C., Machado, A.A., Pinheiro, Y.C., Fitzpatrick, C. 2016. Sandy beaches of Brazilian Oceanic Islands. In: Brazilian beach Systems, (543-571): Short, A.D., Klein, A.H.F. (eds) Springer Verlag. 611pp.

Castro JWA, Antonelo LL (2006) Geologia das ilhas oceânicas brasileiras. In: Ilhas oceânicas Brasileiras-da pesquisa ao Manejo. Brasília: MMA:SBF, 29-57.

Castro, JWA (2010) Ilhas oceânicas da Trindade e Fernando de Noronha, Brasil: Uma visão da Geologia Ambiental. Revista da Gestão Costeira Integrada 10 (3) 303-319.

Clemente EP, Schaefer CE, Albuquerque Filho MR, Oliveira FS, Alves RJ, Melo VF (2006) Solos endêmicos da Ilha da Trindade. In: Ilhas oceânicas Brasileiras-da pesquisa ao Manejo. Brasília: MMA:SBF, pp 59-82

Souza, K.K.D ; Schaefer, C.E.G. 2011. Imagem de alta resolução como

auxílio pré-campo: correlação entre resposta espectral e mineralogia das praias magnéticas da Ilha da Trindade - Atlântico Sul. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4353.

Wright, L.D.; Short, A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches. A synthesis. Mar.Geol 56: 93-118.



BIODIVERSIDADE MARINHA
FLORA E FAUNA MARINHAS

BIODIVERSIDADE MARINHA NAS ILHAS OCEÂNICAS TRINDADE E MARTIN VAZ: UMA INTRODUÇÃO

Introdução

As ilhas oceânicas de Trindade e Martin Vaz (20°30'S-29°20'W e 20°30'S-28°51'W, respectivamente) são de origem vulcânica, tendo emergido há cerca de 3 a 3,5 milhões de anos. Trindade e Martin Vaz (TMV) são próximas entre si (49 km), mas isoladas geograficamente cerca de 1200 km da costa brasileira e 4.200 km do litoral africano. As ilhas oceânicas mais próximas de Trindade e Martin Vaz são: Fernando de Noronha (1.800 km), Atol das Rocas (1.900 km), Santa Helena (2.000 km), Ascensão (2.400 km), (Rochedos) Arquipélago Arquipélago de São Pedro e São Pedro e São Paulo (2.500 km).



Autores:
Marcos Tavares¹
Joel Braga de Mendonça Junior¹
¹ Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Av. Nazaré, 481, Ipiranga, São Paulo, SP, 04263-000

Trindade e Martin Vaz estão sob a influência da Corrente do Brasil que se desloca no sentido N-S havendo indícios, entretanto, da presença de águas da bifurcação sul da Corrente Sul Equatorial (Stramma, 1991). O litoral das ilhas é circundado, tipicamente, por fundos rochosos (provenientes em parte da desagregação das escarpas rochosas), fundos inconsolidados minerais e biogênicos (depósitos sedimentares resultantes da atividade biológica) colonizados por algas calcárias articuladas (e.g., *Arthrocardia*, *Jania*, *Amphiroa*), extensos agregados nodulares de algas coralinas (e.g., *Lithothamnion*), algas filamentosas, manchas de esponjas, corais hermatípicos, ascídias, crustáceos, equinodermas, moluscos, vermes nematódeos e poliquetos, peixes e tartarugas, para citar apenas alguns grupos (e.g., Moreira, 1920; Andrade Ramos 1950; 1951; Besnard, 1951; 1952; Oliveira, 1951; Fausto-Filho, 1974; Pedrini et al., 1989; Leal & Bouchet, 1991; Nassar, 1994; Tavares, 1999; Moraes et al., 2006; Moraes, 2011; Anker et al. 2016; Martins et al. 2016). Assim como em diversas outras ilhas oceânicas a limitação de habitats tem forte influência sobre a composição taxonômica e a diversidade da fauna.

O conhecimento sobre a fauna e flora marinhas de Trindade e Martin Vaz ainda é muito desigual e, em grande medida,

incipiente conforme o grupo taxonômico considerado. Isto porque os fundos marinhos (e coluna d'água) adjacentes às ilhas ainda não foram adequadamente explorados ou foram apenas para uns poucos grupos taxonômicos.

A literatura primária (fontes originais) sobre a fauna de invertebrados bentônicos (conjunto de organismos relacionados aos fundos – em contraposição à coluna d'água), por exemplo, é extremamente reduzida, reflexo do desconhecimento sobre a fauna. Grande parte da literatura subsequente é constituída por fontes secundárias e terciárias (reproduções total ou parcial do conteúdo da literatura primária).

A situação de penúria sobre o conhecimento dos invertebrados bentônicos contrasta com o imenso interesse que desperta a fauna de Trindade e Martin Vaz devido ao grande isolamento geográfico das ilhas. Como se forma a biota marinha em uma ilha oceânica? Trindade e Martin Vaz são bem mais jovens do que as plataformas continentais sul americana e africana, de modo que sua fauna atual é composta por migrantes (espécies atlânticas americanas, atlânticas africanas e anfi-atlânticas – espécies que ocorrem simultaneamente nos dois lados do Oceano Atlântico) espécies circumtropicais e espécies endêmicas. Em uma ilha oceânica remota a biota é um mosaico de diferentes padrões de afinidade com outras regiões

geográficas. Mas quanto deste mosaico de relações encontra-se obscurecido pela grande afinidade caribenha observada hoje? Atualmente, o conhecimento inadequado da diversidade taxonômica em Trindade e Martin Vaz é fator impeditivo para responder esta questão, cujo aprofundamento depende, necessariamente, do conhecimento sólido sobre a composição taxonômica da fauna e flora marinhas bentônicas, o qual pressupõe a identificação dos seguintes aspectos:

- I. Qual a representatividade das espécies atlânticas americanas, atlânticas africanas e anfi-atlânticas para a diversidade taxonômica em Trindade e Martin Vaz?
- II. Quanto da composição taxonômica de Trindade e Martin Vaz é compartilhada com as demais ilhas oceânicas do Atlântico Sul (Fernando de Noronha, Atol das Rocas, Santa Helena, Ascensão e Arquipélago de São Pedro e São Paulo)?
- III. O quanto de endemismo ocorre em Trindade e Martin Vaz e quais os padrões de endemismo quando se considera o conjunto das ilhas oceânicas do Atlântico Sul (Fernando de Noronha, Atol das Rocas, Santa Helena, Ascensão e Arquipélago de São Pedro e São Paulo)?
- IV. E qual a importância da cadeia de montes submarinos Vitória-Trindade (orientada no sentido leste-oeste entre TMV e a plataforma continental) para a colonização de TMV por espécies do Atlântico Ocidental?

É neste contexto de reduzidas informações e grandes possibilidades que se inserem diversos projetos que constituem o PROTRINDADE.

No que tange aos invertebrados marinhos, estudos taxonômicos recentes vêm revelando padrões coincidentes quanto a representatividade das espé-



Foto: Joel Braga, 2016

cies atlânticas americanas, atlânticas africanas e anfi-atlânticas para a formação da diversidade taxonômica em Trindade e Martin Vaz. Nestas ilhas a fauna de camarões Alpheidae e de equinodermas equinóides e holoturóides é majoritariamente originária do Atlântico

ocidental (Américas), enquanto que o componente Atlântico oriental (África) é francamente minoritário (Anker et al., 2016; Martins et al. 2016; Tavares et al. 2017). Paradoxicalmente, entretanto, a corrente transatlântica dominante (Corrente Sul Equatorial) flui de leste para oeste, trazendo águas costeiras mornas

da África para a costa sul-americana, consequentemente facilitando a migração de espécies africanas na direção oeste. O componente Atlântico oriental (africano) da fauna de camarões alfeídeos insulares só se torna dominante quando a ilha encontra-se bem mais pró-

xima da África, distante cerca de 3.300 km da plataforma continental sul-americana. Ou seja, no Atlântico Sul o componente ocidental (americano) da fauna de alfeídeos é amplamente majoritário em Atol das Rocas, Fernando de Noronha, Trindade e Martin Vaz, Ascensão e Santa Helena; tornando-se minoritário apenas nos arquipélagos oceânicos do Golfo da Guiné e do Cabo Verde. A fauna ictiológica de Trindade e Martin Vaz compartilha um padrão similar uma vez que tem grande afinidade com o Atlântico ocidental (Floeter & Gasparini, 2000). Estudos taxonômicos em andamento sobre diversos grupos de invertebrados marinhos bentônicos, obtidos ao longo dos últimos anos em Trindade e Martin Vaz, por ocasião do projeto PROTRINDADE, trarão subsídios adicionais à compreensão sobre a composição taxonômica do arquipélago.

A existência de populações anfi-atlânticas estáveis está relacionada à pressão de dispersão larval e é um indicativo de conectividade entre as margens atlânticas ocidental e oriental. A importância das ilhas oceânicas como trampolins dispersos na matriz oceânica servindo de pontos de ligação entre áreas remotas facilitando assim a dispersão da fauna bentônica de águas rasas (*stepping stones*) está refletida no fato de que todas as espécies anfi-atlânticas de alfeídeos são também encontradas

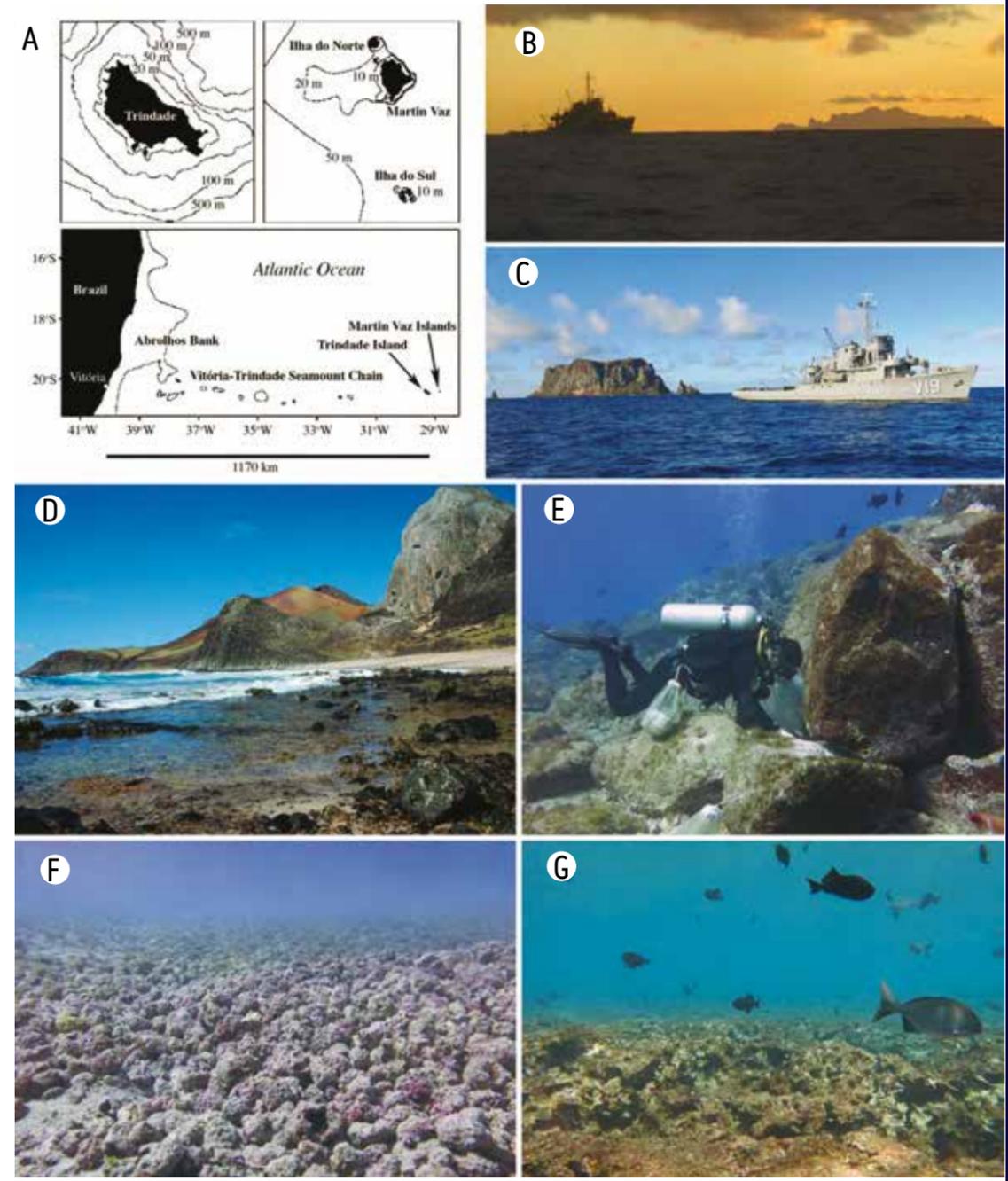


Figura 1. A, Posição relativa de Trindade e Martin Vaz em relação à costa brasileira e à Cadeia de Montes Submarinos Vitória-Trindade. B, D-G, Ilha Trindade. C, Martin Vaz. Fotografias JBM.

em, pelo menos, uma ilha oceânica. Em Trindade e Martin Vaz o componente anfi-atlântico é irrisório, sugerindo que a pressão larval originária do Atlântico oriental (África) e/ou o sucesso na colonização é também irrisório. Por outro lado, a grande participação do componente anfi-atlântico na fauna de equinozoa em Trindade e Martin Vaz sugere que a pressão larval originária das margens atlânticas ocidental e oriental e o sucesso na colonização são grandes. A grande diferença na participação do componente anfi-atlântico de camarões alfeídeos e de equinodermas equinozoa em Trindade e Martin Vaz é um indicativo de que a importância destas ilhas, e das demais ilhas oceânicas remotas, como *stepping stones* varia conforme o grupo taxonômico considerado. Ou seja, a



existência em si de uma ilha oceânica (ou monte submarino) não implica, necessariamente, na sua importância como *stepping stone* facilitando a dispersão da fauna bentônica de águas rasas. É certo que Trindade e o arquipélago de Martin Vaz revestem-se de enorme importância estratégica por ampliar sobremaneira, política e eco-

nomicamente, a fronteira leste do Brasil. O isolamento geográfico das ilhas oceânicas remotas enseja, igualmente, oportunidades sem paralelo para abordar diversas questões sobre a origem e evolução da biota insular e sua relação com áreas geográficas afins a partir do conhecimento taxonômico da fauna marinha bentônica e de estudos de conectividade genética.

Figura 2. A-B, Camarões Alpheidae provenientes da Ilha da Trindade. A, *Alpheus amblyonyx* Chace, 1972 sensu lato, fêmea ovígera. B, *Alpheus rudolphi* Almeida & Anker, 2011, macho.

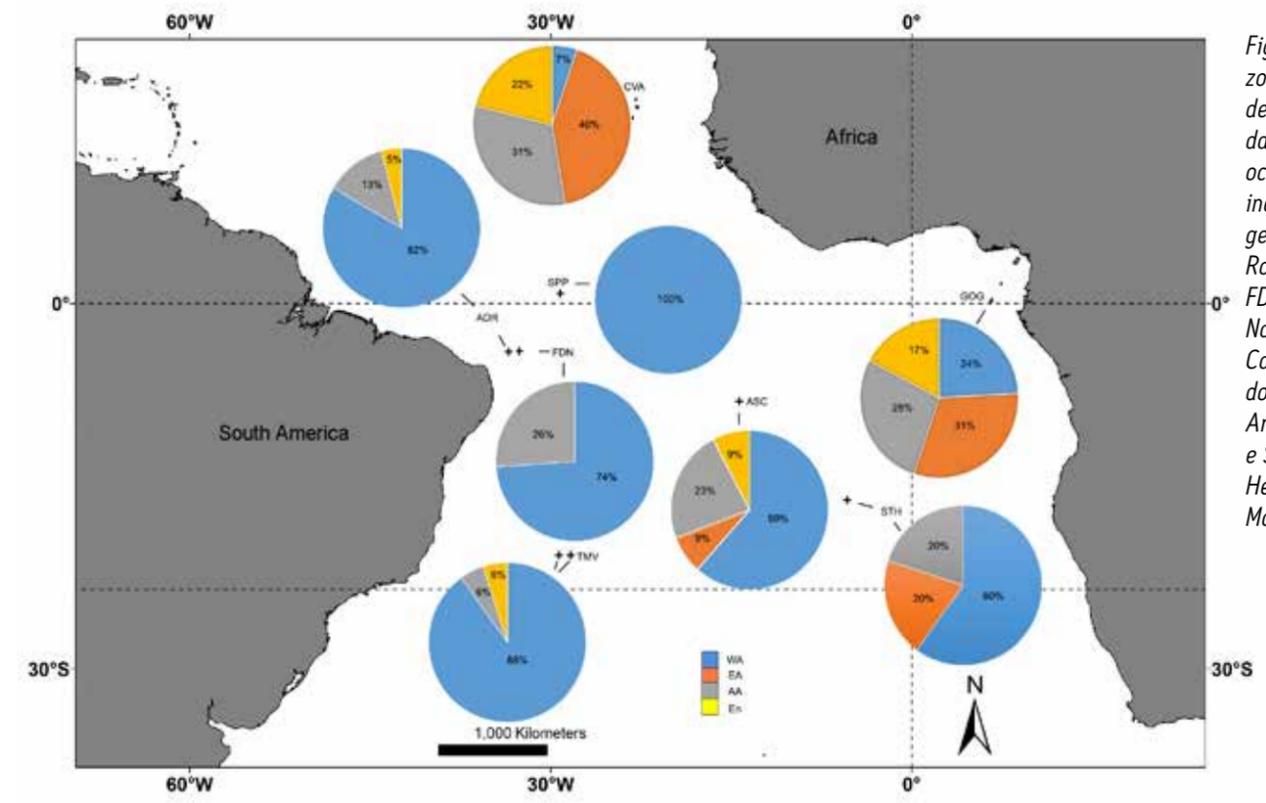


Figura 3. Componentes zoogeográficos da fauna de camarões Alpheidae das ilhas oceânicas do oceano Atlântico Sul indicados em porcentagens (%). ADR, Atol das Rocas. ASC, Ascensão. FDN, Fernando de Noronha. ICV, Ilhas de Cabo Verde. IGG, Ilhas do Golfo da Guiné. SPP, Arquipélago São Pedro e São Paulo. STH, Santa Helena. TMV, Trindade e Martin Vaz.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, F. F. M., 1961. *Geologia e Petrologia da Ilha da Trindade*. Divisão de Geologia e Mineralogia. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, Monografia, 18: 1–197.
- Andrade Ramos, J.R. 1950. Expedição à Ilha da Trindade. *Revista da Escola de Minas*, 15(6): 5-14.
- Andrade Ramos, F.P. 1951. Nota preliminar sobre alguns Stomatopoda da Costa brasileira. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 2(1): 139-150.
- Anker, A., Tavares, M. & Mendonça, J. B. 2016. Alpheid shrimps (Decapoda: Caridea) of the Trindade & Martin Vaz Archipelago, off Brazil, with new records, description of a new species of *Synalpheus* and remarks on zoogeographical patterns in the oceanic islands of the tropical southern Atlantic. *Zootaxa*, 4138 (1): 001–058.
- Besnard, W. 1951 Resultados científicos do cruzeiro do “Baependi” e do “Vega” na Ilha da Trindade. Contribuição para o conhecimento da plataforma insular da Ilha da Trindade. *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia*, 2(2): 37-48.
- Besnard, W. 1952 Resultados científicos do cruzeiro do “Baependi” e do “Vega” na Ilha da Trindade. Observações sobre a relevografia da região situada entre a Ilha da Trindade e o continente. *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia*, 3(1-2): 49-54.
- Fausto-Filho, J. 1974. Stomatopod and decapod of th Archipelago of Fernando de Noronha, Northeast Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 14: 1–35.
- Leal, J.H. & Bouchet, P. 1991. Distribution patterns and dispersal of prosobranch gastropods along a seamount chain in the Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 71: 11-25.
- Martins, L., Souto, C., Braga, J. & Tavares, M. 2016. Echinoidea and Holothuroidea (Echinodermata) of the Trindade and Martin Vaz Archipelago, off Brazil, with new records and remarks on taxonomy and species composition. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1–35.
- Moraes, F.C. 2011. *Esponjas das Ilhas Oceânicas Brasileiras*. Museu Nacional/UFRJ, Série Livros 44. Rio de Janeiro, Brasil. 252 pp
- Moraes, F.C.; Ventura, M.; Klautau, M.; Hajdu, E. & Muricy, G., 2006. Biodiversidade de esponjas das ilhas oceânicas brasileiras. In: Alves, R.J.V. & Castro, J.W.A. (Orgs.), *Ilhas Oceânicas Brasileiras – da pesquisa ao manejo*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Floresta, Brasília: 147-178.
- Moreira, C. 1920. Faune carcinologique de l'île de la Trindade. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 45: 125-132.
- Nassar, C. A. G., 1994, An assessment to the benthic marine algae at Trindade Island, Espírito Santo, Brazil, *Revista Brasileira de Biologia*, 54, 623–629.
- Oliveira, L.P.H. de, 1951. Nota previa sobre a fauna e flora marinha bentônica da Ilha da Trindade. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 49: 443-456.
- Pedrini, A. G., Gonçalves, M. C. S., Fonseca, A. S., Zaù and Lacorte, C. C., 1989, A Survey of the marine algae of Trindade Island, Brazil, *Botânica Marina*, 32, 97–99.
- Stramma, L. 1991. Geostrophic transport of the South Equatorial Current in the Atlantic. *Journal of Marine Research*, 49: 281-294).
- Tavares M. 1999. — The cruise of the *Marion Dufresne* off the Brazilian coast: account of the scientific results and list of stations. *Zoosystema* 21 (4): 597-605.
- Tavares M., Carvalho L. & Mendonça Jr J. B. 2017. Towards a review of the decapod Crustacea from the remote oceanic archipelago of Trindade and Martin Vaz, south Atlantic Ocean: new records and notes on ecology and zoogeography. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 57 (14): 157-176.



MACROALGAS DA ILHA DA TRINDADE

As algas marinhas são organismos fotossintetizantes, que assim como as plantas, formam pradarias ou florestas, porém submersas. As algas representam fonte de alimento, refúgio e substrato para o crescimento e a reprodução de vários organismos marinhos. Desde grandes mamíferos como o peixe-boi, até peixes, tartarugas e invertebrados, com importância econômica e socioambiental como as lagostas, todos dependem direta ou indiretamente destes produtores primários para sobreviver. Por serem fotossintetizantes, as macroalgas utilizam o gás carbônico, a água e a luz para produzirem a energia necessária para sua sobrevivência e desenvolvimento.



Autores:

Marina Nasri Sissini¹, Mariana Cabral de Oliveira²,
Paulo Antunes Horta¹, Franciane Pellizzari³

¹ Laboratório de Ficologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina;

² Laboratório de Algas Marinhas Edison José de Paula, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

³ Laboratório de Ficologia e Qualidade de Água Marinha, Universidade Estadual do Paraná, campus Paranaguá.

Algumas algas chamadas de calcárias ou coralínáceas, depositam íons carbonatados na parede de suas células que dão rigidez ao talo. Seu crescimento serve de substrato estrutural e permite a construção de sistemas recifais complexos e, em conjunto com os corais, estão entre os principais organismos bioconstrutores dos mares do planeta. Desta forma, contribuem para o balanço global de gases fundamentais da atmosfera, sendo responsáveis pela liberação de 30 a 40% do O₂ dissolvido nos ambientes costeiros e insulares.

Os representantes macroscópicos das algas podem ser classificados em três grupos: pardas (Phaeophyceae), verdes (Chlorophyta) e vermelhas (Rhodophyta) (Figura 1 a-c). A morfologia varia de formas delicadas, muito pequenas e filamentosas, a talos espessos com muitos metros de comprimento. Considerando a poluição marinha e os avanços das cidades sobre os ambientes costeiros, estes organismos encontram refúgio nas ilhas oceânicas de nosso litoral.

Dentre as ilhas oceânicas brasileiras, Trindade e Martin Vaz (TMV) resguardam uma biodiversidade com importância ecológica e biotecnológica. Sua biodiversidade é peculiar devido a sua localização e história geomorfológica. TMV estão na região de transição¹ entre a macroflora do sudeste, com

representantes de águas mais frias, e do nordeste brasileiro, com representantes de águas mais quentes, ou seja, possuem características e espécies tanto de uma região, como de outra. Uma das explicações para esta particularidade é o fato de ocorrer, nessa região, a mistura de massas de água oriundas de distintas correntes marinhas.

Em uma atualização recente do inventário taxonômico em Trindade², há cerca de uma década após a última contribuição³, foram identificadas nas faces sul e norte da ilha aproximadamente 221 táxons, sendo 42% composto por Rhodophyta; 28% de Chlorophyta; 16% de Phaeophyceae. Além disso, de forma inédita, 31 espécies de organismos procariontes, conhecidos como cianobactérias, foram listadas. Este estudo aumentou em aproximadamente 65% o número de espécies de macroalgas listadas para a área, sendo que uma centena destas algas são novas ocorrências para a ilha. É possível, ainda, que sejam descritas quatro novas espécies para a ciência, em investigações que continuam em andamento.

Nos ambientes submersos das ilhas de TMV, encontramos representantes calcificadores, que deixam as rochas com manchas vermelhas ou rosas (Figura 2a). Estas algas calcárias produzem um “cimento” que agrega rochas fragmentadas e matações (Figura 2b),



Fig.1A

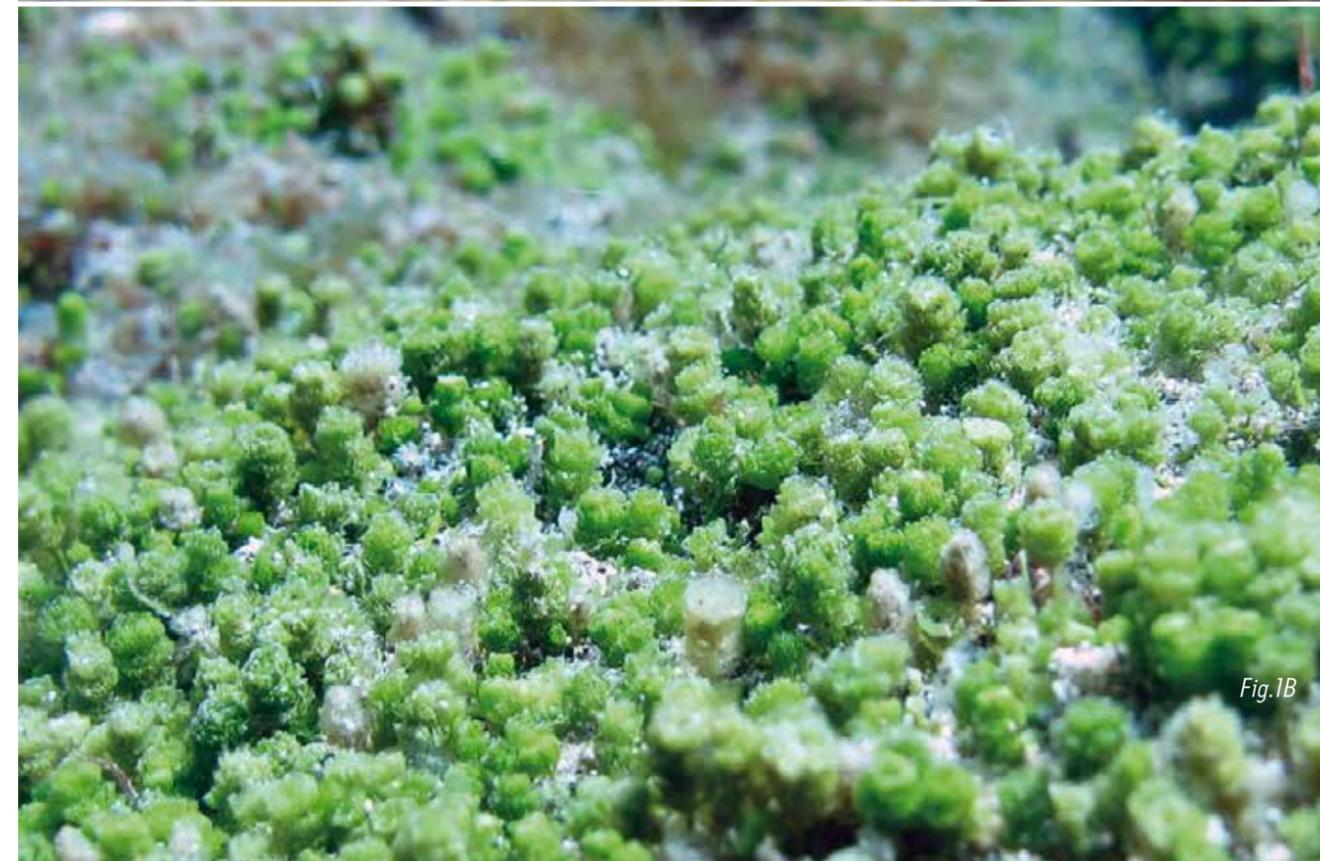


Fig.1B



Fig.1C

Figura 1. Representantes de macroalgas abundantes na Ilha da Trindade. (a) A alga parda *Dictyota* sp. (b) A alga verde *Caulerpa verticillata*. (c) A alga vermelha calcária *Lithophyllum*.

de maneira dinâmica e renovável, permitindo a formação de costões rochosos que protegem o ambiente costeiro adjacente da ação erosiva das ondas.

Além destas formas incrustantes, são encontradas também algas calcárias que crescem soltas (Figura 3), sobre a areia adjacente aos costões ou mesmo sobre a cadeia submersa de Vitória-Trindade. Essas formas são conhecidas como rodolitos, e podem ser definidos como nódulos calcários compostos por mais de 50% de algas vermelhas calcárias⁴. Podem, ainda,

ser compostos por uma ou mais espécies de algas e se desenvolver a partir de fragmentos que, ao se desprenderem dos recifes⁵, formam importantes depósitos sedimentares⁶. São, portanto, consideradas espécies chaves ou “bioengenheiros”, dada a complexidade de sua forma, criando nichos diversos e abundantes para outros organismos se instalarem. As estruturas construídas pelas algas calcárias promovem o incremento da heterogeneidade ambiental, aumentando a diversidade e a riqueza de espécies que vivem sobre o fundo dos oceanos^{7,8}.



Figura 2. As algas vermelhas calcárias não articuladas são organismos calcificadores, que deixam as rochas com manchas vermelhas ou rosas. Agem como cimentadores, agregando rochas fragmentadas e matacões. **(a)** Recife visto durante a maré baixa na Praia da Calheta. Note que as algas calcárias (rosa) recobrem quase todo o recife. **(b)** No infralitoral, as algas calcárias também cimentam ao longo dos anos os recifes, dando a impressão de uma formação contínua.

Em geral, a alta diversidade de espécies no local é atribuída a maior disponibilidade de refúgios e outros recursos que reduzem a perda por competição, predação e eventos provenientes de distúrbios físicos, como o impacto das ondas. Portanto, as algas calcárias são organismos estratégicos para Ilha da Trindade e arredores, pois estruturam os dois tipos de ambientes submersos observados na região: os bancos de rodolitos (Figura 3) e os recifes rochosos cobertos por algas calcárias incrustantes⁹ (Figura 2a).

Apesar da sua inquestionável importância ecológica, o conhecimento sobre a diversidade de algas calcárias ainda é bastante limitado. A taxonomia do grupo é notoriamente difícil, em razão das paredes celulares serem densamente calcificadas, o que difi-

culta as coletas e análises, da falta de entendimento quanto a importância de determinadas características morfológicas para sua correta identificação, e a presença de plasticidade fenotípica e convergência morfológica, a qual levam a existência de espécies crípticas¹⁰ ou pseudo-crípticas. Desta forma, para acessar a diversidade deste grupo na Ilha da Trindade, além de técnicas tradicionais de identificação, com base em caracteres morfológicos, foram sequenciadas regiões específicas do DNA como ferramenta para auxiliar na distinção de espécies. Este estudo¹¹ revelou a existência de 16 espécies de algas calcárias no local, o maior número para uma região do Brasil e do mundo. Em Trindade, sobre os ambientes recifais, floresce uma vegetação submersa onde predominam algas vermelhas de

pequeno porte pertencentes as Famílias Rhodomelaceae, Ceramiaceae, e Corallinaceae. Formas filamentosas de diversas algas, associadas a algas calcárias articuladas, formam um tapete conhecido como “turf”, que dominam a fisionomia deste ecossistema insular¹².

Dentre os demais constituintes da flora local podemos destacar algas verdes como *Caulerpa* (Figura 1b), *Halimeda opuntia* (Figura 4a), *Penicillus capitatus* (Figura 4b), *Udotea* sp. (Figura 4c), *H. tuna* (Figura 4d) e algas pardas como *Dictyota* sp. (Figura 1a), *Dictyopteris delicatula* (Figura 4e), *Padina* sp. (Figura 4f), *Chnoospora minina* (Figura 4g), *Feldmania mitchel* (Figura 4h), *Asteronema breviararticulata* (Figura 4i). Estes grupos de algas, eretas e conspícuas, conseguem sobreviver à predação de peixes e inver-

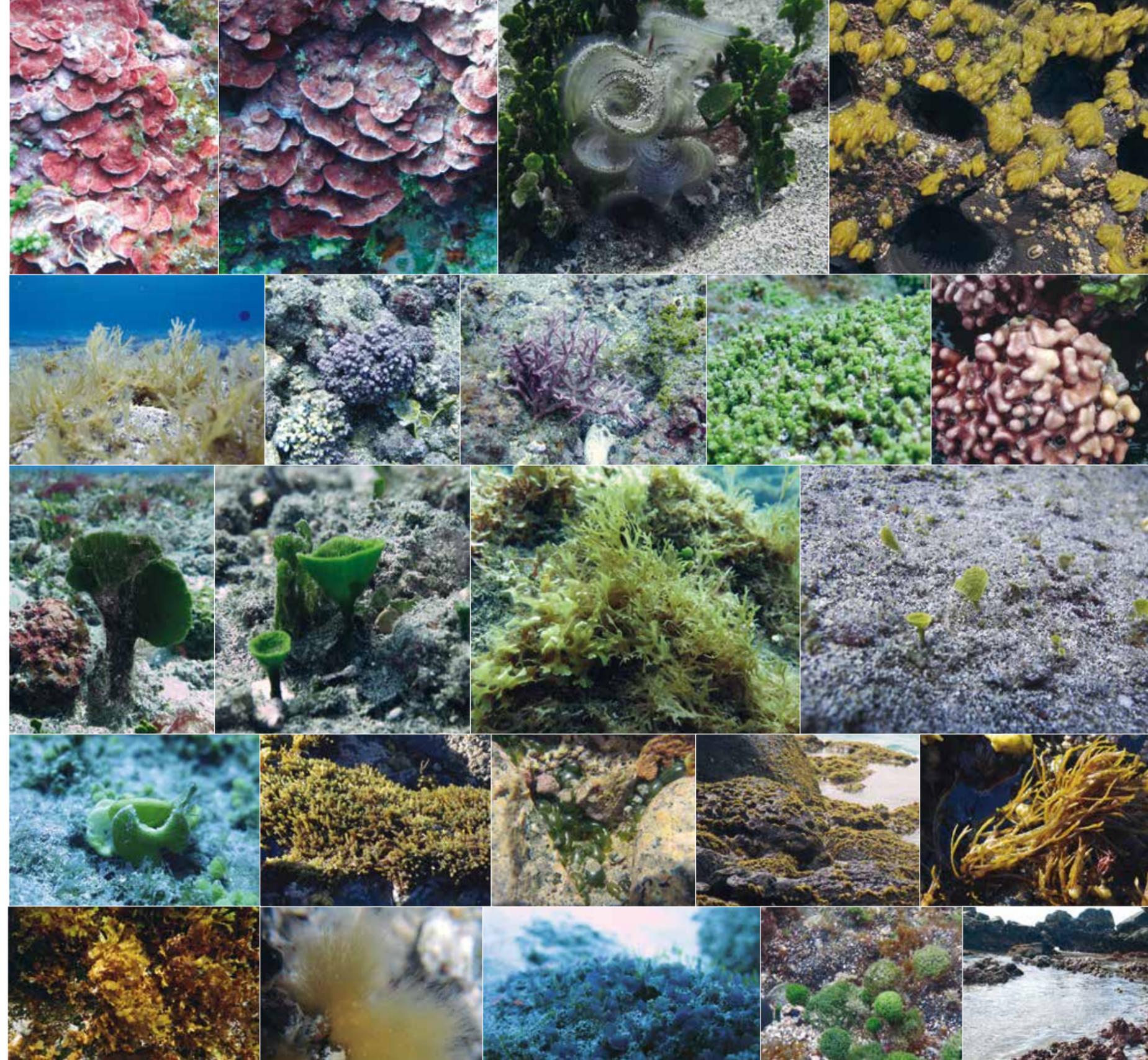


Figura 3. As algas calcárias não articuladas também são encontradas soltas no substrato. Estes aglomerados, conhecidos como banco de rodólitos, são encontrados em toda a Cadeia Vitória-Trindade.

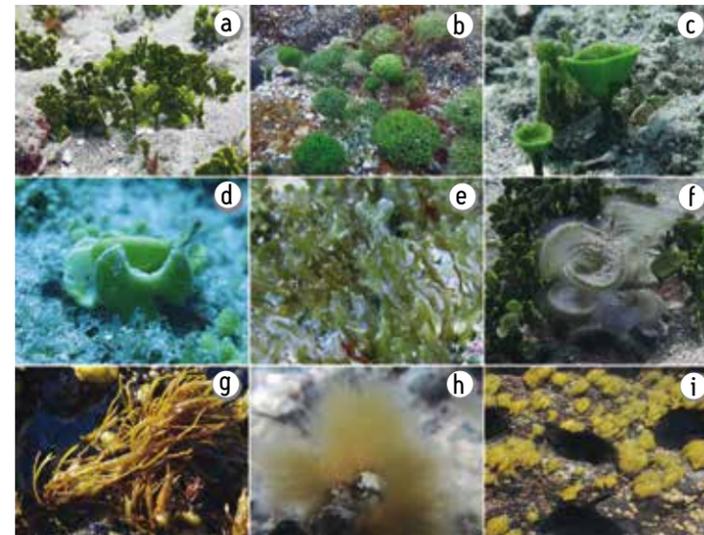


Figura 4. Algumas das macroalgas que podem ser avistadas nos costões, nas piscinas de maré e no infralitoral da Ilha da Trindade. (a) *Halimeda opuntia*. (b) *Penicillus capitatus*. (c) *Udotea sp.* (d) *H. tuna*, com sinais de herbivoria. (e) *Dictyopteris delicatula*. (f) *Padina sp.* (g) *Chnoospora minina*. (h) *Feldmania mitchel*. (i) *Asteronema breviarticulata*.

tebrados por sintetizarem compostos químicos que as tornam impalatáveis. A síntese destas substâncias é resultado de um longo e complexo processo evolutivo e/ou ecológico que pode conferir a estas algas a síntese de compostos bioativos com aplicações biotecnológicas. Algumas destas substâncias, que tem efeitos ecológicos, acabam revelando aplicações biotecnológicas diversas como na produção de fármacos e cosméticos¹³ (ver capítulo Potencial Biotecnológico Marinho).

Dentre as formas menos abundantes ou efêmeras destacamos a “Pérola Negra” dos ambientes submersos: *Ventricaria ventricosa* (Figura 5). Esta alga do grupo das Chlorophyta forma esferas de 3 cm de diâmetro a partir do desenvolvimento de uma estrutura que representa uma célula gigante. Em relação as cianobactérias filamentosas, grupo ineditamente estudado na ilha, sabe-se que são responsáveis por fixar o nitrogênio

e participar ativamente na ciclagem de nutrientes. Foram também um dos primeiros grupos de organismos a evoluir no planeta e são responsáveis pela origem da fotossíntese, com liberação de O₂, o que levou a oxigenação da atmosfera primitiva da Terra. Habitam ambientes diversificados e extremos, alternativamente, são oportunistas e podem indicar que alguma mudança abrupta no ecossistema está ocorrendo. A diversidade de cianobactérias encontrada na ilha é surpreendente.

Este aumento da diversidade de macroalgas em Trindade, certamente, está associado a concentração do esforço amostral prévio em zonas de infralitoral, através de dragagens. Porém, novos inventários do médio-litoral e do infralitoral, utilizando-se mergulho autônomo, completam o panorama.

Comparando o número de espécies de macroalgas das ilhas oceânicas do Brasil^{14,15,16}, a diversidade de algas vermelhas de Trindade é similar a Fernando de Noronha, e significativamente maior que do Atol da Rocas, Abrolhos e Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP). O número de espécies de algas verdes é similar a de Noronha e Abrolhos, e maior que do Atol e ASPSP. Já, a diversidade de algas pardas é similar ao Atol e a Abrolhos, e maior que em Noronha e ASPSP.

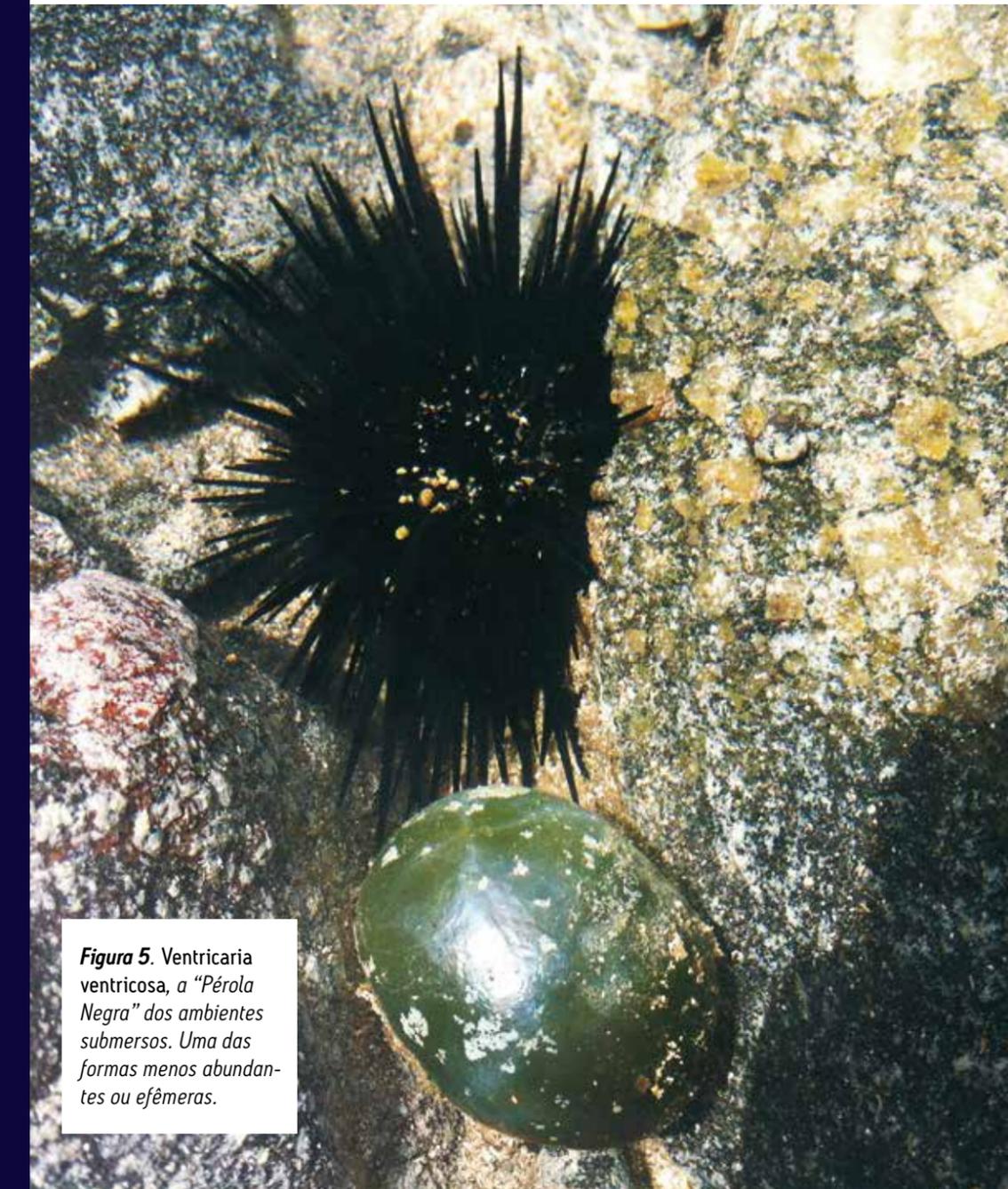


Figura 5. *Ventricaria ventricosa*, a “Pérola Negra” dos ambientes submersos. Uma das formas menos abundantes ou efêmeras.

Desta forma, observa-se que a Ilha da Trindade, considerando seu tamanho e isolamento, pode tratar-se de um *hotspot* de diversidade algal dentre as ilhas oceânicas. Por ser uma zona de transição, observa-se uma baixo grau de endemismo para algas no geral¹², exceto para as coralinácias. Porém, a mistura de massas de água, faz com que apresente particularidades em sua riqueza e diversidade que reforçam a necessidade de monitoramento contínuo da diversidade de macroalgas local. O aprimoramento de estudos sobre a composição florística, utilizando-se métodos moleculares de determinação de espécies permitirá não só a complementação do conhecimento da biodiversidade local, mas também o reconhecimento das relações de conectividade e interdependência deste importante ambiente oceânico com a região costeira.

O entendimento da composição e funcionamento desses fundos vegetados submersos permitirá avançarmos na compreensão dos serviços e produtos naturais representados por estes constituintes da biodiversidade marinha, levando ao desenvolvimento de alternativas de manejo e gestão destes ambientes estratégicos para o Brasil, principalmente frente as mudanças globais meteorológicas e oceanográficas vigentes.

Fotos: de MN Sissini e F Pellizzari

BIBLIOGRAFIA

- 1 Horta PA, Amancio E, Coimbra CS, Oliveira EC. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28: 243–265.
- 2 Pellizzari F, Santos-Pinto C, Karvat L, Porrua A, M. Cristine-Silva. Seaweeds from Trindade Island, Brazil: update on diversity, new records and abiotic monitoring facing meteorological and oceanographic changes. *Botanica Marina* (no prelo).
- 3 Yoneshigue-Valentin Y, Fernandes DP, Pereira CB, SM Ribeiro. Macroalgas da Plataforma continental da Ilha da Trindade e do Arquipélago de Martin Vaz (Espírito Santo - Brasil) X Reunião Brasileira de Ficologia: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos, 2005, Rio de Janeiro. Museu Nacional.
- 4 Bosellini A, Ginsburg RN. 1971. Form and internal structure of recent algal nodules (Rhodolites) from Bermuda. *The Journal of Geology* 79: 669–682.
- 5 Halfar J, Riegl B. 2013. From coral framework to rhodolith bed: sedimentary footprint of the 1982/1983 ENSO in the Galápagos. *Coral Reefs* 32(4): 985.
- 6 Dias GTM. 2000. Granulados bioclásticos: algas calcárias. *Revista Brasileira de Geografia Física* 18(3): 307–318.
- 7 Steller DL, Riosmena-Rodríguez R, Foster MS, Roberts CA. 2003. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 20.
- 8 Foster MS, Amado-Filho GM, Kamenos NA, Riosmena-Rodríguez R, Steller DL. 2013. Rhodoliths and Rhodolith Beds. In: Lang MA, Marinelli RL, Roberts SJ, Taylor PR (Eds.). *Research and Discoveries: The Revolution of Science through Scuba*. Washington: Smithsonian Institution Scholarly Press 143–155.
- 9 Pereira-Filho GH, Amado-Filho GM, Moura RL, Bastos AC, Guimarães SMPB, Salgado LT, Francini-Filho RB, Bahia RG, Abrantes DP, Guth AZ, Brasileiro PS. 2011. Extensive Rhodolith Beds Cover the Summits of Southwestern Atlantic Ocean Seamounts. *Journal of Coastal Research* 28: 261–269.
- 10 Sissini MN, Oliveira MC, Gabrielson PW, Robinson NM, Yuri BO, Riosmena-Rodríguez R, Horta PA. 2014. *Mesophyllum erubescens* (Corallinales, Rhodophyta) - so many species in one epithet. *Phytotaxa* 190(1) 299–319.
- 11 Sissini MN, Oliveira MC, Vieira-Pinto T, Torrano-Silva B, Horta PA. Coralline algae from Trindade Island, Brazil – so many species (em prep.)
- 12 Ito C, Pellizzari F. 2017. Diversidade e riqueza de “Turfs” algais da Ilha da Trindade: um ensaio macroecológico perante as mudanças meteoceanográficas. III Encontro Anual de Iniciação Científica da UNESPAR. Apucarana – Paraná.
- 13 Bernardi J, de Vasconcelos ERTPP, Lhullier C, Gerber T, Colepicolo P, Pellizzari FM. 2016. Preliminary data of antioxidant activity of green seaweeds (Ulvophyceae) from the Southwestern Atlantic and Antarctic Maritime islands. *Hidrobiológica* 26(2) 233–239.
- 14 Villaça R, Pedrini AG, Pereira SMB, Figueiredo MAO. 2006. Flora marinha bentônica das ilhas oceânicas brasileiras. In: *Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo* (RJV Alves, JWA Castro, eds.). Ministério do Meio Ambiente-SBF, Brasília. 105–146.
- 15 Burgos DC, Pereira SMB, Pedrosa MEB. 2009. Levantamento Florístico das Rodófitas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) - Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23(4) 1110–1118.
- 16 Figueiredo MAO. 2005. Diversity of macrophytes on the Abrolhos Bank, Brazil. Chapter 4. In: *A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil*. (Eds. Guilherme F. Dutra, Gerald R. Allen, Timothy Werner & Sheila A. McKenna). RAP Bulletin of Biological Assessment. 38: 67–74.



ESPONJAS DA ILHA DA TRINDADE

Esponjas (Filo: Porífera) são os animais multicelulares mais antigos na história evolutiva, vivendo em grande profusão de formas e cores associadas aos fundos rígidos e não consolidados nos mais diferentes ambientes marinhos, rasos e profundos. São filtradores sésseis, ou seja, vivem na fase adulta fixas ao fundo do mar ou corpos de água doce. Só algumas poucas espécies conseguem se movimentar pelo fundo (ex. *Tethya* spp.). Com mais de 8 mil espécies já identificadas no mundo, as esponjas marinhas são a grande maioria (Hooper & van Soest, 2002). O isolamento e a caracterização de compostos bioativos com potencial farmacológico oriundos de esponjas é um campo promissor da biotecnologia marinha (Berlinck et al., 2004; Laport et al., 2009).

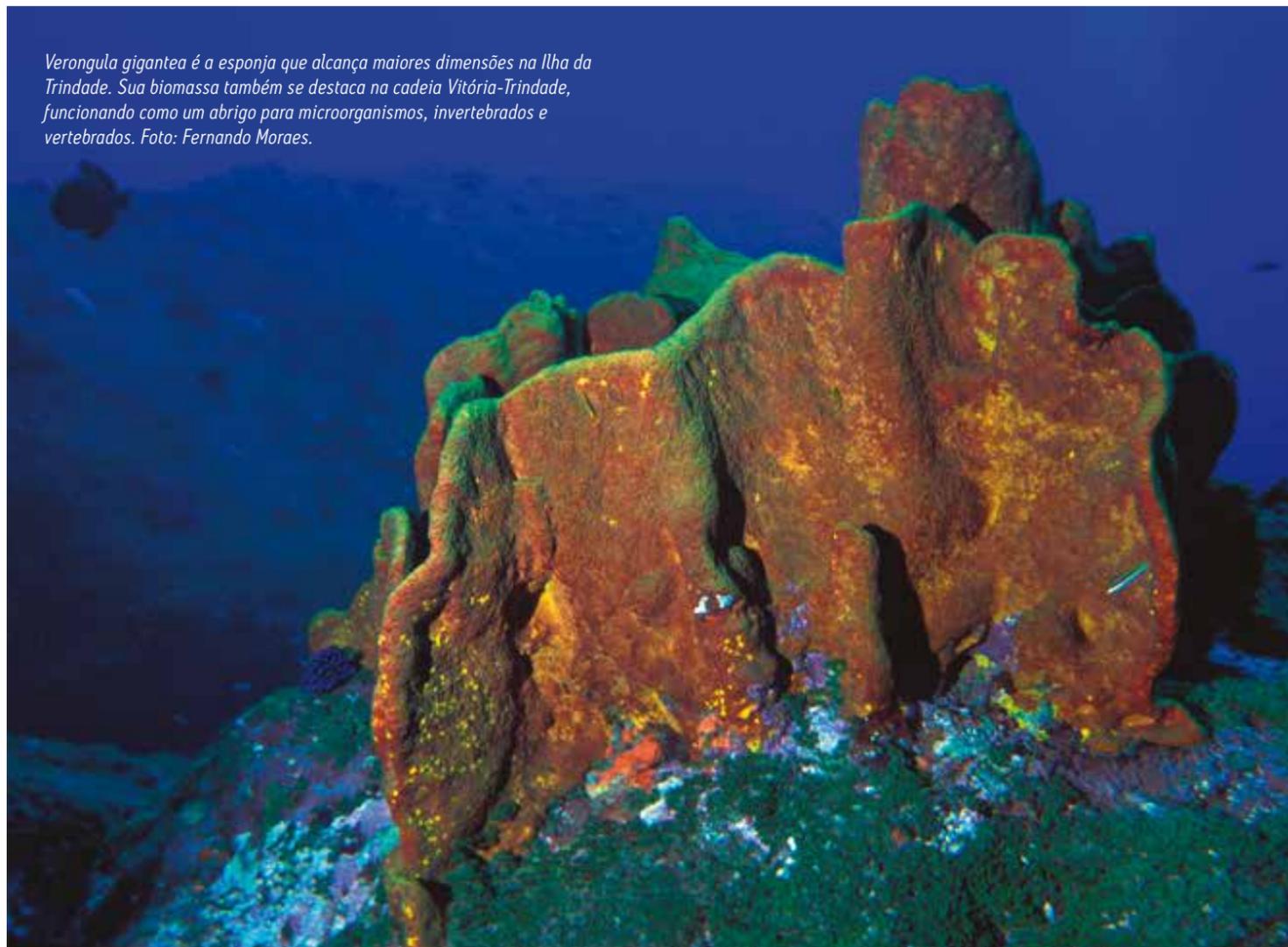


Verongula gigantea em forma de vaso.
Foto: Fernando Moraes.

Grande exemplar da esponja *Ectyoplasia ferox* recobrimdo a entrada de uma toca. Os ósculos amarelados são uma característica desta espécie.
Foto: Fernando Moraes.

Fernando Coreixas de Moraes^{1,2,*} e Guilherme Ramos da Silva Muricy^{2,*}
1 - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
2 - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
* - fmoraes@mn.ufrj.br; muricy@mn.ufrj.br

Verongula gigantea é a esponja que alcança maiores dimensões na Ilha da Trindade. Sua biomassa também se destaca na cadeia Vitória-Trindade, funcionando como um abrigo para microorganismos, invertebrados e vertebrados. Foto: Fernando Moraes.



As características fisiológicas das esponjas fazem delas animais bio-indicadores da qualidade da água, sendo muito úteis em estudos de monitoramento ambiental. Por serem filtradoras e sésseis, são sensíveis à qualidade da

água. Por isso, a estrutura ecológica das comunidades de esponjas revela padrões de distribuição das espécies relacionados à tolerância dos indivíduos aos parâmetros ambientais bióticos e abióticos. Descarga de poluentes or-

gânicos e químicos, aumento da erosão de encostas costeiras e desequilíbrios populacionais derivados da pesca indiscriminada de espécies chave no ecossistema, por exemplo, são alguns dos impactos que podem ser monito-

rados através de esponjas (Alcolado, 2007). Estes impactos de poluição, sedimentação e flutuação da estrutura das comunidades marinhas são cada vez maiores ao longo da costa brasileira e ilhas oceânicas. Na Ilha da Trindade, o intenso desgaste do solo, decorrente do desmatamento ocasionado pela inserção de diversos animais na ilha, no século XVIII, associado ao regime de chuvas e o alto grau de inclinação do terreno, gerou grandes voçorocas que evidenciam o carreamento de expressiva carga de sedimentos para o mar. Neste contexto, determinar índices de riqueza e densidade de esponjas ao longo dos costões rochosos da ilha tornou-se, especialmente, interessante para o monitoramento de longo prazo da diminuição da erosão local associada ao reflorestamento insular.

O ESTUDO DAS ESPONJAS NA ILHA DA TRINDADE

Costões rochosos insulares destacam-se na manutenção de uma rica e singular fauna de esponjas que desempenha diversos papéis na estruturação de comunidades bentônicas ao longo da costa brasileira, abrigando também espécies raras, ameaçadas e novas para a ciência (e.g., Ribeiro & Muricy, 2004; Cordonis et al., 2013; Batista et al., 2013; Pereira-Filho et al., 2015). O isolamento e a relativa pouca idade

geológica desta ilha vulcânica no meio do Atlântico Tropical, associada a uma cadeia de montes submarinos alinhados no sentido leste-oeste, despertam grande interesse científico no estudo de invertebrados sésseis e de curto ciclo de vida planctônico. Este alto valor biogeográfico da Ilha da Trindade no estudo das esponjas, somado ao levantamento concomitante dos poríferos das demais ilhas oceânicas brasileiras, nos levaram às primeiras coletas direcionadas para este grupo no local, em 2003. Assim, foi possível gerar um primeiro panorama da biodiversidade de Porifera em ambientes distintos, além de registrar informações ecológicas que permitem compreender melhor a distribuição em pequena escala desta fauna. Com isso, traçou-se uma linha de base para um futuro monitoramento deste grupo que desempenha importantes e complexos papéis ecológicos nos diferentes ambientes que colonizam (Wulff, 2011) e respondem distintamente aos estressores ambientais contemporâneos (e.g., sedimentação - Pineda et al., 2016).

BIODIVERSIDADE

Até o momento, 28 espécies de esponjas foram registradas para a Ilha da Trindade, incluindo quatro da Classe Calcarea e 24 da Classe Demospongiae (Tabela 1). Apesar do número de espécies ter se mantido baixo desde a

publicação da primeira lista sobre as esponjas locais (Moraes et al., 2006), houve um pequeno acréscimo com os resultados do Programa REVIZEE (Muricy et al., 2006) e o refinamento taxonômico na identificação de alguns táxons, incluindo duas espécies novas e de distribuição restrita. *Erylus latens* e *Crella (Grayella) brasiliensis* são duas espécies endêmicas de esponjas da Ilha da Trindade compartilhadas apenas com outras ilhas oceânicas brasileiras. A primeira distribuiu-se também no Arquipélago de São Pedro e São Paulo e a segunda é compartilhada com este arquipélago e o de Fernando de Noronha (Moraes, 2011). Este padrão de distribuição tão restrito e disjuncto, tipicamente insular e oceânico, é um indicativo da conectividade entre estas ilhas e de eventos de especiação periférica. Outra explicação plausível para estes endemismos é a extinção destas espécies na plataforma continental brasileira. Deve-se ter em mente que o esforço amostral é ainda relativamente incipiente frente à grande extensão e complexidade da área da plataforma e dos montes submarinos da cadeia Vitória-Trindade. Por isso, a intensificação de amostragens e análise dos fundos ao longo de pontos estratégicos da nossa “Amazônia Azul” é fundamental para avançar na compreensão dos padrões de distribuição e evolução da biodiversidade marinha brasileira.



Petrosia weinbergi é uma espécie rígida e rara de esponja na Ilha da Trindade, ponto mais ao sul de sua distribuição. Nota-se uma forte interação da esponja com as algas calcárias coralináceas, na qual ambos organismos crescem uns sobre os outros. Foto: Guilherme Muricy.

Estas interessantes características de distribuição de algumas espécies de esponjas da Ilha da Trindade, somadas ao grande isolamento e importância ambiental da mesma, reforçam a necessidade de ampliação do esforço de coleta de material biológico no local. Isso inclui ampliar a malha amostral com novos pontos e diferentes profundida-

des investigadas, concomitantemente com a intensificação do refinamento taxonômico. Uma considerável lacuna do conhecimento é a da fauna associada aos bancos de rodolitos da ilha (Pereira-Filho et al., 2012), habitat no qual esponjas destacam-se como estruturadoras da comunidade bento-nectônica (Pereira-Filho et al., 2014). Além de

contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a biodiversidade da ilha, estes esforços são fundamentais na potencialização das análises biogeográficas sobre esponjas das ilhas oceânicas brasileiras. Também relevante é a aplicação destes resultados na conservação de espécies de distribuição restrita à ambientes sobre pressões antrópicas, especialmente nas pequenas piscinas de maré existentes na ilha. Nelas há uma distinta fauna de esponjas, incluindo espécies novas e endêmicas formadas por frágeis esqueletos calcários (e.g., *Clathrina* sp.) e outras raras no local, que se desenvolvem ali recobrando os fundos (e.g., *Chondrilla nucula*). O inadvertido pisoteio destes fundos, como o existente na “Piscina do Parcel das Tartarugas”, assim como a contaminação por manchas de óleo na superfície do mar, podem colocar em risco estas populações. Por isso, é importante implementar programas de monitoramento, difusão científica e educação ambiental como medidas de manejo da singular biodiversidade da Ilha da Trindade.

INTERAÇÕES ECOLÓGICAS

Observações de campo e dados da literatura registram importantes interações ecológicas envolvendo as esponjas identificadas na Ilha da Trindade.

Algumas espécies são consumidas por peixes (e.g., *Holacanthus ciliaris*) e tartarugas (*Eretmochelys imbricata*), outras atuam como refúgios para diversas espécies de invertebrados e mesmo peixes de pequeno a grande porte (e.g., Ribeiro et al., 2004; Reis et al., 2013; Moraes, 2011). No caso da esponja *Verongula gigantea*, seu sugestivo nome já indica o grande tamanho do animal, o que a diferencia nos fundos rochosos da ilha; onde se destaca também como abrigo para ouriços-do-mar e peixes (e.g., donzelinhas e garoupas). Esta esponja gigante também responde por grande parte da alta representatividade da família Aplysinidae na região central brasileira amostrada pelo Programa REVIZEE, onde é o grupo com maior frequência de ocorrência e biomassa (Muricy et al., 2006). A esponja perfurante *Siphonodictyon coralliphagum* é outro exemplo da nomenclatura científica que espelha um hábito de vida peculiar do animal descrito na literatura. Ao perfurar o rígido substrato carbonático, a macia esponja expõe sua característica deletéria derivada de um engenhoso processo físico que é mediado quimicamente (Rützler & Rieger, 1973), dando a impressão de estar comendo o coral. Com isso, ela fragiliza as colônias de corais e ao

mesmo tempo disponibiliza minúsculas partículas de carbonato de cálcio (microchips de 20-100 μm) novamente no ambiente (Rützler, 1975). Este grupo de esponjas perfurantes altamente especializado é raro em ilhas cujas rochas são vulcânicas ou plutônicas e que têm baixa cobertura de organismos mineralizadores de carbonato de cálcio (e.g. algas calcárias coralináceas, corais, moluscos e bryozoários). Isso ocorre por elas colonizarem exclusivamente substratos carbonáticos, nos quais podem ser abundantes.

PERSPECTIVAS

Uma década após os primeiros resultados específicos sobre esponjas terem sido publicados, esta fauna da Ilha da Trindade continua pouco conhecida. As condições logísticas de acesso continuam sendo um forte limitador para as coletas de esponjas em novos pontos, principalmente nos locais mais afastados do POIT. De maneira semelhante, as coletas em ambientes abaixo dos 30 metros de profundidade continuam raras, apesar de revelarem registros únicos para a biodiversidade local. Expedições multidisciplinares envolvendo Mapeamentos Acústicos do fundo, Mergulhos Técnicos e Veículos de

Operação Remota (ROVs em inglês) devem ser incentivadas para propiciar a coleta de material biológico e a produção de registros fotográficos e em vídeo nestes ambientes singulares. A plataforma insular de Trindade é formada por costões e fundos rochosos, além de bancos de rodolitos, criando ambientes propícios para a colonização de uma interessante comunidade de esponjas (Moraes, 2011; Pereira-Filho et al., 2012).

Estas coletas complementares e o investimento de recursos, financeiros e humanos, no refinamento taxonômico das esponjas identificadas ao nível de gênero revelarão novas espécies para a ciência e novos registros para o Brasil. Neste sentido, destaca-se a Classe Calcarea, com três espécies consideradas novas que se encontram em processo de descrição formal, por exemplo (Moraes et al., 2006). *Cacospongia* sp. é outra esponja de taxonomia complexa, com esqueleto exclusivamente composto por fibras de espongina, representando um gênero raro no Brasil, e que só foi registrada nas piscinas de maré do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e da Ilha da Trindade; em ambos os locais a cerca de 20 cm de profundidade (Moraes, 2011).

Tabela 1: Lista alfabética de espécies de esponjas registradas para a Ilha da Trindade, incluindo abundância relativa, forma e referências.

Espécies	Abundância Relativa	Forma	Referências
<i>Agelas dispar</i>	**	Maciça	1, 4, 5
<i>Aiolochoxia crassa</i>	***	Maciça/Lobada	1, 4, 5
<i>Cacospongia</i> sp.	*	Incrustante espessa	1, 4
<i>Chalinula molitba</i>	*	Lobada	4, 5
<i>Chondrilla nucula</i> complexo	**	Incrustante	1, 4, 5
<i>Chondrosia collectrix</i>	**	Incrustante	1, 4, 5
<i>Clathria (Microciona)</i> sp.	*	Incrustante fina	4
<i>Clathrina</i> sp. 3	*	Incrustante	1
cf. <i>Hymedesmia</i> sp.	-	Incrustante	2, 5
<i>Clathrina</i> sp. 5	*	Incrustante	1
<i>Crella (Grayella) brasiliensis</i>	*	Incrustante	4
<i>Dysidea</i> sp.	-	Maciça	2, 5
<i>Ectyoplasia ferox</i>	**	Incrustante espessa	1, 4, 5
<i>Erylus latens</i>	*	Maciça	3, 4, 5
<i>Hippospongia</i> sp.	-	Maciça	2, 5
<i>Hyattella cavernosa</i>	*	Maciça	2, 5
<i>Ircinia felix</i>	**	Maciça	1, 4, 5
<i>Ircinia strobilina</i>	**	Maciça	1, 4, 5
<i>Leucandra rudifera</i>	*	Tubular Pequena	1, 4, 5
<i>Mycale (Carmia) microsigmatosa</i>	*	Incrustante	4
<i>Paraleucilla</i> sp.	*	Tubular Pequena	1
<i>Petrosia (Petrosia) weinbergi</i>	*	Incrustante espessa	1, 4, 5
<i>Plakinastrella microspiculifera</i>	**	Incrustante espessa	1, 4, 5
<i>Siphonodictyon coralliphagum</i>	*	Perfurante	1, 4, 5
<i>Spongia</i> sp.	-	Maciça	2, 5
<i>Timea</i> sp.	-	Incrustante fina	2, 5
<i>Topsentia ophiraphidites</i>	**	Maciça	1, 4, 5
<i>Verongula gigantea</i>	***	Maciça/Vasiforme	1, 2, 4, 5
TOTAL = 28 espécies			

Legenda: 1- Moraes et al., 2006; 2- Muricy et al., 2006; 3- Moraes & Muricy, 2007; 4- Moraes, 2011; 5- Muricy et al., 2011. *, rara; **, comum; ***, abundante; -, não estimada.



Poças de Maré do Parcel do Túnel representam outro ambiente singular na Ilha da Trindade. No seu interior há esponjas que não foram observadas em nenhum outro ponto da ilha. Foto: Guilherme Muricy.



Mycale microsigmatosa é outro exemplo de esponja com distribuição restrita na Ilha da Trindade, sendo confinada às poças de maré próximas ao túnel do paredão. Mesmo com hábito de vida incrustante, esta espécie abriga uma rica fauna de invertebrados em seu interior, como as anêmonas aqui observadas. Foto: Fernando Moraes.

A Piscina de Maré do Parcel das Tartarugas é um local emblemático para a conservação de esponjas na Ilha da Trindade. Ao mesmo tempo que recebe visitantes em suas águas calmas durante as marés baixas, abriga algumas espécies raras e endêmicas de esponjas. Foto: Fernando Moraes.



A espécie do complexo *Chondrilla nucula* é uma das principais colonizadoras dos fundos rochosos da Piscina de Maré do Parcel das Tartarugas, na Ilha da Trindade. Esta esponja é um importante item alimentar de tartarugas-de-pente, conseguindo crescer abrigada deste predador neste ambiente. Foto: Fernando Moraes.



Siphonodictyon coralliphagum é a única espécie de esponja perfurante registrada na Ilha da Trindade. Suas papilas inalantes e ósculos amarelos evidenciam apenas uma pequena parte do corpo do animal, que se desenvolve à medida que erode o rígido esqueleto carbonático do coral *Siderastrea stellata*. Foto: Guilherme Muricy.

BIBLIOGRAFIA

ALCOLADO, P., 2007. Reading the code of coral reef sponge community composition and structure for environmental bio-monitoring: some experiences from Cuba. In: Custódio et al. (Eds.), *Porifera Research: Biodiversity, Innovation and Sustainability*. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro: 3-10.

BATISTA, D.; PINHEIRO, R.; MURICY, G.; SENNA, A.; BREVES, A.; LOTUFO, T.; RAMALHO, L.; MORAES, F., 2013. Invertebrados bentônicos do Monumento Natural das Ilhas Cagarras. In: Moraes, F.; Bertoncini, A.; Aguiar, A. (Eds.), *História, Pesquisa e Biodiversidade do Monumento Natural das Ilhas Cagarras*. Série Livros 48, Museu Nacional, Rio de Janeiro: 62 - 105.

BERLINCK, R.G.S.; HAJDU, E.; ROCHA, R.M.; OLIVEIRA, J.H.H.L.; HERNÁNDEZ, I.L.C.; SELEGHIM, M.H.R.; GRANATO, A.C.; ALMEIDA, E.V.R.; NÚÑEZ, C.V.; MURICY, G.; PEIXINHO, S.; PESSOA, C.; MORAES, M.O.; CAVALCANTI, B.C.; NASCIMENTO, G.G.F.; THIEMANN, O.; SILVA, M.; SOUZA, A.O.; SILVA, C.L. & MINARINI, P.R.R., 2004. Challenges and rewards of research in marine natural products chemistry in Brazil. *Journal of Natural Products* 67: 510-522.

CORDONIS, C.; MORAES, F. & MURICY, G., 2013. A new species of *Latrunculia (Biannulata)* (Porifera: Demospongiae) from Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. *Marine Biodiversity* 43: 105-111.

HOOPER, J.N.A. & VAN SOEST, R.W.M., 2002 (Eds.). *Systema Porifera, a guide to the classification of sponges*. Kluwer Academic/ Plenum Publisher.

LAPORT, M.S.; SANTOS O.C.S. & MURICY, G., 2009. Marine Sponges: Potential Sources of New Antimicrobial Drugs. *Current Pharmaceutical Biotechnology* 10: 86-105.

MORAES, F.C., 2011. *Esponjas das Ilhas Oceânicas Brasileiras*. Série Livros 44, Museu Nacional, Rio de Janeiro: 152 pp.

MORAES, F.C. & MURICY, G., 2007. A new species of *Erylus* (Geodiidae, Demospongiae) from Brazilian oceanic islands. In: Custódio et al. (Eds.), *Porifera Research: Biodiversity, Innovation and Sustainability*. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro: 467-475.

MORAES, F.C.; VENTURA, M.; KLAUTAU, M.; HAJDU, E. & MURICY, G., 2006. Biodiversidade de esponjas das ilhas oceânicas brasileiras. In: Alves, R.J.V. & Castro, J.W.A. (Orgs.), *Ilhas Oceânicas Brasileiras – da pesquisa ao manejo*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas: 147-178.

MORAES, F.C.; VILANOVA, E.P. & MURICY, G., 2003. Distribuição das esponjas (Porifera) na Reserva Biológica do Atol das Rocas, Nordeste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional, Série Zoológica* 61(1): 13-22.

MURICY, G.; SANTOS, C.P.; BATISTA, D.; LOPES, D.A.; PAGNONCELLI, D.; MONTEIRO, L.C.; OLIVEIRA, M.V.; MOREIRA, M.C.F.; CARVALHO, M.S.; MELÃO, M.; KLAUTAU, M.; RODRIGUEZ, P.R.D.; COSTA, R.N.; SILVANO, R.G.; SCHWIENK, S.; RIBEIRO, S.M.; PINHEIRO, U. & HAJDU, E., 2006. Capítulo 3. Porifera. In: Lavrado, H.P. & Ignacio, B.L. (Eds.), *Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Série Livros 18, Museu Nacional, Rio de Janeiro: 109-145.

PEREIRA-FILHO, G.H.; AMADO-FILHO, G.M.; MOURA, R.L.; BASTOS, A.C.; GUIMARÃES, S.M.P.B.; SALGADO, L.T.; FRANCINI-FILHO, R.B.; BAHIA, R.G.; ABRANTES, D.P.; GUTH, A.Z.; & BRASILEIRO, P.S., 2012. Extensive Rhodolith Beds Cover the Summits of Southwestern Atlantic Ocean Seamounts. *Journal of Coastal Research* 28(1): 261-269.

PEREIRA-FILHO, G.H.; FRANCINI-FILHO, R.B.; PIETROZZI-JR, I.; PINHEIRO, H.T.; BASTOS, A.C.; MOURA, R.L.; MORAES, F.C.; MATHEUS, Z.; BAHIA, R.G.; AMADO-FILHO, G.M., 2015. Sponges and fish facilitate succession from rhodolith beds to reefs. *Bulletin of Marine Science* 91(1): 45-46.

PINEDA, M.C.; DUCKWORTH, A. & WEBSTER, N., 2016. Appearance matters: sedimentation effects on different sponge morphologies. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 96(2): 481-492.

REIS, F.; MORAES, F.; BATISTA, D.; VILLAÇA, R.; AGUIAR, A. & MURICY, G., 2013. Diet of the queen angelfish *Holocentrus ciliaris* (Pomacanthidae) in São Pedro e São Paulo Archipelago, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 93(2): 453-460.

RIBEIRO, S.; OMENA, E.P. & MURICY, G., 2003. Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 951-959.

RÜTZLER, K. & RIEGER, G., 1973. Sponge Burrowing: Fine Structure of *Cliona lampa* Penetrating Calcareous Substrata. *Marine Biology* 21: 144-161.

RÜTZLER, K., 1975. The role of burrowing sponges in bioerosion. *Oecologia* 19: 203-216.

WULFF, J., 2011. Functional importance of biodiversity for coral reefs of Belize. In: Palomares, M.L.D., Pauly, D. (Eds.), *Too Precious to Drill: the Marine Biodiversity of Belize*. Fisheries Centre Research Reports 19(6): 52-56.

CNIDARIA DA ILHA DA TRINDADE

O que são os cnidários?
São animais aquáticos que podem ser encontrados em todos os oceanos, além de alguns rios e lagos. Existem mais de 10.000 espécies de cnidários, os quais formam o Filo Cnidaria. Duas características importantes definem os cnidários: a primeira é a presença de uma célula exclusiva chamada de cnidócito. Os cnidócitos são células que possuem substâncias urticantes que são utilizadas para a captura de alimentos e defesa do animal. A segunda característica é que podem existir dois tipos de formas corporais: a “medusa”, como as águas-vivas, que ficam à deriva nos oceanos e o “pólipo” que é fixo no fundo dos mares, como as anêmonas-do-mar (Brusca e Brusca 2007).



Autores:

Carla Zilberberg^{1,2}, Maria Eduarda A. Santos³, Livia Peluso¹, Edson Faria Junior⁴, Débora O. Pires^{2,5}

¹ Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

² Instituto Coral Vivo

³ Departamento de Biologia, Química e Ciências Marinhas, University of the Ryukyus

⁴ Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina

⁵ Departamento de Invertebrados, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Os pólipos também podem ser coloniais, como os corais e zoantídeos apresentados nesse livro. Muitas espécies de cnidários possuem tantos pólipos quanto medusas no seu ciclo de vida, porém, em alguns grupos só ocorre uma dessas formas, podendo, assim, ter espécies com somente medusas e outras com somente pólipos. Aqui serão apresentados os cnidários mais comuns de substrato consolidado da Ilha de Trindade, que são representados pelos antozoários.

OS ANTOZOÁRIOS (Classe Anthozoa)

O nome desses animais vem do grego e significa “animais flor” (Anthos = flor, Zoon= animal). Esse é o maior grupo dos cnidários, com mais de 6.000 espécies, e onde estão incluídos os corais pétreos, as anêmonas-do-mar, os zoantídeos e os octocorais. Todas as espécies do grupo são sésseis (fixos) e têm a forma de pólipos. Possuem o corpo cilíndrico, com uma cavidade interna dividida por lâminas verticais de tecidos (mesentérios). Apresentam tentáculos ao redor da boca, sendo esta a única abertura do corpo. Os antozoários são os maiores e mais complexos pólipos encontrados entre os cnidários. O grupo é predominantemente marinho e a maioria das espécies vive fixa a um substrato duro (rochas ou recifes).

Esses animais podem ser solitários ou coloniais, quando vários pólipos são conectados fisicamente. Algumas espécies possuem relação de simbiose com microalgas, conhecidas como zooxantelas. Nessa relação, as zooxantelas vivem no tecido dos antozoários e realizam fotossíntese. Em troca do abrigo, as zooxantelas ajudam o antozoário forne-

cendo parte da energia que obtém pela fotossíntese. Na Ilha da Trindade, os antozoários são encontrados desde poças de maré até cerca de 360m (Castro et al. 2006).

OS HEXACORAIS (Subclasse Hexacorallia)

Este grupo é bastante diversificado, possuindo os maiores pólipos dentre todos os antozoários. Podem ser solitários ou coloniais. Apresentaremos os hexacorais que são comumente encontrados nos substratos rochosos rasos, ao redor da Ilha da Trindade.

CORAIS PÉTREOS OU VERDADEIROS (Ordem Scleractinia)

Os corais pétreos ou corais escleractínios são formados por um (solitários) ou mais pólipos (coloniais) que produzem um esqueleto calcário externo. É o grupo mais diverso dos hexacorais, existindo pouco mais do que 1.400 espécies. Os pólipos desses animais têm tamanhos variáveis, e muitas vezes são bem pequenos. A forma de crescimento do esqueleto também varia, podendo ser arborescente, palmada, com nódulos, ou incrustante, dentre outras. Os esqueletos dos corais recifais formam uma estrutura tridimensional que serve de refúgio para diversos outros organismos, como poliquetas, ofiúros, ouriços, polvos, peixes e etc. Esses corais que vivem em associação com as zooxantelas são um dos principais formadores da estrutura dos recifes de coral, ambientes marinhos de grande importância ecológica e econômica. Os recifes de coral são habitats que apresentam a maior diversidade no meio marinho, assim como as florestas tropicais em ambientes terrestres.



Fig. 1: O coral *Favia gravida* (Verrill, 1868) é encontrado normalmente nas partes mais rasas, principalmente em poças de marés. Na Crista do Galo podem ser vistas muitas colônias deste coral (Foto: Lívia Peluso).



Fig. 2: O coral *Mussismilia leptophylla* (Verrill, 1868) (= *Favia leptophylla*; ver Budd et al. 2012) é endêmico do Brasil. É uma espécie pouco abundante, que ocorre normalmente em profundidades maiores do que 10 m. Na enseada de Orelhas existe uma grande colônia desse coral, com mais de 80 cm de diâmetro (Foto: Lívia Peluso).

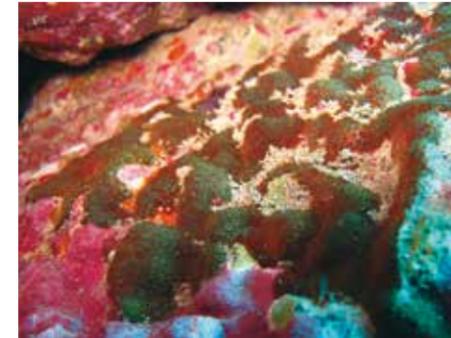


Fig. 3: O coral *Madracis decactis* (Lyman, 1859) é uma espécie mais difícil de ser observada, ocorrendo muitas vezes próximos a pequenos buracos e fendas nas rochas (Foto: Maria Eduarda A. Santos).



Fig. 4: O coral *Montastraea cavernosa* (Linnaeus 1767), conhecido como coral casca de jaca, é uma das espécies de coral pétreo mais comuns na Ilha da Trindade. Ocorre geralmente abaixo de 20 m de profundidade e suas colônias podem ter mais de 1 m de diâmetro (Foto: Lívia Peluso).



Fig. 5: O coral cérebro *Mussismilia hispida* (Verrill, 1901), é outra espécie de coral endêmico do Brasil. Apesar de não ser muito abundante na Ilha da Trindade, pode ser visto em diversos pontos normalmente em profundidades maiores que 6 m (Foto: Edson Faria Junior).



Fig. 6: *Porites* sp. é um coral encontrado em ambientes rasos na Ilha de Trindade. Essa espécie pode ser facilmente encontrada no Túnel e na Crista do Galo (Foto: Lívia Peluso).



Fig. 7: O coral *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 é um dos corais pétreos mais comuns, ocorrendo tanto em locais rasos, como por exemplo em poças de marés, quanto mais fundos (Foto: Lívia Peluso).

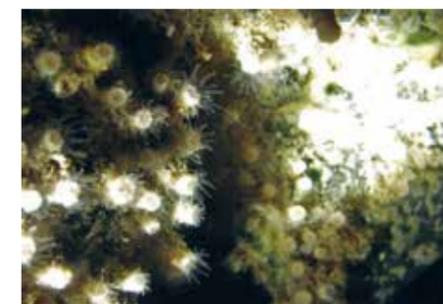


Fig. 8: O coral *Polycyathus* sp. não possui simbiose com as microalgas zooxantelas, portanto, normalmente habita locais com pouca ou nenhuma luz solar. Essa colônia foi fotografada em uma caverna próxima ao Monumento, na face oeste da ilha da Trindade, a 25 metros de profundidade. (Foto: Edson Faria Junior).

AS ANÊMONAS-DO-MAR (Ordem Actiniaria)

As anêmonas-do-mar possuem pólipos solitários e não possuem um esqueleto rígido, mas sim um esqueleto de sustentação hidrostático. São sempre solitárias mas podem fazer reprodução assexuada formando novos pólipos. É um grupo bastante diverso dentre os hexacorais. Existem aproximadamente 1.200 espécies, e como



Fig. 9 - A pequena anêmona-do-mar vermelha *Anemonia sargassensis* Hargitt, 1908, pode ser encontrada em algumas piscinas de maré da Ilha da Trindade (Foto: Edson Faria Junior).



Fig. 11 - *Bunodosoma caissarum* Corrêa in Belém, 1987, é uma anêmona-do-mar amplamente distribuída pela costa brasileira. Na Ilha da Trindade ela pode ser encontrada no limite da zona entre-marés, especialmente na Ilha da Racha. (Foto: Edson Faria Junior).

os corais pétreos, podem ser encontrados nas mais diversas latitudes e profundidades, desde ambientes profundos até em poças de marés, em regiões tropicais ou até mesmo polares.

Raramente encontramos anêmonas-do-mar na Ilha da Trindade, mas elas podem ser vistas, principalmente, em poças de maré ou em tocas e cavernas abaixo dos 15m de profundidade.

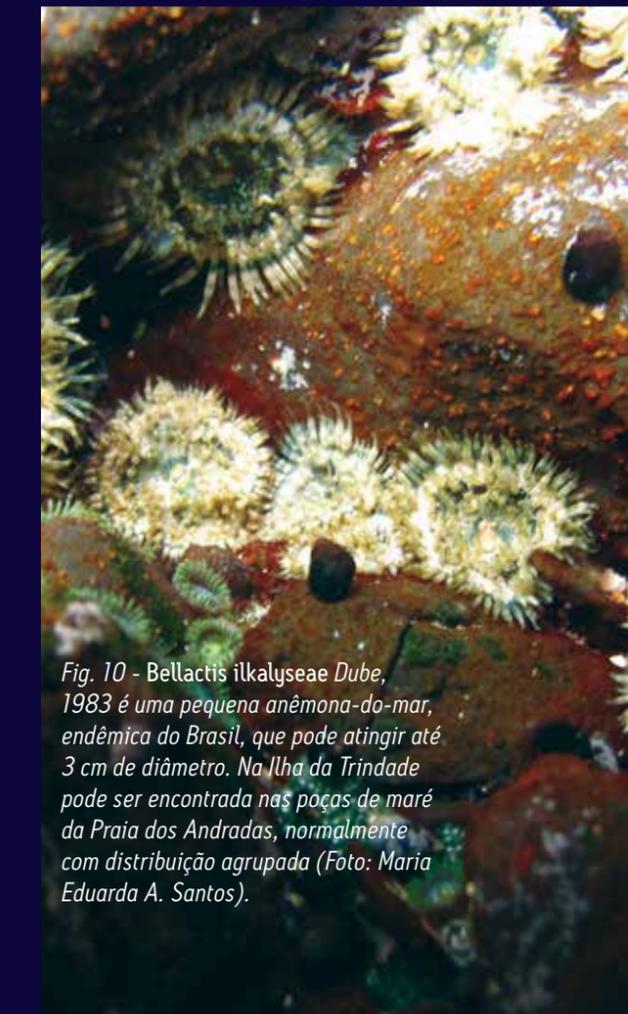


Fig. 10 - *Bellactis ilkalyses* Dube, 1983 é uma pequena anêmona-do-mar, endêmica do Brasil, que pode atingir até 3 cm de diâmetro. Na Ilha da Trindade pode ser encontrada nas poças de maré da Praia dos Andradas, normalmente com distribuição agrupada (Foto: Maria Eduarda A. Santos).



Fig. 12 - *Condylactis gigantea* ou *anêmona gigante* (Weinland, 1860) pode ser encontrada no Paredão do Túnel, na ponta sul da Ilha da Trindade. Essa espécie encontra-se em declínio no Brasil, com evidências concretas de eventos de extinção locais e regionais, por essa razão consta da lista oficial de espécies ameaçadas de extinção, sendo categorizada atualmente como “Em Perigo” (MMA, 2014) (Foto: Anaíde W. Aued).



Fig. 13 - A *anêmona Telmatactis rufa* (Verrill, 1900) pode ser encontrada por toda a Ilha da Trindade, desde as piscinas de maré, até mais de 20 m de profundidade, especialmente em cavernas e tocas com pouca luz. Apresentam grande variação de cor, ocorrendo desde formas mais rosadas a mais alaranjadas (Foto: Edson Faria Junior).

ZOANTÍDEOS

(Ordem Zoantharia)

Os zoantídeos possuem dois ciclos de tentáculos ao redor da boca e diversas formas de pólipos e cores. Além disso, têm a habilidade de agregar no tecido do pólipos grãos de sedimento, como areia ou silte. As espécies do gênero *Palythoa* (Figs. 14-16) são comuns em diversos locais da Ilha da Trindade, e esses zoantídeos costumam incorporar grande quantidade de areia em seus tecidos. O sedimento ajuda na sustentação do pólipos, uma vez que esses animais não têm o esqueleto calcário que os corais possuem. Entretanto, existem zoantídeos que não possuem sedimento nos tecidos. As espécies do gênero *Zoanthus* (Figs. 17 e 18), que são também encontrados em recifes rochosos ao redor da ilha, são exemplos de zoantídeos moles que não agregam sedimento. As colônias de zoantídeos, como *Palythoa* e *Zoanthus*, servem de abrigo para outros organismos. Por exemplo, pequenos caranguejos e moluscos se escondem de predadores entre os pólipos dessas colônias. Além disso, algumas espécies possuem a capacidade de produzir substâncias tóxicas. É provável que os zoantídeos produzam essas substâncias para se defender dos predadores e competir por espaço com outros organismos, como as algas e os corais. Contudo, os pólipos de zoantídeos servem de alimento para animais que têm resistência a essas substâncias, como algumas espécies de tartarugas e peixes.



Fig. 14 - *Palythoa caribaeorum* Duchassaing de Fonbressin & Michelotti, 1860, popularmente conhecido como *baba-de-boi* é a espécie de zoantídeo mais comum na Ilha da Trindade. Esse nome curioso se deve a grande quantidade de muco secretada pelas suas colônias. Essa espécie pode ser encontrada em poças de marés até profundidades de 10 metros em diversos pontos da ilha (Foto: Maria Eduarda A. Santos).



Fig. 15 - Colônias do zoantídeo *Palythoa variabilis* (Duerden, 1898) são geralmente encontradas em ambientes mais profundos que 5 metros. Essa espécie possui os pólipos maiores do que *Palythoa caribaeorum* e *Palythoa aff. clavata*. (Foto: Maria Eduarda A. Santos).

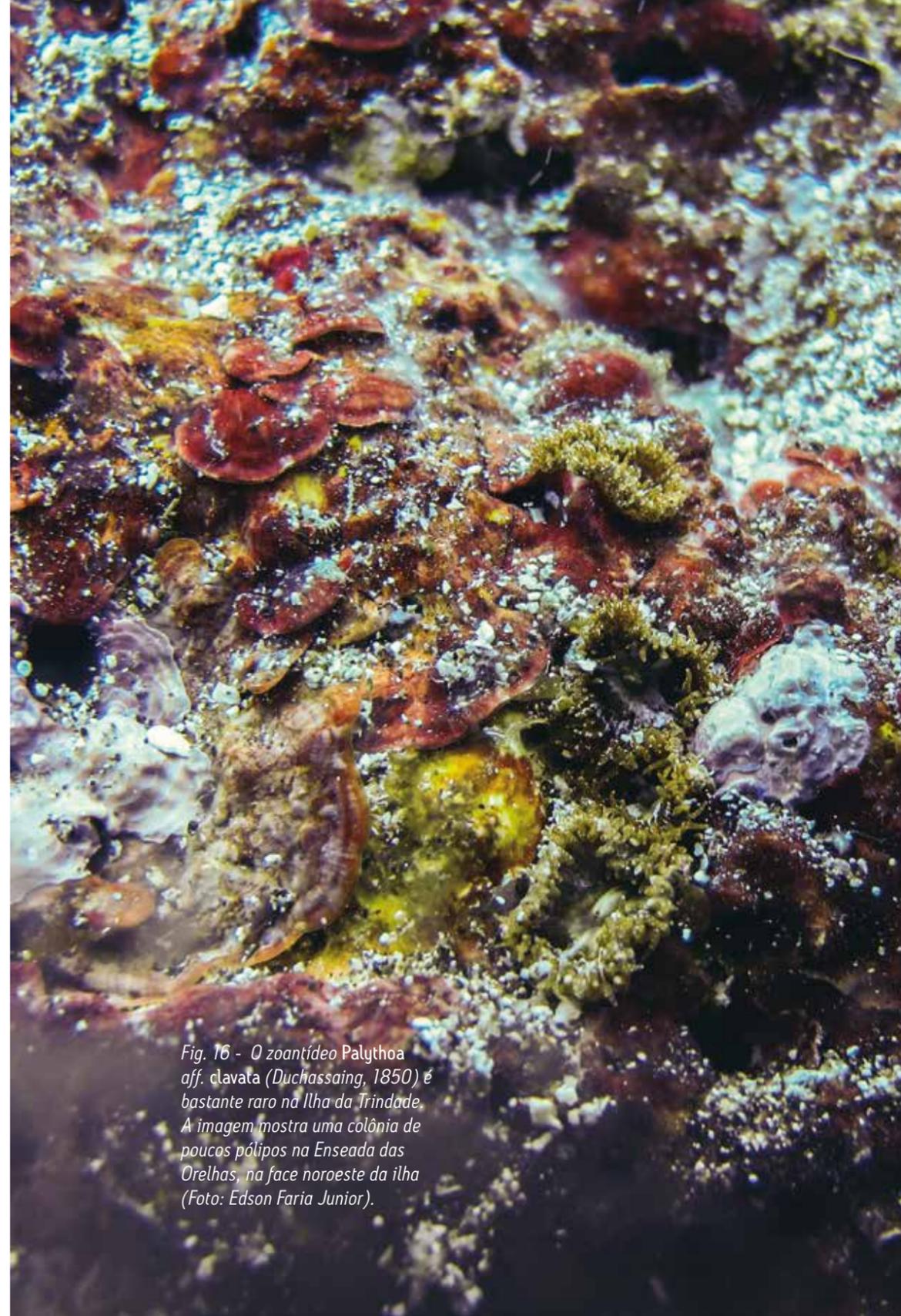


Fig. 16 - O zoantídeo *Palythoa aff. clavata* (Duchassaing, 1850) é bastante raro na Ilha da Trindade. A imagem mostra uma colônia de poucas pólipos na Enseada das Orelhas, na face noroeste da ilha (Foto: Edson Faria Junior).

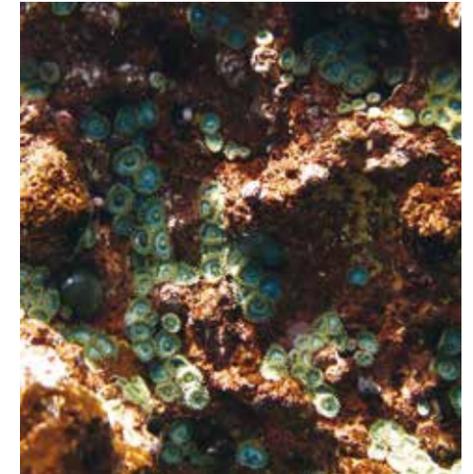


Fig. 17 - O zoantídeo *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1768) é encontrado em poças de marés na Ilha da Trindade e pode formar grandes colônias com mais de 1 metro de extensão. Diferente das espécies de *Palythoa*, as espécies de zoantídeo do gênero *Zoanthus* não agregam sedimento nos tecidos dos pólipos (Foto: Maria Eduarda A. Santos).



Fig. 18 - As colônias de zoantídeos *Zoanthus aff. pulchellus* (Duchassaing de Fonbressin & Michelotti, 1864) são bastante comuns nas poças de maré das praias de Andradas e Tartarugas (Foto: Maria Eduarda A. Santos).

OS OCTOCORAIS

(Subclasse Octocorallia)

Os octocorais formam um grupo de antozoários com cerca de 3.000 espécies. São sempre coloniais e possuem pólipos diminutos, sempre com oito tentáculos pinados. A forma de suas colônias pode ser bastante diversa, podendo ser palmadas, em forma de chicote ou incrustantes, dentre outras. Os octocorais secretam estruturas calcárias microscópicas, os escleritos, que ajudam na sustentação dos pólipos e da colônia. Existe um grupo de octocorais, que além dos escleritos calcários, produz um esqueleto interno córneo (como nossas unhas) na parte central de suas colônias. Esses octocorais são comumente conhecidos como gorgônias. Na Ilha da Trindade, a espécie mais comum é a gorgônia *Plexaurella regia* Castro, 1989, que é endêmica do Brasil e é encontrada normalmente em substratos rochosos entre 10 e 30 metros de profundidade (Figs. 19, 20).



Fig. 19 - A gorgônia *Plexaurella regia* Castro, 1989, endêmica do Brasil, pode ser encontrada em quase toda a ilha. Esse espécime foi registrado aos 15 metros de profundidade na Praia das Tartarugas, localizada no sudeste da ilha. (Foto: Edson Faria Junior).



Fig. 20 - Detalhe de uma colônia da gorgônia *Plexaurella regia*, Castro, 1989, da Ilha da Trindade (Foto: Livia Peluso).

BIBLIOGRAFIA

Brusca RC, Brusca GJ (2007). Invertebrados. Segunda edição. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 968 pp.

Budd ANNF, Fukami H, Smith ND, Knowlton N (2012) Taxonomic classification of the reef coral family Mussidae (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). Zool J Linn Soc 166: 465–529.

MMA, 2014. Portaria 445, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União de 18/12/2014, no 245, Seção 1, p. 126.

Castro, C. B., Pires, D. O., Medeiros, M. S., Loiola, L. L., Arantes, R. C. M., Thiago, C. M., Berman, E. 2006. Cnidaria: Corais. Pages 147–192 in H. P. Lavrado and B. L. Ignácio, eds. Biodiversidade bêntica da costa central brasileira. (Série Livros n. 18). Museu Nacional, Rio de Janeiro.



NEMATOFAUNA DA ILHA DA TRINDADE

Nematoda livres são considerados o grupo de animais mais representativos do Bentos marinho e estuarino (organismos que vivem em dependência do substrato/fundo oceânico), atingindo densidades de milhões de indivíduos/m² (1). Esse grupo, apesar de deter um grande número de espécies parasitas, possui cerca de 4 a 5 mil espécies de vida-livre marinhos (2). O número parece bem reduzido quando comparado ao total de 26.646 espécies registradas para o filo, ainda mais quando há estimativas da existência de cerca de um milhão ou até mesmo de 100 milhões de espécies no mundo (3, 4).

Apesar dessa grande diversidade de espécies, a morfologia desses organismos é bastante homogênea (5). A maioria dos nematódeos de vida-livre



Autor: Thuareag Santos¹ & Virág Venekey^{2*}
^{1,2}Grupo de Estudos de Nematoda Aquáticos (GENAQ), Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental Marinho, Universidade Federal do Pará (UFPA), Av. Augusto Corrêa, 01, 66075-110 Guamá-Belém-PA, Brasil. *autor para correspondência: venekey@ufpa.br / virag_venekey@yahoo.com.br

são menores que 2,5mm de comprimento (6), sendo grande parte com aproximadamente 1mm. De maneira geral, possuem o corpo alongado, cilíndrico e afilado em ambas as extremidades. Essa forma é uma adaptação importante para se mover em espaços pequenos, sendo típica de animais que habitam entre grãos sedimentares.

No ambiente marinho, esses organismos ocorrem em qualquer tipo de sedimento (7), desde as dunas no nível da maré alta, na zona de entremarés, até as fossas oceânicas mais profundas (6;7), em todas as latitudes. A alta densidade e diversidade dos Nematoda estão relacionadas a três fatores principais: capacidade de ocupar os espaços entre grãos sedimentares; tolerância a diversos estresses ambientais e a diversidade da estrutura bucal, que permite explorar diferentes itens alimentares presentes (9).

De uma forma geral, os Nematoda geralmente apresentam maiores densidades em sedimentos mais finos e podem atingir densidades na ordem de 100.000/m² (10;11). Ainda assim, esta estimativa pode ser baixa, já que a maioria dos trabalhos considera apenas os primeiros 10cm da camada de sedimento, apesar dos Nematoda penetrarem até vários metros de profundidade (12) dependendo do ambiente. Diferentemente da densidade, a diversida-

de dos nematódeos é geralmente maior em sedimentos mais grossos, podendo a dominância se alterar sob a influência de diversos fatores ambientais (8).

Os Nematoda desempenham um papel fundamental no fluxo energético nos ambientes marinhos e nas cadeias tróficas bentônicas. Participam ativamente na remineralização de nutrientes e servem de alimento para diversos organismos como juvenis de peixes e crustáceos (13). Além disso, são considerados uma ferramenta importante em estudos de impactos ambientais, dada sua distribuição em praticamente qualquer tipo de ecossistema, à sua elevada abundância e riqueza de espécies e à sensibilidade a diversos poluentes e alterações ambientais (14).

No Brasil, até 2008, foram registrados 11 ordens, 59 famílias, 294 gêneros e 231 espécies de Nematoda (15). Contudo, as pesquisas existentes encontram-se em sua maior parte em ambientes de acesso relativamente fácil, como: manguezais, costões rochosos e praias arenosas, sendo poucos os estudos em ambientes extremos como ilhas oceânicas. Em se tratando de ilhas oceânicas, os únicos trabalhos sobre Nematoda no Brasil foram realizados no Atol das Rocas (16, 17, 18, 19), no arquipélago de São Pedro e São Paulo (20, 21) e, mais recentemente, na Ilha da Trindade.

O levantamento inicial da nematofauna da Ilha da Trindade foi feita a partir de amostras coletadas nos meses de agosto e dezembro de 2014, nas praias dos Cabritos, Parcel, Portugueses, Príncipe e Tartarugas, em diferentes regiões da região do entremarés (médiolitoral superior, médio e inferior) e em diferentes profundidades na coluna sedimentar (0-10 cm e 10-20 cm).

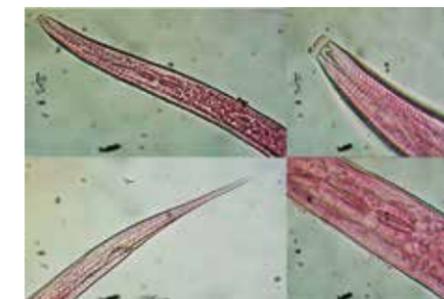
Um total de 38 espécies, em 36 gêneros de Nematoda, pertencentes a 16 famílias, foram registradas nas praias de Trindade. A identificação ao nível de espécie só foi possível no caso do gênero *Prorhynchonema*. Dentre todas as espécies encontradas nas praias da ilha, *Theristus* sp.1, *Theristus* sp.2, *Paracanthochus* sp. e *Viscosia* sp. foram as mais abundantes, representado mais de 50% de toda a nematofauna encontrada. Essas espécies estiveram presentes em todas as praias, regiões do entremarés e profundidades. Algumas das espécies são apresentadas em fotos a seguir.



Belbolla sp.



Innocuonema sp.



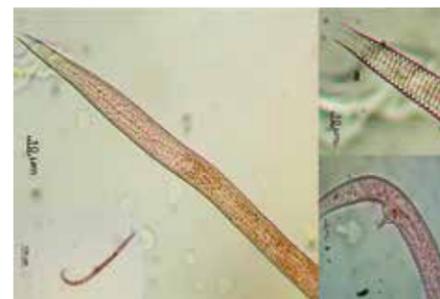
Spilophorella sp.



Parachantonchus sp.



Viscosia sp.



Prorhynchonema goubaultae Nicholas & Stewart, 1995



Theristus sp.2



BIBLIOGRAFIA

1. Warwick RM, Price R. 1979. Ecological and metabolic studies on freeliving nematodes from estuarine mud-flat. *Estuarine and Coastal Marine Science* 9: 257-271.
2. Lorezen S. 1994. The Phylogenetic systemaic of free-living nematodes. The Ray Society Intitute, p383.
3. Hugot JP.; Baujard P; Morand S. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology* 3: 199-208.
4. Lamshead PJD. 1993. Recent development in marine benthic biodiversity research. *Oceanis* 19:5-24.
5. Ruppert, EE.; Barnes R D.2005. *Zoologia dos invertebrados*. 7. ed. São Paulo: Roca.
6. Nicholas WL. 1984. The biology of free-living nematodes. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press. p251.
7. Heip C, Vincx M, Vranken G. 1985. The ecology of marine Nematodes. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 23, 399 – 489.
8. Platt HM, Warwick R.M. 1980. The significance of free-living nematodes to the littoral ecosystem. *In: The shore environment, Vol.2: ecosystems*. Price JH, Irvine DEG, Farnham WF (Editores), Academic Press, London.
9. Bouwman LA. 1983. A survey of Nematodes from the Ems estuary. Part II: Species assemblages and associations. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik* 110: 345-376.
10. Warwick RM. 1971. Nematode Associations of the Exe estuary. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 51: 439-454.
11. McLachlan A, Brown AC. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic press, Burlington.
12. McLachlan A. 1977. Composition, distribution, abundance and biomass of the macrofauna and meiofauna of four sandy beaches. *Zoologica Africana* 12(2): 279-306.
13. Coull BC. 1990. Are members of the meiofauna food for higher trophic levels? *Transactions of the American Microscopical Society* 109: 233-246.
14. Hodda M, Nicholas WL. 1986, Nematode diversity and industrial pollution in the Hunter river estuary, NSW, Australia. *Marine Pollution Bulletin* 17: 251-255.
15. Venekey V, Fonseca-Genevois VG, Santos PJP. 2010. Biodiversity of free-living marine nematodes on the coast of Brazil: a review. *Zootaxa* 2568: 39-66.
16. Netto SA, Attrill MJ, Warwick RM. 1999a. Sublittoral meiofauna and macrofauna of Rocas Atoll (NE Brazil): indirect evidence of a topographically controlled front. *Marine Ecology Progress Series* 179: 175-86.
17. Netto SA, Attrill MJ, Warwick RM. 1999b. The effect of a natural water-movement related disturbance on the structure of meiofauna and macrofauna communities in the intertidal sand flat of rocas atoll (NE Brazil). *Journal of Sea Research* 42: 291-302.
18. Netto SA, Warwick RM, Attrill MJ. 1999c. Meio-benthic and macrobenthic community structure in carbonate sediments of Rocas Atoll (North-east, Brazil). *Estuarine and Coastal and Shelf Science* 48: 39-50.
19. Netto SA, Attrill MJ, Warwick RM. 2003. The relationship between benthic fauna, carbonate sediments and reef morphology in reef-flat tidal pools of Rocas Atoll (North-East Brazil). *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom* 83: 425-432.
20. Miranda-Junior GV, Venekey V, Esteves AM, Fonseca-Genevois V. 2009. Colonização da meiofauna em substratos artificiais: um exemplo de experimento, enfatizando os Nematoda, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Nordeste, Brasil). *In: Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo*. Volume II. Mohr LV, Castro JWA, Costa PMS, Alves RJV. (Editores), Ministério Do Meio Ambiente, Brasília. 369-386.
21. Venekey V, Esteves AM, Fonseca-Genevois V. 2009. Distribuição espacial da meiofauna no arquipélago de São Pedro e São Paulo, com especial referência aos Nematoda livres. *In: Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo*. Volume II. Mohr LV, Castro JWA, Costa PMS, Alves RJV. (Editores), Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 369-386.



MOLUSCOS DA ILHA TRINDADE E MARTIN VAZ

Os moluscos são o segundo maior grupo zoológico em número de espécies, perdendo apenas para os artrópodes. Estima-se que existam cerca de 200.000 espécies viventes, sendo 85.000 já descritas, das quais 52.525 são marinhas¹. Para a costa brasileira são conhecidas entre 1.900 e 2.000 espécies de moluscos marinhos que podem ser encontradas desde a zona de respingos, no supralitoral, até profundidades superiores a 2000m, em diferentes ambientes como manguezais, praias, costões rochosos, recifes de corais, na coluna d'água ou flutuando na superfície. Para o arquipélago de Trindade e Martin Vaz são conhecidas cerca de 140 espécies de moluscos marinhos das classes Polyplacophora



Autores:
*Renata dos Santos Gomes, Françoise Dantas Lima,
Jaciana Cássia Barbosa, Paula Spotorno-Oliveira e
Paulo Márcio Santos Costa*



(quítons), Gastropoda (caramujos e lesmas marinhas), Bivalvia (mariscos e ostras), Cephalopoda (polvos, lulas, náutilos e sépias) e Scaphopoda (dentálios).

As primeiras coletas de moluscos na Ilha Trindade datam do início do século XX. Em 1910 membros da expedição britânica “Terra Nova”, a caminho da Antártica, desembarcaram na ilha², e em 1916 foi a vez da expedição Bruno-Lobo, do Museu Nacional. Em maio de 1950 pesquisadores do Museu Nacional participaram da expedição João Alberto³⁻⁵. Coelho⁶ ao retornar da ilha, apresentou uma nota preliminar sobre a diversidade de moluscos na região. As primeiras coletas de moluscos em Martin Vaz aconteceram somente a partir de 1986 com as expedições da Equipe do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios nos anos de 1986, 1987 e 1988 e, em 1987, por ocasião da Campanha Oceanográfica franco-brasileira MD-55, do navio “Marion Dufresne” aos bancos submarinos da cadeia Vitória-Trindade e ao arquipélago de Trindade e Martin Vaz⁷. Visitas esporádicas continuam acontecendo e mais espécies de moluscos têm sido registradas para o arquipélago.

Entre os moluscos mais comuns na ilha Trindade estão os seguintes gastrópodes herbívoros raspadores: *Neerita chlorostoma* Lamarck, 1816 (Fig. 1), *Echinolittorina vermeiji* (Bandel & Kadolsky, 1982) (fig. 2) e a espécie endêmica *Lottia marcusii* (Righi, 1966) (fig. 3). Esses organismos vivem sobre rochas, na zona de respingos, acima da linha da maré alta. Já *Angiola lineata* (da Costa, 1778) e *Lithopoma tectum* (Lightfoot, 1786) (fig. 4) podem ser encontrados na zona entremarés e em águas rasas, enquanto *Diodora mirifica* Métivier, 1972 (Fig. 5), *Diodora arcuata* (G. B. Sowerby II, 1862) (Fig. 6), *Hipponix antiquatus* (Linnaeus, 1767) (Fig. 7) e *Arene brasiliiana* (Dall, 1927) (Fig. 8) que podem ser encontrados aderidos a rochas, desde a zona entremarés até cerca de 100 m de profundidade. Já *Calliostoma depictum* Dall, 1927 (Fig. 8), que ocorre em águas rasas, pode ser encontrado sob rochas, geralmente associado ao ouriço-do-mar-preto (pindá) *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758). Esses moluscos se alimentam com a rádula, uma fita com uma série de fileiras de dentes, que raspa a fina camada de algas que se forma sobre o substrato.

Outras espécies comuns, que vivem em fundo rochoso são as carnívoras *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767), (Fig. 10), *Stramonita rusti-*

ca (Lamarck, 1822) (Fig. 11), *Vasula deltoidea* (Lamarck, 1822) (Fig. 12), *Leucozonia ponderosa* (Vermeij & Snyder, 1998) (Fig. 13), *Gemophos tinctus* (Conrad, 1846) (Fig. 14), *Hesperisternia karinae* (Nowell-Usticke, 1959) (Fig. 16) e *Bursa corrugata* (Perry, 1811) (Fig. 17). Esses gastrópodes se alimentam de outros moluscos (gastrópodes ou bivalves) ou de crustáceos, como as cracas, usando a rádula para perfurar as conchas e ter acesso às partes moles da presa. Existem espécies que predam outros invertebrados como *Erosaria acicularis* (Gmelin, 1791) (Fig. 18) e *Luria cinerea* (Gmelin, 1791) (Fig. 19) que se alimentam de esponjas.

Diferente dos outros gastrópodes que podem se locomover, os moluscos vermetídeos vivem fixos sobre o substrato consolidado (como rochas, conchas, corais ou algas calcárias incrustantes) durante toda a sua vida. A espécie *Dendropoma irregulare* (d’Orbigny, 1841) (Fig. 20), encontrada no arquipélago de Trindade, é considerada um importante bioconstrutor de recifes^{8, 9}. Estes organismos raramente são incluídos em estudos de comunidades marinhas em virtude da dificuldade do seu reconhecimento no ambiente e a complexidade na identificação das espécies.

Nem todos os gastrópodes vivem em substrato rochoso ou consolidado.

Alguns vivem em fundos não consolidados, lamosos, arenosos ou de cascalho como *Nassarius sp.* (Fig. 21) que se alimenta de animais mortos, *Olivella watermani* McGinty, 1940 (Fig. 22), *Olivella floralia* (Duclos, 1844) (Fig. 23) e *Vexillum histrio* (Reeve, 1844) (Fig. 24) que se alimentam de pequenos animais que encontram no sedimento e *Gyroscaia lamellosa* (Lamarck, 1822) (Fig. 25) que se alimenta anêmonas. Em fundos não consolidados também ocorrem moluscos herbívoros como *Lobatus gallus* (Linnaeus, 1758) (Fig. 15) que se alimenta de algas e detritos vegetais encontrados no fundo. Há também os predadores *Natica marochiensis* (Gmelin, 1791) (Fig. 26) que preda moluscos, *Cypraea testiculus* (Linnaeus, 1758) (Fig. 27) que se alimenta de ouriços-do-mar e *Conus riosi* Petuch, 1986 (Fig. 28), uma das maiores espécies de conídeo brasileiro, apresenta um aparelho radular peculiar, com dente em forma de arpão, por onde uma neurotoxina produzida por esses animais é injetada na presa, geralmente pequenos anelídeos.

Já *Janthina janthina* (Linnaeus, 1758) (Fig. 29) e *Janthina umbilicata* d’Orbigny, 1840 (Fig. 30) são espécies holoplanctônicas, ou seja, vivem flutuando na coluna d’água onde encontram o seu principal alimento, as caravelas-portuguesas, suas conchas

podem chegar às praias levadas por ventos fortes e correntes marinhas.

Os bivalves, em sua grande maioria, são filtradores e podem ser encontrados em substratos rochosos, areia ou lama. Os arcídeos *Barbatia cancellaria* (Lamarck, 1819), *Arca imbricata* Bruguière, 1789 (Fig. 31), o limídeo *Lima lima* (Linnaeus, 1758) (Fig. 32) e o pectínídeo *Laevichlamys multisquamata* (Dunker, 1864) (Fig. 33) vivem sob rochas, aderidos por filamentos chamados bisso, que são secretados pelo animal. Os pectínídeos e limídeos, se perturbados por possíveis predadores, conseguem nadar abrindo e fechando rapidamente as valvas de sua concha. Diferente dos demais, *Chama sinuosa* Broderip, 1835 (Fig. 34) vive fixada a substratos duros, rochas ou conchas de outros moluscos, por uma de suas valvas.

Em fundos arenosos encontramos a maioria das espécies de bivalves conhecidos para a Ilha Trindade como *Chione cancellata* (Linnaeus, 1767), *Lirophora latilirata* (Conrad, 1841) (Fig. 35), *Acrosterigma magnum* (Linnaeus, 1758) (Fig. 36) e *Codakia orbicularis* (Linnaeus, 1758) (Fig. 37) que ocorrem da zona entremarés até cerca de 60m de profundidade. *Glycymeris decussata* (Linnaeus, 1758) (Fig. 38) ocorre em fundos e algas calcárias e cascalho, entre 10 e 90m de profundidade.

Grande parte dos moluscos possui larvas que se desenvolvem na coluna d'água, passando de poucos dias a semanas no plâncton, onde podem ou não se alimentar. As espécies cujas larvas passam mais tempo no plâncton costumam ter distribuição geográfica ampla, quando comparadas aquelas cujas larvas passam menos tempo. Apesar das ilhas Trindade e Martin Vaz ficarem a 1.140 km da costa brasileira existem os bancos submarinos da cadeia Vitória-Trindade que podem servir de ponte para que diversas espécies de molusco consigam chegar até o arquipélago, explicando o baixo grau de endemismo para a área¹⁰.

O investimento em novas expedições para Trindade e Martin Vaz, com o propósito de estudar os moluscos, certamente trará a conhecimento espécies que não foram registradas anteriormente.

CEFALÓPODES DO ARQUIPÉLAGO DE TRINDADE E MARTIN VAZ

A classe Cephalopoda, composta exclusivamente por moluscos marinhos, é representada pelos polvos, lulas, náutulos e sépias. Os polvos são desprovidos de conchas, as lulas e sépias apresentam uma concha interna, enquanto os náutulos possuem uma externa.

No Arquipélago de Trindade e Martin Vaz foram registradas apenas duas

espécies de cefalópodes, ambas pertencentes ao gênero *Octopus*. A rara espécie ocelada, *Octopus hummelincki* Adam, 1936 foi registrada no conteúdo estomacal de uma garoupa. A espécie *Octopus insularis* Leite & Haimovici in Leite, Haimovici, Molina & Warnke, 2008 é a mais abundante da ilha, ocorrendo em ambientes rasos, desde poças de maré até profundidades de aproximadamente 25 m. Esses polvos ocupam tocas no platô recifal e fendas sob rochas ao longo de sua distribuição. Nas áreas rasas e poças de maré são encontrados polvos juvenis e os adultos preferem ambientes mais fundos.



Enquanto nas demais ilhas oceânicas e regiões continentais a espécie *O. insularis* tem preferência alimentar por crustáceos, seguidos por bivalves e gastrópodes, no arquipélago de Trindade e Martin Vaz eles se alimentam principalmente de gastrópodes, dentre os quais a espécie *Lithopoma tectum* (Lightfoot, 1786) é a presa mais comum em sua dieta (Fig. 39).

Estudos biogeográficos revelaram que a população de *O. insularis* da Ilha da Trindade possui componentes genéticos exclusivos, quando comparada com as demais áreas de ocorrência da espécie, o que ressalta a importância

do arquipélago na conservação da diversidade genética dessa espécie.

Estudos adicionais necessitam ser realizados para um inventário mais completo da fauna de cefalópodes no arquipélago, principalmente em relação às lulas, as quais são pelágicas e demandam metodologias diferenciadas para captura e levantamento.

AFILIAÇÃO DOS AUTORES:

RENATA DOS SANTOS GOMES – Seção de Assistência ao Ensino, Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Quinta da Boa Vista s/n°, São Cristóvão, Rio de Janeiro - RJ, BRASIL, CEP 20940-040.

FRANÇOISE LIMA - Laboratório de Ictiologia Sistemática e Evolutiva, Departamento de Botânica e Zoologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970.

JACIANA C. BARBOSA - Laboratório de Bentos e Cefalópodes, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Avenida Senador Dinarte Mariz s/n - Mãe Luiza, Natal - RN, CEP 59014-002.

PAULA SPOTORNO-OLIVEIRA - Departamento de Biotecnologia Marinha, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, RJ e Laboratório de Malacologia, Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.

PAULO MÁRCIO S. COSTA – Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro – FIPERJ, Diretoria de Produção e Pesquisa, Escritório Regional Costa Verde, Rua do Comércio n° 10/sl. Centro, Angra dos Reis - RJ, CEP 23900-560. E-mail: pmscosta@yahoo.com e Setor de Malacologia, Departamento de Invertebrados, Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Quinta da Boa Vista s/n°, São Cristóvão, Rio de Janeiro - RJ, BRASIL CEP 20940-040.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Chapman, A. D., 2009. *Numbers of Living Species in Australia and the World*. 2nd edition. Australian Biological Resources Study, Canberra.
- 2 Smith, E. A., 1915. Mollusca. Parte 1. Gastropoda Prosobranchia, Scaphopoda and Pelecypoda. In: British Antarctic ("Terra Nova") Expedition, 1910. *Natural History Reports, Zoology*, London, 2 (4): 61-111.
- 3 Feio, J. L. A., Mello Filho, L. E., Albuquerque, D. O., Machado Filho, J. P., Fontoura, O.; Vianna, F. S. & Novais, F. C., 1950. *Ilha da Trindade – Expedição João Alberto*. Relatório dos resultados preliminares obtidos pela equipe do Museu Nacional. Rio de Janeiro 57p (não-publicado).
- 4 Andrade-Ramos, J. R., 1950. Expedição à Ilha da Trindade. *Revista da Escola de Minas*, Belo Horizonte, 15(6): 1-10.
- 5 Besnard, W., 1951. Resultados científicos do cruzeiro do "Baependi" e do "Vega" à Ilha da Trindade. Contribuição para o conhecimento da plataforma insular da Ilha da Trindade. *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia*, São Paulo, 2(2): 37- 48, 5 pls.
- 6 Coelho, A. C. S., 1957. Nota preliminar sobre os moluscos da Ilha da Trindade. Reunião da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro (21/XI/1957) – *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 1(6): 30-31.
- 7 Leal, J. H., 1991. *Marine Prosobranch Gastropods from Oceanic Islands off Brazil: species composition and biogeography*. Oegstgeet: Universal Book Services, 419p.
- 8 Spotorno, P. O., Tâmega, F. T. S., Bemvenuti, C. E., 2012. An overview of the recent vermetids (Gastropoda: Vermetidae) from Brazil. *Strombus*, São Paulo, 19 (1-2), 1-8.
- 9 Spotorno-Oliveira, P., Figueiredo, M. A. O., Tâmega, F. T. S., 2015. Coralline algae enhance the settlement of the vermetid gastropod *Dendropoma irregulare* (d'Orbigny, 1842) in the southwestern Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Amsterdam, 471, 137-145.
- 10 Barroso, C. X.; Lotufo, T. M. da C.; Bezerra, L. E. A. & Matthews-Cascon, H., 2016. A biogeographic approach to the insular marine 'prosobranch' gastropods from the southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Molluscan Studies*, London, 1-6. doi:10.1093/mollus/egw015.

TRINDADE: ILHA DAS TARTARUGAS MARINHAS

A Ilha da Trindade é um dos principais ninhais de Tartarugas Marinhas do Atlântico Sul, sendo impossível dissociar este fato do trabalho realizado pelo projeto Tartarugas Marinhas (TAMAR).

TARTARUGAS MARINHAS NO BRASIL

As tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil sofrem com diversos impactos de origem humana e ao longo do século XX suas populações se reduziram consideravelmente. Para reverter esta tendência, em 1980 foi criado o Programa Nacional de Conservação de Tartarugas Marinhas, conhecido como Projeto TAMAR. Atualmente ele é fruto da união de esforços entre ICMBio



Autores:

Rennara Herculano R. Moreira¹, Cecília Baptistotte², João C. Alciani Thomé², Denise Rieth¹, Lucas Vila-Verde¹, Ana Cláudia J. Marcondes¹, Flávia Ribeiro¹

¹.Fundação Pró-TAMAR. Rua Rubens Guelli 134, sala 307. Itaigara, 41815-135, Salvador, Bahia, Brasil

².Centro TAMAR/ICMBio. Av. Nossa Senhora dos Navegantes, 451, sala 1601, Enseada do Suá, 29050-335, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

através do seu Centro Nacional de Pesquisa e Conservação das Tartarugas Marinhas (Centro Tamar/ICMBio) e a Fundação Pró-Tamar, instituição não governamental, sem fins lucrativos, fundada em 1988 e considerada de utilidade pública federal desde 1996 e conta com patrocínio nacional da Petrobras, por meio do Programa Petrobras Socioambiental, além de apoios e patrocínios regionais.

O Tamar atua na pesquisa, conservação e manejo das cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil: tartaruga verde (*Chelonia mydas*), oliva (*Lepidochelys olivacea*), de pente (*Eretmochelys imbricata*), de couro (*Dermochelys coriacea*) e cabeçuda (*Caretta caretta*) - todas elas estão ameaçadas de extinção. Segundo o *Marine Turtle Specialist Group*, atualmente as principais ameaças às tartarugas marinhas são o desenvolvimento costeiro, a captura incidental (não intencional) pela pesca, o uso direto de tartarugas e ovos para consumo humano, as mudanças climáticas e a poluição.

O Projeto Tamar é responsável por proteger cerca de 1.100km de praias, em 25 localidades que correspondem a áreas de desova, alimentação, crescimento e descanso desses animais, no litoral e ilhas oceânicas, em nove estados brasileiros.

TARTARUGA VERDE (*CHELONIA MYDAS*)

Os primeiros estudos ligados às tartarugas marinhas na Ilha de Trindade, no Espírito Santo, datam de 1982, quando foi realizada a primeira expedição com o objetivo de diagnosticar o status das tartarugas na ilha. Desde então, diversas equipes do Tamar estiveram na Ilha de Trindade, com equipes se renovando anualmente, objetivando a marcação de fêmeas e o levantamento de dados sobre a biologia reprodutiva da espécie *Chelonia mydas*, popularmente conhecida como tartaruga verde ou Aruanã, a única espécie que desova na ilha.

A tartaruga verde possui uma carapaça com quatro pares de placas laterais. Sua coloração é verde-acinzentada e se alimenta de algas. Os filhotes

possuem o dorso negro e o ventre branco. Os animais adultos da espécie no Brasil têm carapaça com comprimento curvilíneo médio de 115,6 cm (Grossman, 2001; Moreira, 2003) e a média de peso é 160 kg.

A tartaruga verde tem distribuição em todo o planeta, ocorrendo nos mares tropicais geralmente entre as latitudes 40º sul e 40º norte (HIRTH, 1997). No Atlântico, os principais sítios reprodutivos estão localizados na Costa Rica, ilha de Ascensão (Reino Unido), Guiné-Bissau, México e Suriname, e ilha de Trindade (Brasil) (Broderick et al., 2006; Banco de Dados TAMAR/SITAMAR).

A tartaruga verde é classificada internacionalmente como “Endangered” (“Em Perigo”) na Lista Vermelha da IUCN (União Internacional

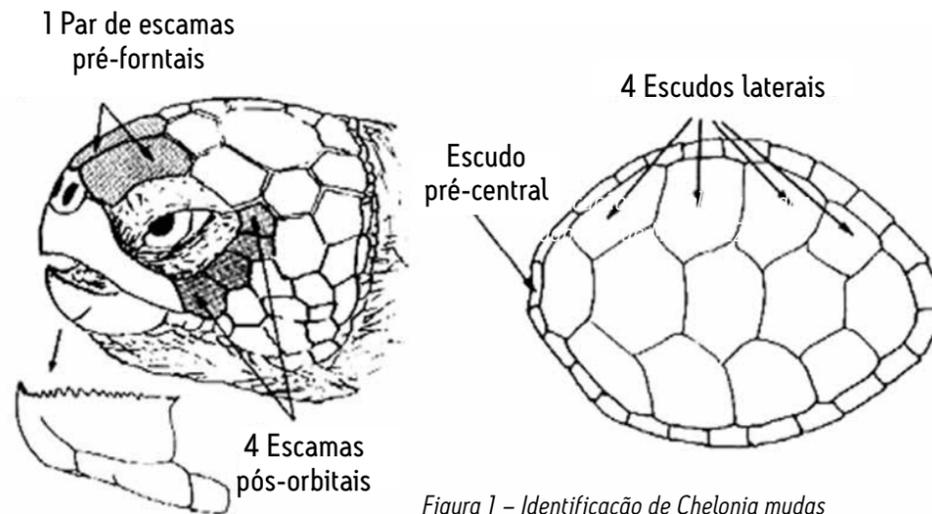


Figura 1 – Identificação de *Chelonia mydas*
- Adaptado de MÁRQUEZ, 1990



Figura 2 - Distribuição geográfica das áreas de desova da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Fonte: Banco de dados do TAMAR / SITAMAR.

para a Conservação da Natureza). No Brasil, esta espécie está classificada como “Vulnerável” nas Listas das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção vigentes (Portarias MMA nº 444/2014 e nº 445/2014).

As principais áreas de desova da espécie no Brasil estão localizadas em ilhas oceânicas: Ilha da Trindade/ES (Moreira et al., 1995), Reserva Biológica do Atol das Rocas/RN (Bellini et al., 1996) e Arquipélago de Fernando de Noronha/PE (Bellini & Sanches, 1996) e são

monitoradas pelo Projeto Tamar desde 1982.

No litoral continental há um número regular, porém relativamente pequeno de desovas no litoral norte da Bahia, além de raros registros de desovas nos estados do Rio Grande do Norte, Sergipe, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Banco de Dados TAMAR/SITAMAR).

Algumas informações obtidas a partir da marcação de fêmeas em Trindade mostraram que os animais podem se deslocar para regiões costeiras do Brasil (ES, BA, SE) e da África

(Marcovaldi et al., 2000). Além disso, a marcação de fêmeas permite ainda a obtenção de dados sobre fecundidade, fertilidade e migrações, informações extremamente importantes para o planejamento das ações de conservação.

As tartarugas marinhas apresentam um ciclo vital complexo e prolongado, envolvendo migrações de longa distância, alternância entre áreas de reprodução e de alimentação. Sendo assim, a Ilha da Trindade é um local de extrema importância, visto que é uma das poucas áreas de desova sem interferências humanas.

ECOLOGIA REPRODUTIVA E CICLO DE VIDA NA ÁGUA

A atividade reprodutiva da tartaruga verde é semelhante nas três áreas de desova oceânicas, com início em dezembro e se prolongando até maio ou início de junho. A Ilha de Trindade abriga o maior número de desovas desta espécie no Brasil, tendo sido registrados cerca de 3.500 ninhos na temporada reprodutiva de 2009/2010 (Banco de Dados TAMAR/SITAMAR).

Juvenis da tartaruga verde são comuns em toda a região costeira do mar continental do Brasil, sendo a espécie com maior número de ocorrências (encalhes, avistagens, capturas incidentais em pesca) no litoral brasileiro.

Há registros de encalhes ou capturas incidentais em pesca em todos os estados brasileiros do Rio Grande do Sul ao Amapá (Pritchard, 1976; Mascarenhas et al., 2003; Brito et al., 2004; Gallo et al., 2006; Reis et al., 2009a), além das ilhas oceânicas: Trindade, Fernando de Noronha e Atol das Rocas.

Juvenis da tartaruga verde são também encontrados em águas internacionais, onde há registros de capturas incidentais pela pesca industrial, que tem como alvos outras espécies, porém acaba capturando também tartarugas, podendo levá-las à morte.

MONITORAMENTO DE TARTARUGAS NA ILHA DE TRINDADE

Desde 1982, diversas equipes do TAMAR estiveram na Ilha de Trindade, objetivando a marcação de fêmeas e o levantamento de dados sobre a biologia reprodutiva da tartaruga verde. Trindade é a segunda área com mais desovas da espécie no Atlântico Sul, sendo a população considerada estável: durante o intervalo de 1991/1992 até 2008/09 não apresentou crescimento ou redução, apesar de algumas variações entre um ano e outro, que são normais para a espécie.

A maior parte das tartarugas que desovam na Ilha de Trindade tem um intervalo de remigração de três anos, ou seja, a fêmea que desovou em uma temporada volta à ilha para desovar novamente em média após três anos. Os intervalos de dois e de quatro anos também são comuns.

METODOLOGIA APLICADA NA ILHA DE TRINDADE

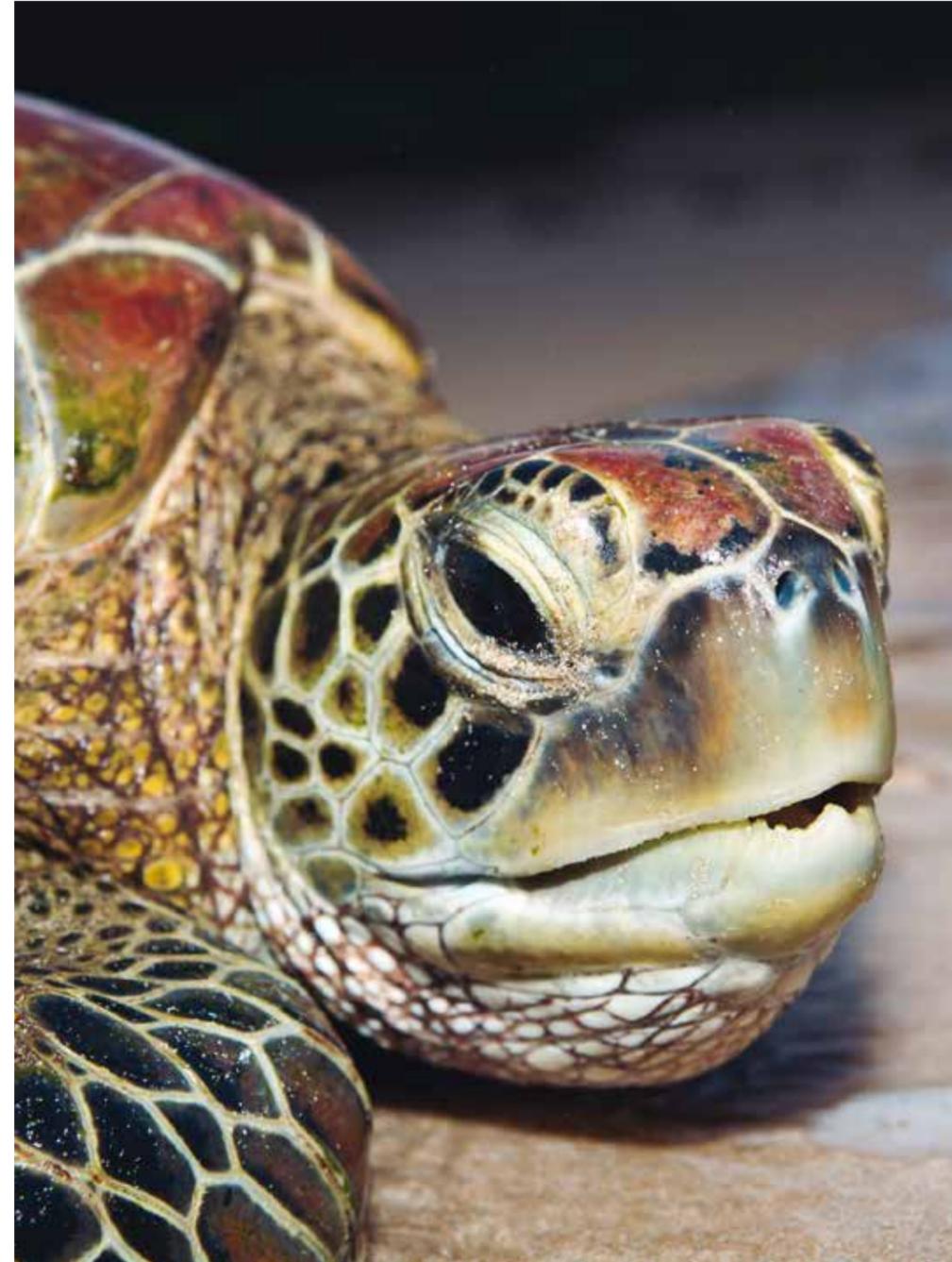
Em Trindade, a abundância de desovas é monitorada pela contagem dos rastros deixados pelas fêmeas quando elas vêm à praia para desovarem. Este método é particularmente importante em regiões com uma ampla distribuição de praias de difícil acesso. O monitoramento é realizado por meio de patrulhas conduzidas por

duas pessoas a pé, onde as principais praias de desova são percorridas diariamente, pela manhã, para o registro das ocorrências reprodutivas da noite anterior, com a contagem e classificação de rastros com desova ou sem desova.

Já durante a noite, período em que acontecem as desovas, as duas principais praias são monitoradas com o objetivo de flagrar as fêmeas em atividade reprodutiva para marcação, coleta de dados e de tecido e identificação do ninho. A marcação consiste na aplicação de grampos metálicos, um em cada nadadeira anterior. As medições do comprimento e largura curvilíneos da carapaça são obtidas com fita métrica plástica, segundo Bolten (1999). Além disso, também são realizadas coletas de tecido para futura análise genética. Os ninhos são marcados para determinar o sucesso de eclosão dos filhotes e a duração do período de incubação.

PESQUISAS FUTURAS

O monitoramento da tartaruga verde na Ilha de Trindade/ES é contínuo e irá fornecer informações valiosas sobre essa população. Os estudos futuros com base na composição genética e telemetria por satélite irão propor um melhor entendimento das áreas de alimentação dessa população e de suas migrações.



BIBLIOGRAFIA

- Grossman, A. 2001. Biologia Reprodutiva de *Chelonia mydas* (Reptilia), na Reserva Biológica do Atol das Rocas. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, UFRGS. 43f.
- Moreira, L.M.P. 2003. Ecologia reprodutiva e estimativa de ninhos da tartaruga verde-aruanã – *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Testudines, Reptilia) na ilha da Trindade – Espírito Santo – Brasil. 2003. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal do Espírito Santo, 63f.
- Hirth, H. F. 1997. Synopsis of the Biological Data on the Green Turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). Biological Report 97(1):1-129. U. S. Department of Interior.
- Broderick A.C., Frauenstein R., Glen F., Hays G.C., Jackson A.L., Pelembe T., Ruxton G.D., Godley B.J (2006) Are green turtles globally endangered? *Glob Ecol Biogeogr* 15:21-26.
- Moreira, L.M.P., Baptistotte, C.; Scalfoni, J.; Thomé, J.C. and Almeida, A.P.L.S. 1995. Occurrence of *Chelonia mydas* on the island of Trindade, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 70: 2
- Bellini, C., Marcovaldi, M.A., Sanches, T. M., Grossman, A. and Sales, G. 1996. Atol das Rocas Biological Reserve: second largest *Chelonia* rookery in Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 72: 1-2.
- Bellini, C. & Sanches, T.M. 1996. Reproduction and feeding of marine turtles in the Fernando de Noronha Archipelago, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 74: 12-13
- Marcovaldi M.A., da Silva A.C.C.D., Gallo B.M.G., Baptistotte C., Lima E.P., Bellini C., Lima E.H.S.M., de Castilhos J.C., Thome J.C.A., Moreira L.M. de P., et al. 2000. Recaptures of tagged turtles from nesting and feeding grounds protected by Projeto TAMAR-IBAMA, Brazil. In: Kalb HJ and Wibbels T, editors. Proceedings of the Nineteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, South Padre Island Texas; 1999 Mar 2-6; Miami, FL. Miami (FL): US Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-443. p. 164-166.
- Pritchard, P.C.H.; Mortimer, J.A. (1999). Taxonomy, external morphology and species identification, in: Eckert, K. L.; Bjørndal, K. A.; Abreu-Grobois, F. A., and Donnelly, M., K.L. et al. (Ed.) Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, 4: pp. 21-38
- Mascarenhas, R.; Zeppelin Filho D.; Moreira, V. S. 2003. Observations on sea turtles in the State of Paraíba, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*. 101: 16-18
- Brito, F.L.C., F.C.L. Maia, L.M.O. De França, A.R. Albuquerque, R.A.M. Santos, M.A.M. Cavalcanti & E.S.G. Guimarães. 2004. Fibropapillomatosis and multiple fibromas in a green turtle from the South Cost of Pernambuco State, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 106:12.
- Gallo, B. M. G.; Macedo, S.; Giffoni, B. B.; Becker, J. H. & Barata, P. C. R. 2006. Sea turtle conservation in Ubatuba, southeastern Brazil, a feeding area with incidental capture in Coastal Fisheries. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(1): 93-101.
- Reis, EC., Silveira, VVB. and Siciliano, S., 2009. Records of stranded sea turtles on the coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Marine Biodiversity Records*. vol. 2, e121.
- Márquez, M. R. 1990. FAO species catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81 p.
- Bolten, A.B. (1999). Techniques for Measuring Sea Turtles. In: Eckert, K.L., K.A. Bjørndal, F.A. Abreu-Grobois & M. Donnelly (eds). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.

AVES DA ILHA DA TRINDADE

A Ilha da Trindade é sem dúvida umas das áreas de maior importância para a reprodução de aves marinhas no Brasil. Atualmente sete espécies de aves marinhas se reproduzem na ilha, que fica atrás em número de espécies apenas do Arquipélago de Fernando de Noronha que abriga 11 espécies¹. Além disso, Trindade abriga a única espécie de ave marinha globalmente ameaçada que se reproduz no Brasil, o Petrel-de-Trindade² e é o único local com registro de reprodução das subespécies *Fregata ariel trinitatis* e *Fregata minor nicolli*^{3,4} que estão na lista brasileira de espécies ameaçadas⁵. Destaca-se assim, como área relevante para manutenção da diversidade de aves marinhas do Brasil e do mundo.



Autor:
Gustavo da Rosa Leal¹
¹ Universidade Federal do Rio Grande



Grazina-de-Trindade ou Petrel-de-Trindade

ESPÉCIES QUE OCORREM NA ILHA:

GRAZINA-DE-TRINDADE OU PETREL-DE-TRINDADE

(Pterodroma arminjoniana)

38 cm de comprimento

Apresenta diferentes colorações de plumagem, desde indivíduos com o ventre predominantemente branco até indivíduos totalmente escuros, colorações intermediárias também são observadas. Em Trindade, de 3000 a 5000 indivíduos se reproduzem ao longo do ano, em grutas e abrigos em rochas do Morro do Paredão, Pão de Açúcar, Pico do Vigia,

Pico Nossa Senhora de Lourdes e o aglomerado de pedras em frente à Ponta do Sul⁶. Localiza suas presas planando sobre o mar, onde capturam principalmente lulas e peixes próximos a superfície ou através de mergulhos de até 2,5 m⁶.

TESOURÃO-PEQUENO

(Fregata ariel)

75 cm de comprimento e

185 cm de envergadura

A menor espécie do gênero. O macho é todo negro, no entanto com uma

mancha branca axilar em cada lado do corpo. A fêmea tem cabeça negra, peito branco e o restante do corpo negro, também com mancha axilar branca. Apenas dois indivíduos que não estavam reproduzindo foram registrados entre dezembro de 2006 e fevereiro de 2007¹. Raramente se afasta do litoral compreendido entre a Ponta Norte e a Praia do Príncipe⁷.

TESOURÃO-GRANDE

(Fregata minor)

95 cm de comprimento e

215 cm de envergadura

É a maior ave reproduzindo na ilha. O macho possui a plumagem toda negra e dorso com brilho esverdeado. A fêmea tem cabeça negra e garganta pardacenta, peito branco e o restante do corpo negro. Apenas três indivíduos foram registrados entre dezembro de 2006 e fevereiro de 2007¹. Pode ser avistada frequentemente sobrevoando entre a Praia dos Andradas e o Túnel, inclusive empoleirada em uma estrutura de madeira fixada nas rochas da Praia da Calheta. Um indivíduo foi observado capturando peixes aprisionados em uma poça de maré nas rochas da Praia da Calheta em julho de 2014 e outros dois indivíduos foram observados perseguindo um Atobá-mascarado na Praia dos Andradas em dezembro de 2015.

ATOBÁ-GRANDE OU ATOBÁ-MASCARADO

(Sula dactylatra)

85 cm de comprimento

Plumagem branca com as penas da cauda e da borda da asa negras. Face negra com olhos amarelos, assim como os pés. No Brasil, também reproduz no Atol das Rocas, em Fernando de Noronha e em Abrolhos¹. Em Trindade, cerca de 600 aves nidificam em platôs da face oeste da ilha, desde a Ponta do Noroeste até as proximidades dos Farilhões, inclu-

do a Praia do Eme⁷. Deposita um ou dois ovos diretamente no chão entre setembro e novembro, com os jovens abandonando os ninhos a partir de fevereiro. Captura peixes através de mergulhos a partir do ar como observado nas proximidades da Praia da Calheta em julho de 2014.

TRINTA-RÉIS-DAS-ROCAS

(Onychoprion fuscatus)

41 cm de comprimento

Espécie de dorso negro, ventre e fronte branca, e cauda bifurcada visí-

vel em voo. No Brasil a maior colônia conhecida situa-se no Atol das Rocas, mas também reproduz em Fernando de Noronha e Abrolhos¹. Em Trindade, cerca de 6000 indivíduos¹ chegam à ilha a partir de agosto e estabelecem suas colônias em platôs localizados próximos a Praia das Tartarugas, do Pico do Monumento e da Ponta do Noroeste⁷. A postura de um único ovo ocorre em outubro, mas pode variar de ano para ano, e no final de fevereiro começam a deixar a ilha⁷. Procura seu alimento em

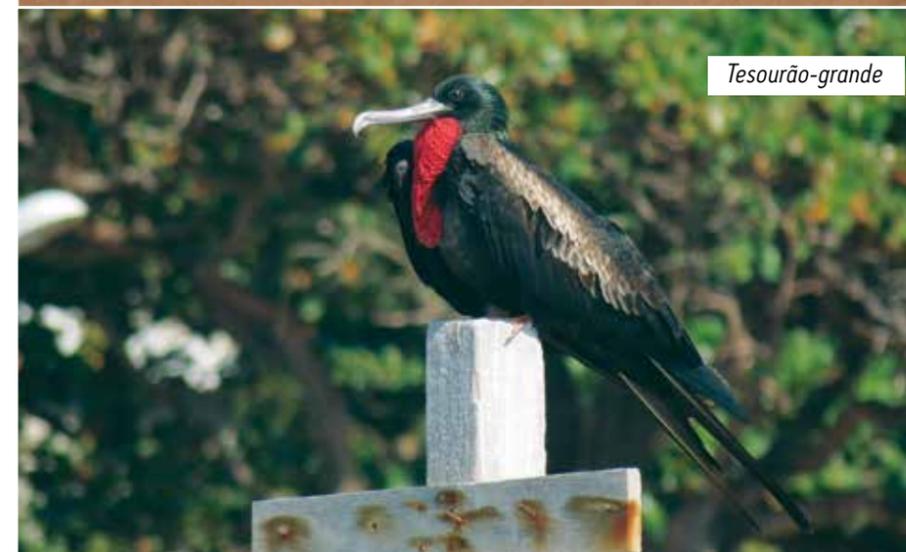


Tesourão-pequeno



Foto: Leandro Bugoni

Atobá-grande ou Atobá-mascarado



Tesourão-grande



Trinta-réis-das-rocas

áreas distantes da ilha, onde capturam pequenos peixes e lulas próximos à superfície.

TRINTA-RÉIS-ESCURO OU VIUVINHA-MARROM (*Anous stolidus*)

42 cm de comprimento

Espécie de porte semelhante ao trinta-réis, que apresenta a plumagem totalmente marrom, com exceção da fronte que é esbranquiçada. Reproduz-se também no Atol das Rocas, Abrolhos e Fernando de Noronha¹. A população de mais de 500 indivíduos¹ nidifica principalmente nas extremidades sudeste e norte, porém existem colônias estendendo-se desde a Ponta do Noroeste até a Ponta Sul, onde coloca um único ovo diretamente sobre o substrato rochoso⁷. Permanece na ilha durante seu período reprodutivo que vai de agosto a abril⁷. Podem ser vistas pescando na arrebentação nas proximidades da ilha, onde captura pequenos peixes próximos à superfície.

GRAZINA OU NOIVINHA (*Gygis alba*)

32 cm de comprimento

Apresenta plumagem branca, contrastando com os olhos, o anel de penas que os circundam e o bico que são pretos. No Brasil, nidifica ainda no Arquipélago de Fernando Noronha¹. Em

Trindade, cerca de 800 aves ocupam os paredões rochosos e inacessíveis dos morros na Praia das Tartarugas, Praia do Eme, Ponta do Noroeste, Crista do Galo, principalmente entre a Praia dos Portugueses e o Pico do De-sejado, sendo observados em todos os meses do ano⁷. Podem ser vistos capturando presas na superfície da água próximo à ilha e carregando as presas capturadas no bico para alimentarem seus filhotes.

Atualmente, das 346 espécies de aves marinhas do mundo, 33% está globalmente ameaçada⁸. Entre as causas estão, a pesca comercial que captura aves incidentalmente e “compete por presas”, a degradação de habitat, a introdução de espécies exóticas em locais de reprodução e a poluição⁸. Na ilha da Trindade a introdução de espécies exóticas e a degradação de habitat, causada pela devastação da cobertura florestal⁹, teve grandes consequências sobre a avifauna da ilha. Espécies que historicamente faziam seus ninhos nas árvores tiveram seus locais de reprodução reduzidos drasticamente, como as fragatas que já foram registradas em grande número e hoje estão reduzidas a poucos indivíduos e o Atobá-de-pé-vermelho (*Sula sula*) que é considerado atualmente extinto na ilha¹.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Mancini PL, Serafini P, Bugoni L. 2016. Breeding seabird populations in Brazilian oceanic islands: historical review, update and a call for census standardization. *Revista Brasileira de Ornitologia* 24(2): 94–115.
- 2 IUCN. 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: 02/11/2014.
- 3 Orta J, Garcia EFJ, Kirwan GM, Boesman P. 2014. Lesser Frigatebird (*Fregata ariel*). In: del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, Juana E (eds.) *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
- 4 Orta J, Kirwan GM, Garcia EFJ, Boesman P. 2014. Great Frigatebird (*Fregata minor*). In: del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, Juana E (eds.) *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
- 5 MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2014. Portaria Nº. 444, 17/12/2014. Dispõe sobre as espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. p. 121–126 In: *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, N 245 publicado em 18/12/2014.
- 6 Luigi G, Bugoni L, Fonseca-Neto FP, Teixeira DM. 2009. Biologia e conservação do Petrel-de-trindade, *Pterodroma arminjoniana*, na ilha da Trindade, Atlântico sul. In: Mohr LV, Castro JWA, Costa PMS & Alves RJV. (eds). *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 223–263.
- 7 Fonseca-Neto FP. 2004. Aves marinhas da ilha Trindade. In: BRANCO, JO. (Org.), *Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação*. UNIVALI Editora, Itajaí. pp. 119–146.
- 8 Croxall JP, Butchart SHM, Lascelles B, Stattersfield AJ, Sullivan B, Symes A, Taylor P. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International* 22: 1–34.
- 9 Alves RJV. 1998. Ilha da Trindade e Arquipélago Martin Vaz – um ensaio geobotânico. Niterói: Serviço de Documentação, Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil.



Grazina ou Noivinha

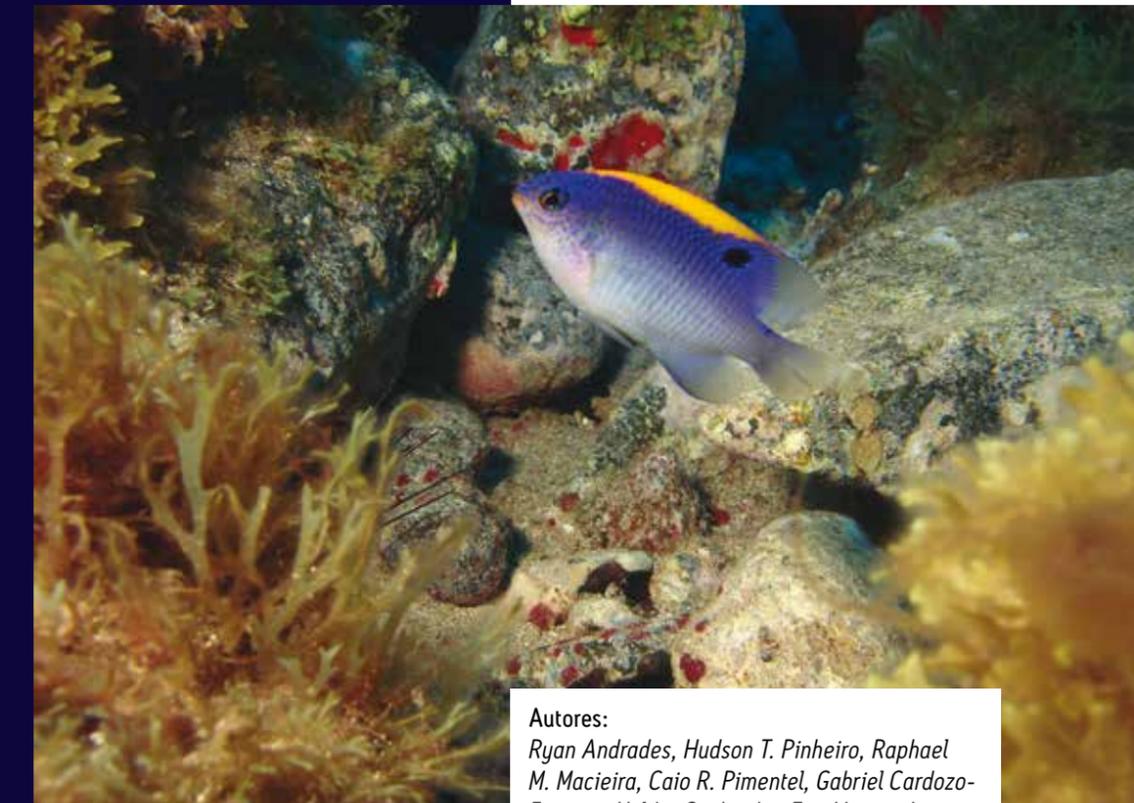


Trinta-réis-escuro
ou Viuvinha-marrom



PEIXES DO COMPLEXO INSULAR ILHA DA TRINDADE E ARQUIPÉLAGO MARTIN VAZ

A Ilha da Trindade abriga cerca de 137 espécies de peixes recifais, porém, este número cresce continuamente devido a novos registros e a descoberta de novas espécies¹⁻³. Se considerarmos o Arquipélago de Martin Vaz, e as espécies pelágicas que são encontradas nos arredores das ilhas, o total de espécies no complexo insular chega a 176¹. Essas espécies estão distribuídas, em comunidades distintas, por diversos habitats como poças de maré, crista recifal, talude recifal, platô recifal e até em um pequeno riacho^{4,5}. Duas formações recifais destacam-se ao redor das ilhas: os recifes em franja, que são constituídos principalmente por algas calcárias incrustantes, e os recifes rochosos, formados por rochas vulcânicas. Estes



Autores:

Ryan Andrades, Hudson T. Pinheiro, Raphael M. Macieira, Caio R. Pimentel, Gabriel Cardozo-Ferreira, Helder Guabiroba, Eric Mazzei, Lucas B. Xavier, João L. Gasparini, Thiony Simon[†] e Jean-Christophe Joyeux

Laboratório de Ictiologia, Departamento de Oceanografia, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo. Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, Vitória – ES, CEP 29075-910.

[†] in memoriam



ambientes apresentam elevada variabilidade em termos de complexidade do habitat (isto é tocas e fendas, que servem de abrigo) e profundidade.

As poças de maré estão localizadas na faixa do entremarés, que compreende a área que fica exposta durante a maré baixa e submersa durante a maré alta. As poças se formam em depressões no costão que retêm um volume de água durante a maré baixa, ficando isoladas do mar durante um período de tempo. Peixes encontrados nas po-

ças geralmente são espécies bastante adaptadas para viver nestes ambientes, tolerando elevadas temperaturas, salinidade e, muitas vezes, a dessecação. Duas espécies comumente observadas são o macaquinho *Entomacrodus* sp. e o peixe ventosa mirim *Tomiodon* sp., ambas espécies recentemente descobertas e em processo de descrição. Estas espécies são encontradas somente em poças de marés, vivendo em pequenas e estreitas frestas no costão rochoso onde passam todo seu ciclo

de vida. No entanto, as poças de maré também abrigam predadores notáveis, como as moréias *Enchelycore nigricans* e *Echidna catenata*. Esta última, além de se alimentar nas poças, é capaz de sair da água para caçar presas terrestres, como o caranguejo aratu *Grapsus grapsus*⁶. Esse ecossistema é de extrema relevância, pois desempenha a função de berçário para muitas espécies de peixes que o usam nas fases iniciais de vida⁵.

A crista recifal constitui o ambiente submerso mais raso do complexo insu-



lar, entre 3-6 metros de profundidade, sendo assim submetido à constante ação das ondas. Este ambiente apresenta uma elevada complexidade estrutural formada por rochas de diferentes tamanhos e feições como fendas, as quais servem de abrigo para pequenos peixes e esconderijo para predadores de emboscada. Na crista recifal a densidade e biomassa dos peixes é maior que nos demais ambientes (talude e platô recifal), destacando-se a elevada abundância do catuá *Cephalopholis fulva*. Esta pequena espécie pertencente à família das garoupas é um dos principais peixes carnívoros da ilha. Sua alimentação pode variar desde pequenos crustáceos e peixes, até filhotes de tartarugas marinhas, que nascem aos milhares nas praias da Ilha da Trindade predadas no momento em que entram no mar para iniciar sua migração para o oceano aberto⁷. Na crista recifal ainda é possível observar a donzelinha-de-Trindade *Stegastes trinidadensis*, que mantém um pequeno território onde seleciona algas específicas em algo similar a um jardim de algas. Tal espécie apresenta comportamento agressivo quando seu território é invadido por outros peixes.

O talude recifal compreende a zona de maior declividade no recife, onde registra-se uma mudança abrupta de profundidade, variando de 6 aos 20 metros. Peixes planctívoros como o peixe-soldado *Myripristis jacobus* são abundantes neste ambiente, beneficiando-se dos organismos planctônicos trazidos pelas correntes marinhas para o entorno da ilha. Após o platô recifal, em profundidades que ultrapassam os 20 metros, observa-se a presença da interface entre recifes rochosos e um platô arenoso de grande extensão, onde a densidade e biomassa dos peixes é inferior se comparada aos demais ambientes. Neste ambiente é possível observar o comportamento do bom-nome *Malacanthus plumieri*, que move com a boca conchas e rodólitos (nódulos de algas calcárias incrustantes de vida livre) e, empilhando-os, constrói pequenos montes. Tais estruturas são importantes para o incremento da complexidade estrutural, favorecendo outros organismos, inclusive pequenos peixes que utilizam estes montes construídos pelo bom-nome como moradia⁸.

Entre o complexo insular de Trindade e Martin Vaz e a costa do Brasil existe uma cadeia de montanhas submarinhas, a Cadeia Vitória-Trindade. Recentemente, expedições científicas conduzidas nas montanhas submarinas buscaram compreender os padrões ecológicos e evolutivos relacionados à distribuição dos peixes recifais na cadeia e no complexo insular. Como resultado, verificou-se que a composição das espécies de peixes nos montes submarinos é similar à encontrada nas ilhas. Além disso, é possível afirmar que os montes submarinos são essenciais para a colonização das ilhas por peixes recifais, funcionando como alpendras (*stepping stones* em inglês)⁹. Várias espécies foram capazes de se estabelecer no complexo insular durante a última era glacial (entre 30.000 e 19.000 anos). Nesse período, o nível do mar esteve cerca de 120 m mais baixo do que atualmente e o topo dos montes estiveram emersos, permitindo que espécies de pequeno porte e dependentes de ambientes rasos gradualmente avançassem até o isolado complexo insular^{1,5,9}.

Uma extraordinária característica da Cadeia Vitória-Trindade é o número de espécies de peixes endêmicas; ao total são 13 espécies que só ocorrem na Cadeia e em nenhum outro local do mundo. Além das já citadas *Ento-*



macrodon sp. e *Tomicodon* sp., outras quatro espécies são endêmicas da Ilha da Trindade e do Arquipélago de Martin Vaz: os peixes-macaco *Scartella poiti* e *Malacoctenus brunoi*, a piaba-do-mar de Trindade *Pempheris gasparinii* e o pequeno peixe ventosa *Acyrtus* sp. (as espécies identificadas pelo “sp.” estão em processo de descrição). As outras sete espécies endêmicas que são registradas tanto nas ilhas quanto na Cadeia são: a donzelinha de Trindade *Stegastes trinidadensis*, o sabonete de Trindade *Halichoeres rubrovirens*, o papagaio de Trindade *Sparisoma rocha*, o gobi-neon *Elacatinus pridisi*, o blenídeo *Hyppleurochilus brasil* e duas espécies de gobídeos do gênero *Lythrypnus*. Em Trindade é possível ainda verificar uma exuberante variação na coloração de peixes da mesma espécie, como é o caso da abundante maria-cagona pertencente ao gênero *Kyphosus* que pode apresentar sua coloração padrão cinza e também uma variação totalmente amarelada (vide foto da espécie). Outras variações de coloração também podem ocorrer em outras espécies na Ilha da Trindade, como a moréia *Gymnothorax miliaris* e o sargo-de-beiço *Anisotremus surinamensis*¹⁰.

Em Trindade, observa-se ainda eventos de mortalidade em massa de peixes que podem persistir por até duas semanas e onde registra-se um número

elevado de espécies mortas nas praias, principalmente a pufo *Melichthys niger*. Ao total 25 espécies de peixes já foram vítimas deste tipo de evento, mas não é possível afirmar a causa das mortes. Dois fatores que podem estar envolvidos são a floração de algas tóxicas e a subida de águas de regiões mais profundas (ressurgência) com baixa concentração de oxigênio dissolvido¹¹. No mundo inteiro, os ambientes recifais e os peixes que neles vivem estão ameaçados pela ação do homem, seja de forma direta, através da pesca, ou indireta por meio da poluição e destruição dos ambientes naturais. Infelizmente a Ilha da Trindade e o Arquipélago Martin Vaz não são exceções. No início do século XX, vários pesquisadores brasileiros e estrangeiros tiveram a oportunidade de visitar a Ilha. Estes pesquisadores reportaram uma enorme variedade e quantidade de peixes ao redor da ilha. Um dos fatos que mais impressionaram estes pioneiros, registrados em seus relatos e trabalhos científicos, foi a quantidade de grandes garoupas, inclusive em ambientes rasos, onde podiam ser facilmente capturadas, dispensando qualquer equipamento de pesca¹². Além disso, a abundância de tubarões também chamou bastante atenção por conta de seus hábitos de roubar os peixes fígados nos anzóis de quem tentava pescar no entorno das ilhas¹³.

Grandes tubarões, predadores do topo da cadeia alimentar, eram comumente avistados em Trindade, nadando próximos à linha de arrebentação das ondas ou se aglomerando ao redor das embarcações¹²⁻¹⁶. Atualmente, o cenário em Trindade é bem diferente do relatado por estes naturalistas, uma vez que as grandes garoupas e os tubarões já não são numerosos como no século passado e, apesar de pesquisadores passarem cada vez mais tempo na ilha, são raros os registros durante as expedições científicas atuais.

O declínio das populações de grandes predadores (tubarões e garoupas) já foi observado em várias partes do mundo e está sempre relacionado aos efeitos da pesca (comercial e recreativa). Em Trindade existem registros de atividades de pesca com significativas capturas de garoupas e tubarões^{17,18}. Por se tratar de uma ilha oceânica isolada, Trindade é praticamente um oásis para os peixes recifais, pois oferece as condições ideais para a vida no “deserto azul” do meio do oceano. Nesse sentido, as atividades de pesca podem interferir drasticamente no equilíbrio natural da comunidade de peixes recifais da ilha. Uma vez que a maioria das espécies possuem populações limitadas às áreas rasas e estão isoladas do continente, um pequeno esforço de pesca pode causar extinções locais¹⁹.

Várias propostas independentes visando a criação de unidades de conservação nas Ilhas e na cadeia Vitória-Trindade foram recentemente submetidas a órgãos ambientais²⁰⁻²². No entanto, até o presente momento, o complexo insular Ilha da Trindade e Arquipélago Martin Vaz e a cadeia que o liga à plataforma continental dos Abrolhos permanecem suscetíveis aos impactos antrópicos e sem proteção legal no âmbito da conservação de seus ricos ambientes recifais. Neste contexto, a presença da Marinha do Brasil em Trindade pode contribuir com a conservação do complexo insular, à exemplo de programas de conservação de grande sucesso. Nestes, a presença militar pode ser um instrumento e um facilitador da conservação de ecossistemas únicos, como por exemplo, no *Readiness and Environmental Protection Integration Program Challenge* (veja <http://www.repi.mil/>) promovido pelo departamento de defesa Norte Americano.

NOTA DOS AUTORES:

Nosso querido amigo Thiony Simon (1985-2016) faleceu durante o processo de idealização deste capítulo e de outros artigos e projetos relacionados à Ilha da Trindade. Seu amor e dedicação ao estudo dos peixes recifais da Ilha da Trindade está registrado em vários trabalhos já publicados e nos que ainda estão por vir.

BIBLIOGRAFIA

1. Pinheiro HT, Mazzei E, Moura RL, Amado-Filho GM, Carvalho-Filho A, Braga AC, Costa PAS, Ferreira BP, Ferreira CEL, Floeter SR, Francini-Filho RB, Gasparini JL, Macieira RM, Martins AS, Olavo G, Pimentel CR, Rocha LA, Sazima I, Simon T, Teixeira JB, Xavier LB, Joyeux J-C. 2015. Fish biodiversity of the Vitória-Trindade seamount chain, Southwestern Atlantic: An updated database. *PLoS one*, 10(3): e0118180.
2. Pinheiro HT, Camilato V, Gasparini JL & Joyeux J-C. 2009. New records of fishes for Trindade-Martin Vaz oceanic insular complex, Brazil. *Zootaxa*, 2298: 45-54.
3. Simon T, Macieira RM & Joyeux J-C. 2013. The shore fishes of the Trindade-Martin Vaz insular complex: an update. *Journal of Fish Biology*, 82: 2113-27.
4. Pinheiro HT, Ferreira CEL, Joyeux J-C, Santos RG, Horta PA. 2011. Reef fish structure and distribution in a south-western Atlantic Ocean tropical island. *Journal of Fish Biology*, 79(7): 1984-2006.
5. Macieira RM, Simon T, Pimentel CR, Joyeux J-C. 2014. Isolation and speciation of tidepool fishes as a consequence of Quaternary sea-level fluctuations. *Environmental Biology of Fishes*, 98(1): 385-393.
6. Sazima I, Sazima C. 2004. Daytime hunting behaviour of *Echidna catenata* (Muraenidae): Why chain morays foraging at ebb tide have no followers. *Aqua, International Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, 8: 1-8.
7. Coelho FN, Pinheiro HT, Santos RG, Albuquerque CQ, Martins AS. 2012. Spatial distribution and diet of *Cephalopholis fulva* (Ephinephelidae) at Trindade Island, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(2): 383-388.
8. Pereira-Filho GH, Cerqueira-Veras P, Francini-Filho RB, Moura RL, Pinheiro HT, Gibran FZ, Matheus Z, Neves LM, Amado-Filho GM. 2015. Effects of the sand tilefish *Malacanthus plumieri* on the structure and dynamics of a rhodolith bed in the Fernando de Noronha Archipelago, tropical West Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 541: 65-73.
9. Pinheiro HT, Bernardi G, Simon T, Joyeux J-C, Macieira RM, Gasparini JL, Rocha C, Rocha LA. 2017. Island biogeography of marine organisms. *Nature*, 549: 82-85.
10. Gasparini JL, Floeter SR. 2001. The shore fishes of Trindade Island, western south Atlantic. *Journal of Natural History*, 35(11): 1639-1656.
11. Pinheiro HT, Gasparini JL, Joyeux J-C. 2010. Reef fish mass mortality event in an isolated island off Brazil, with notes on recent similar events at Ascension, St Helena and Maldives. *Marine Biodiversity Records*, 3: e47.
12. Miranda-Ribeiro A. 1919. A fauna vertebrada da Ilha da Trindade. *Archivos do Museu Nacional*, 22: 169-194.
13. Lobo B. 1919. Conferência sobre a Ilha da Trindade. *Arquivos do Museu Nacional*, 22: 105-169.
14. Murphy RC. 1915. The bird life of Trinidad Islet. *The Auk - A Quarterly Journal of Ornithology*, 32: 332-348.
15. Murray G. 1902. The voyage southward of the 'Discovery'. *Geographical Journal*, 19: 423-435.
16. Nichols JT, Murphy RC. 1914. Fishes from South Trinidad Islet. *Bulletin of American Museum of Natural History*, 33(20): 261-266.
17. Pinheiro HT, Martins AS, Gasparini JL. 2010. Impact of commercial fishing on Trindade Island and Martin Vaz Archipelago, Brazil: Characteristics, conservation status of the species involved and prospects for preservation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53: 1417-1423.
18. Pinheiro HT, Joyeux J-C. 2015. The role of recreational fishermen in the removal of target reef fishes. *Ocean & Coastal Management*, 112: 12-17.
19. Luiz OJ, Edwards AJ. 2011. Extinction of a shark population in the Archipelago of Saint Paul's Rocks (equatorial Atlantic) inferred from the historical record. *Biological Conservation*, 144: 2873-2881.
20. Lino CF, Dias H. 2014. Banco dos Abrolhos e Cadeia Vitória-Trindade: Proposta de reconhecimento de uma Reserva da Biosfera Marinha na costa central do Brasil. IA-RBMA, São Paulo, pp 63.
21. Ruschi A. 2010. Proposta inicial de criação de UC "Cordilheira submarina Vitória Trindade". Estação Biologia Marinha Ruschi.
22. Simon TS (Coordenador). 2015. Mosaico de unidades de conservação na Cadeia Vitória-Trindade: Biogeografia, Evolução e conectividade genética de peixes recifais como ferramenta para definição de áreas prioritárias (protocolo ICMBio/CDoc 0815068).



CETÁCEOS DA ILHA DA TRINDADE E ARQUIPÉLAGO DE MARTIN VAZ

A costa brasileira é uma região muito rica em diversidade de cetáceos (baleias, botos e golfinhos), com 47 espécies atualmente registradas no nosso litoral. Muitas espécies ocorrem em ambientes costeiros, enquanto outras se distribuem no ambiente oceânico, e portanto, longe da costa. Nos últimos anos a fauna de cetáceos tem sido muito estudada. Os estudos estão concentrados, principalmente, em espécies costeiras devido à maior facilidade na coleta de dados e, por isso, são muito bem conhecidas. A região da cadeia Vitória-Trindade é um dos locais menos conhecidos da costa brasileira. Até a criação do PROTRINDADE, quase nenhum estudo sistemático havia sido realizado nessa área visando conhecer melhor a fauna de botos, baleias e golfinhos que habitam a região.



Foto: Ignacio Moreno(LABSMAR/UFRGS)

Autores:

Moreno, I.B.¹⁻²; do Amaral, K.B.¹⁻²; de Camargo, Y.R.¹⁻²; Dorneles, D.R.¹⁻²; Frainer, G.¹⁻²; Heissler, V.L.¹⁻²; Ilha, E.B.¹⁻²; Rigon, C.T.¹⁻²; Wickert, J.C.¹⁻²⁻³

¹ Laboratório de Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos Marinhos (LABSMAR), Departamento de Zoologia – IB/UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 43435 - Sala 206. Porto Alegre/RS, 91509-900, Brasil.

² Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR/IB/UFRGS), Av. Tramandaí, 976, Imbé/RS, 95625-000, Brasil.

³ Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul (GEMARS), Torres, RS, Brasil.

* Projeto: "A fauna de odontocetos no Brasil, biogeografia e taxonomia: subsídios para a conservação"

Família	Espécie	Nome comum	Ilha da Trindade e Martin Vaz	Cadeia Vitória-Trindade	Águas adjacentes à cadeia	Tipo de Registro
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	baleia-minke-antártica	X	X	X	avistagem
	<i>Balaenoptera borealis</i>	baleia-sei	X	X	X	avistagem
	<i>Balaenoptera physalus</i>	baleia-fin	X			avistagem
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	jubarte	X	X	X	avistagem
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote		X	X	avistagem
	<i>Kogia sp.</i>				X	avistagem
Ziphiidae	<i>Ziphius cavirostris</i>	baleia-bicuda-de-Cuvier	X			encalhe
Delphinidae	<i>Pseudorca crassidens</i>	falsa-orca			X	avistagem
	<i>Stenella attenuata</i>	golfinho-pantropical		X		avistagem
	<i>Tursiops truncatus</i>	golfinho-nariz-de-garrafa	X	X		avistagem
	<i>Steno bredanensis</i>	golfinho-de-dentes-rugosos		X		avistagem

Tabela 1. Espécies registradas pelo projeto “A fauna de odontocetos no Brasil, biogeografia e taxonomia: subsídios para a conservação” com distribuição na Ilha da Trindade e Martin Vaz, sobre a Cadeia Vitória-Trindade e nas águas adjacentes (águas ao norte e ao sul da Cadeia Vitória-Trindade que foram percorridas pelo projeto).

De forma geral, todas as espécies estão associadas a um conjunto de características ambientais que influenciam na sua ocorrência e distribuição. Fatores ambientais como a topografia marinha, a temperatura superficial da água do mar, a produtividade, a salinidade e as correntes marinhas estão diretamente relacionados com a distribuição e abundância desses mamíferos.

A Ilha da Trindade e Arquipélago Martim Vaz formam o conjunto insular mais afastado da costa brasileira. Além disso, eles marcam o limite oriental da Cadeia Vitória-Trindade, caracterizada por uma série de montes submarinos

dispostos longitudinalmente no sentido leste a oeste, seguindo o paralelo 20°S. O relevo oceânico nesta região, portanto, provoca modificações importantes na circulação oceânica, incluindo a ressurgência de águas mais frias e produtivas em um ambiente primordialmente tropical e de baixa produtividade. Nesse sentido, a Cadeia Vitória-Trindade demarca a transição entre a biota marinha tropical e subtropical no oceano Atlântico Sul Ocidental.

Várias espécies de cetáceos foram registradas pelo projeto nas águas da Cadeia Vitória-Trindade, e seu padrão de ocorrência varia de espécie para

espécie (Tabela 1). Algumas parecem ser bem raras nos arredores da Ilha da Trindade, enquanto outras podem ser frequentemente avistadas na região. Dentre os cetáceos com dentes, ou odontocetos, duas espécies do gênero *Tursiops*, ocorrem no Brasil. Uma delas, o golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), possui tamanho médio (2,5 a 3,5m de comprimento total), corpo robusto, nadadeira dorsal moderadamente falcada, rostro curto e uma demarcação bem diferenciada entre o melão e o rostro. Sua coloração pode variar de cinza a preto no dorso e nas laterais do corpo com o

ventre mais claro. Essa espécie se distribui em todos os oceanos do mundo, em áreas tropicais e temperadas. No Brasil, ocorre ao longo de toda a costa, tanto em ambientes costeiros quanto oceânicos. Podem ser avistados ao longo de todo o ano nas proximidades da Ilha da Trindade, com maior frequência em frente à Praia das Tartarugas e no Parcel das Tartarugas, no sul da ilha. Grupos de até oito indivíduos foram registrados em vários locais da ilha, sendo bem provável que exista uma população residente (Figuras 1 e 2). Entretanto, estudos mais aprofundados devem ser realizados a fim de averiguar a validade dessa hipótese.

Outro odontoceto registrado, a baleia-bicuda-de-Cuvier, *Ziphius cavirostris* Cuvier, 1823, apresenta o corpo robusto de coloração cinza escuro ou marrom claro, com a cabeça frequentemente pálida e pequenas manchas circulares ou ovais esbranquiçadas espalhadas pelo corpo. As nadadeiras peitorais e dorsal são pequenas, o rostro pouco definido e possuem um único par de dentes cônicos na extremidade anterior das mandíbulas, que nas fêmeas podem não emergir. Esta espécie se distribui em águas temperadas e tropicais ao redor do mundo, porém, como todos os zifídeos (baleias-de-bico) estão entre os cetáceos menos conhecidos uma vez que ocorrem em águas



Figura 1. Grupo de *Tursiops truncatus* avistado no Parcel das tartarugas – Fotografia: Guilherme Frainer (LABSMAR/UFRGS)



Figura 2. Grupo de *Tursiops truncatus* avistado no Parcel das tartarugas – Fotografia: Guilherme Frainer (LABSMAR/UFRGS)



Figura 3. Esqueleto de *Ziphius cavirostris* encontrado encalhado na Praia das Cabritas - Fotografia: Elisa Ilha (LABSMAR/UFRGS)

oceânicas e profundas. Até o momento existem dois registros de baleias-bicudas-de-Cuvier encalhadas na Ilha da Trindade. O primeiro ocorreu no ano de 2007 e o segundo, no inverno de 2013. Desse último, foram coletadas amostras biológicas as quais estão depositadas na coleção científica do Museu de Ciências Naturais (MUCIN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o número MUCIN 0005, e são de extrema relevância para o entendimento da biologia e ecologia da espécie (Figuras 3 e 4).

Dentre os misticetos, cetáceos com cerdas bucais, conhecidos também como baleias-verdadeiras, cinco espécies foram registradas na região. Dentre elas, três merecem destaque. A baleia-jubarte, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), é uma das espécies de baleias mais comumente observada no entorno do arquipélago. Apresenta um padrão de coloração variando entre o preto e o cinza escuro, com manchas brancas irregulares no ventre e nas nadadeiras peitoral e caudal. Indivíduos adultos atingem até 16 metros de comprimento. A principal característica distintiva em relação às outras baleias são as nadadeiras peitorais longas, que atingem cerca de um terço do tamanho do corpo do animal e apresentam bordas irregulares. A nadadeira dorsal, localizada na parte posterior do dorso, é pequena e de base larga, assemelhando-se a uma

pequena corcunda. O borrifo é relativamente baixo, atingindo três metros de altura. A Ilha da Trindade parece ser uma importante área reprodutiva para a espécie no oceano Atlântico Sul Ocidental. Entre os meses de julho e setembro, fêmeas com filhotes são comumente avistadas nos arredores da ilha. Registros de avistagens da espécie ocorrem também em maio, sugerindo que os indivíduos cheguem cedo à Ilha da Trindade, durante a temporada reprodutiva. Os filhotes documentados são pequenos, sendo provavelmente recém-nascidos (Figuras 5 e 6). As composições de grupo observadas nos arredores da ilha são de fêmeas com filhotes, fêmeas com filhotes e *escort*, grupos de dois a três e indivíduos solitários. São baleias ativas, sendo facilmente reconhecidas por seus saltos, onde retiram cerca de dois terços do corpo para fora d'água (Figuras 7 e 8).

A baleia-sei, *Balaenoptera borealis* Lesson, 1828, é a terceira maior baleia chegando a medir 18m de comprimento, sendo menor apenas que a baleia-azul e a baleia-fin. O corpo é cinza-escuro, geralmente apresentando o dorso com aspecto manchado. A região ventral é de coloração branca. Possui a nadadeira dorsal alta, falcada e posicionada numa porção mais anterior do corpo quando comparada a da baleia-fin. Como a maioria dos balenopterídeos (família Balaenpteridae), a baleia-sei

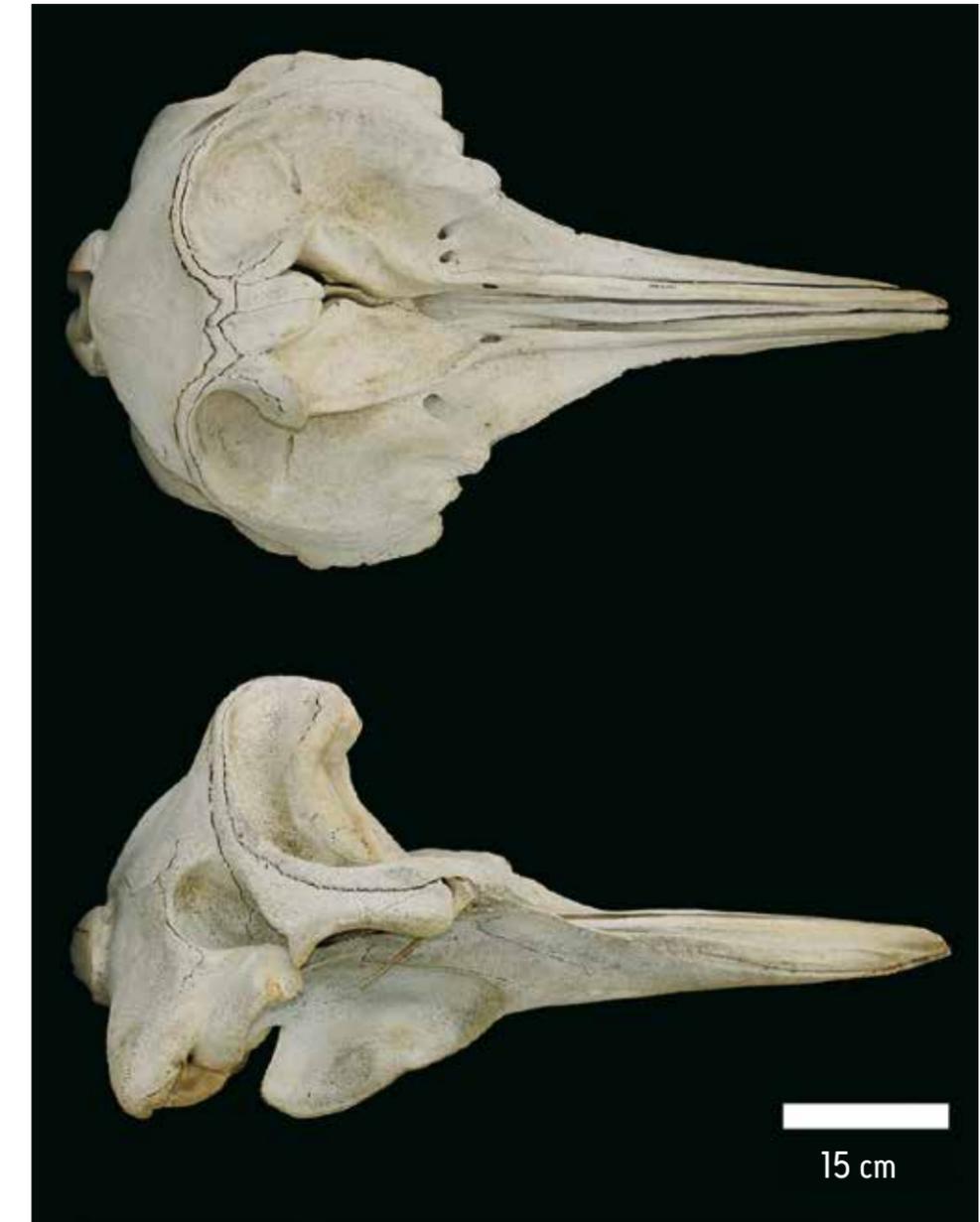


Figura 4. Vista dorsal e lateral do crânio de *Ziphius cavirostris* encalhado na Ilha da Trindade - Fotografia: Guilherme Frainer (LABSMAR/UFRGS)



Figuras 5 e 6. *Megaptera novaeangliae* avistadas na Ilha da Trindade - Fotografia: Elisa Ilha (LABSMAR/UFRGS)



se distribui por todos os oceanos (desde a quebra da plataforma continental até áreas mais oceânicas) e realiza migrações anuais de longas distâncias. É a espécie que se tem menor conhecimento entre as baleias verdadeiras, pois dados sobre sua distribuição, suas rotas e seu padrão migratório ainda são deficientes. No Atlântico Sul Ocidental descobriu-se, recentemente, a área reprodutiva da espécie como sendo a região da Ilha da Trindade e a Cadeia Vitória-Trindade, onde se observou um filhote recém-nascido acompanhado de um adulto e outros juvenis com adultos (Figura 9 e 10) (LABSMAR/UFRGS dados não publicados).

A baleia-fin, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus 1758), a segunda maior baleia, apresenta corpo extremamente hidrodinâmico e alongado. A cabeça em forma de “V” apresenta uma única crista rostral. Possui como característica diagnóstica a coloração assimétrica da cabeça, onde a metade direita da mandíbula é branca e a metade esquerda é escura. O restante do corpo pode apresentar coloração desde cinza-azulado e preto à marrom-escuro no dorso e laterais. A nadadeira dorsal, é alta e falcada, formando um ângulo obtuso (suave) entre a borda anterior e o dorso do animal. A espécie ocorre ao longo de áreas mais oceânicas, além da quebra da plataforma continental.

Apresentam um padrão sazonal migratório latitudinal entre as áreas de alimentação próximas das regiões polares, onde ocorrem no verão, e as áreas de reprodução, em médias latitudes, onde ocorrem no inverno. Entretanto, no Oceano Atlântico Sul Ocidental, as principais áreas de concentração invernal da espécie são ainda desconhecidas. No Brasil, a espécie já foi registrada desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, como também na região da Cadeia Vitória-Trindade nos meses de maio e agosto. Ainda assim, a baleia-fin não parece ser abundante em nenhum local da costa brasileira, diferente do que se observa nas regiões subantárticas e antárticas, onde é comum a observação da espécie.

O complexo insular Trindade e Martim Vaz constitui a última fronteira em termos de conhecimento de biodiversidade marinha na costa brasileira e, por se tratar de uma zona de transição, pode ser considerada uma importante área biogeográfica no que diz respeito à fauna de vários vertebrados do Atlântico Sul Ocidental. Registros singulares foram obtidos desde a criação do PROTRINDADE, dentre eles a presença de filhotes de baleias-sei (*Balaenoptera borealis*) e de baleias-jubartes (*Megaptera novaeangliae*) que foram significativamente afetadas pela caça nos séculos XIX e XX, e a presença de uma



Figuras 7 e 8. *Megaptera novaeangliae* avistadas na Ilha da Trindade - Fotografia: Elisa Ilha (LABSMAR/UFRGS)





Figura 9: *Balaenoptera borealis* avistada sobre a Cadeia Vitória-Trindade – Fotografia: Ignacio B. Moreno (LABSMAR/UFRGS)



Figura 10: *Balaenoptera borealis* avistada entre a Ilha da Trindade e Martim Vaz – Fotografia: Guilherme Frainer (LABSMAR/UFRGS)

população, aparentemente residente, de golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) que parecem isolados das demais populações já conhecidas desta espécie na costa brasileira. Além disso, algumas espécies de cetáceos, como por exemplo, o golfinho-pintado-pantropical, *Stenella attenuata* (Gray, 1846), tiveram seus limites longitudinais de ocorrência expandidos, à medida que foi possível amostrar águas oceânicas tão distantes quanto 1.000 km da costa brasileira.

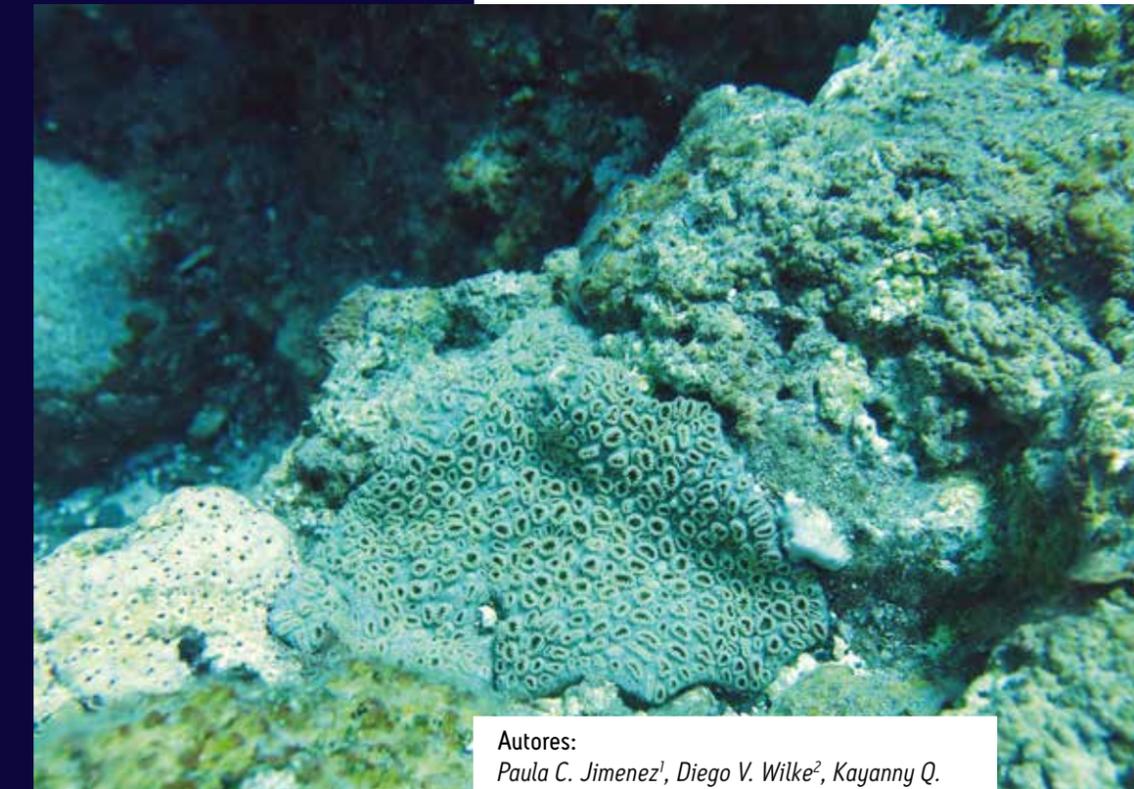
BIBLIOGRAFIA

- Cypriano-Souza, A. L., de Meirelles, A. C. O., Carvalho, V. L. and Bonatto, S. L. (2017). Rare or cryptic? The first report of an Omura's whale (*Balaenoptera omurai*) in the South Atlantic Ocean. *Marine Mammal Science*, 33:80–95. doi:10.1111/mms.12348
- de Carvalho, M. S., & Rossi-Santos, M. R. (2011). Sightings of the bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Trindade Island, Brazil, South Atlantic Ocean. *Marine Biodiversity Records*, 4, e15.
- Heissler, V. L., do Amaral, K. B., Serpa, N., Frainer, G., Siciliano, S., Secchi, E. and Moreno, I. B. (2016). Sei whales, *Balaenoptera borealis*, in the South-Western Atlantic Ocean: the discovery of a calving ground in Brazilian waters. Paper SC/66/SH/20 presented to the IWC Scientific Committee.
- Mayorga, L.F.S.P.; Barbosa, L.A.; Bhering & R.C.C. (2010). Primeiros registros de enalhe de *Ziphius cavirostris* (Cetacea, Odontoceti) na costa do Espírito Santo, Brasil. *Biotemas*, 23 (3): 223-226.
- Siciliano, S., Moura, J. F. D., Filgueiras, H. R., Rodrigues, P. P., & Leite Jr, N. D. O. (2012). Sightings of humpback whales on the Vitória-Trindade chain and around Trindade Island, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(3): 455-459.
- Siciliano, S.; Heissler, V. L.; Ilha, E.; Wickert, J. C.; Moura, J. F.; Moreno, I. B. . Humpback whales off Trindade Island, Brazil: the last piece of the puzzle is in place? (2016). In: Scientific Committee SC/66b, International Whaling Commission, v. 66a. p. 1-42.
- Wedekkin, L. L., Rossi-Santos, M. R., Baracho, C., Cypriano-Souza, A. L. & Simões-Lopes, P. C. (2014). Cetacean records along a coastal-offshore gradient in the Vitória-Trindade Chain, western South Atlantic Ocean. *Brazilian Journal of Biology*, 74(1):137-144.
- Wickert, J.C., von Eye, S.M., Oliveira, L.R. & Moreno, I.B. (2016). Revalidation of *Tursiops gephyreus* Lahille, 1908 (Cetartiodactyla: Delphinidae) from the southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Mammalogy*, 97(6): 1728-1737. doi: 10.1093/jmammal/gyw139.
- do Amaral, K. B., Alvares, D. J., Heinzmann, L., Borges-Martins, M., Siciliano, S., & Moreno, I. B. (2015). Ecological niche modeling of *Stenella* dolphins (Cetartiodactyla: Delphinidae) in the southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 472, 166-179. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.07.013>.



POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE ORGANISMOS MARINHOS DA ILHA DA TRINDADE

Brasil abriga uma enorme biodiversidade aliada a um alto grau de endemismo, sendo um profícuo habitat para a produção de moléculas singulares e farmacologicamente interessantes. Neste contexto, iniciativas que visem a prospecção de recursos biológicos nas ilhas oceânicas brasileiras, buscando o conhecimento amplo da biodiversidade e seu uso na identificação de serviços ecossistêmicos e no desenvolvimento de produtos são muito relevantes. Este capítulo versará sobre os resultados iniciais obtidos na avaliação do potencial biotecnológico das amostras coletadas na Ilha da Trindade utilizando zoantídeos da espécie *Palythoa caribaeorum* como modelo. Os resultados aqui apresentados destacam o potencial abrigado nesses organismos



Autores:

Paula C. Jimenez¹, Diego V. Wilke², Kayanny Q. Ferreira², Francisco das Chagas L. Pinto³, Otilia Deusdenia L. Pessoa³, Karen Yadira Velasco Alzate⁴, Bianca Del B. Sahn⁴, Leticia V. Costa-Lotufa^{4*}

¹.Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos - SP;

².Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos, Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE;

³.Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE;

⁴.Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP
*costalotufa@usp.br

e reforçam a relevância de se acessar a diversidade tanto biológica quanto química dos organismos da Ilha da Trindade. Mais além, vale mencionar, pois, que a constatação da riqueza química das espécies que ocorrem em um ambiente, bem como a identificação de novas moléculas com propriedades biotecnológicas, prestam-se à valoração dos recursos e subsidiam argumentos quanto à importância da conservação da biodiversidade e dos ecossistemas marinhos.

1. O BRASIL NO CONTEXTO DA BIOTECNOLOGIA MARINHA E A PROPOSTA DA REDE DE PESQUISA “PROSPECMAR-ILHAS”

A diversidade biológica de um determinado ambiente está intimamente relacionada à diversidade química ali abrigada, visto que ambos são atributos da diversidade gênica. Sendo assim, regiões mais biodiversas abrigam, consequentemente, maior potencial biotecnológico. Nesses termos, as estimativas mais recentes sugerem que o Brasil hospede cerca de 20% da biodiversidade mundial de macrorganismos. Além disso, o Brasil é um dos 17 países que, combinados, abrigam quase 70% das espécies catalogadas de plantas e animais do planeta, sendo, portanto, caracterizado como um país de megadiversidade¹.

Quanto à costa brasileira, vários programas buscaram, desde o final da

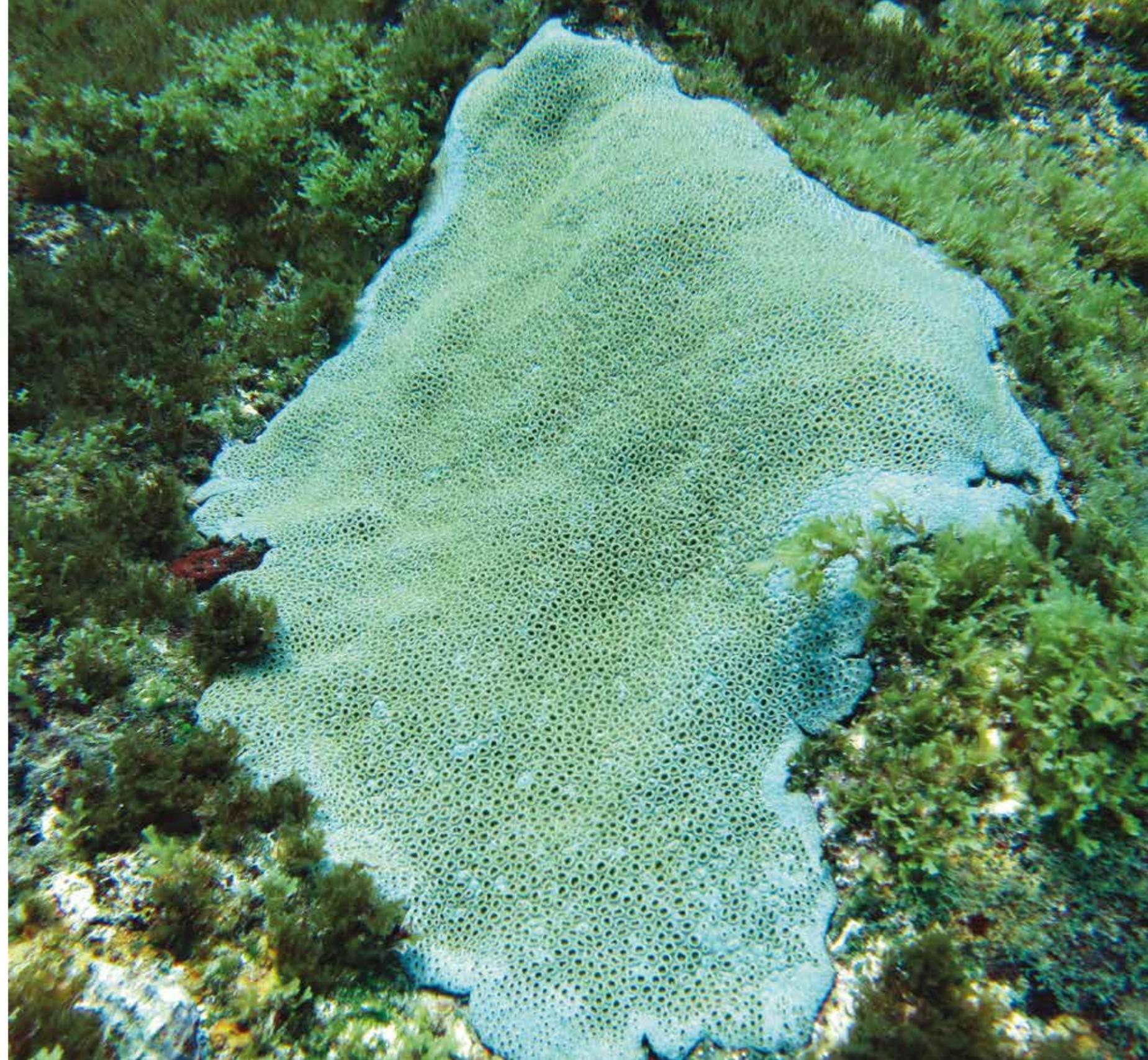
década de 90, descrever a biodiversidade marinha brasileira e, hoje, o país já conhece melhor a sua biodiversidade. Entretanto, essas ações também mostraram as grandes lacunas de conhecimento que ainda precisam ser preenchidas. Desse modo, com um litoral contínuo de mais de 8.500 km de extensão, contido, em sua maior parte, na região tropical – sabidamente, as detentoras de maior biodiversidade² –, pressupõe-se um vasto potencial biotecnológico resguardado nos mares brasileiros, mas, como a diversidade biológica, segue subestimada.

A prospecção farmacológica do litoral brasileiro, ainda que extremamente recente, encontra-se em expansão³. Neste sentido, discutiremos aqui resultados da prospecção de recursos biológicos nas ilhas oceânicas brasileiras, buscando o conhecimento amplo da biodiversidade e seu uso na assimilação de serviços ecossistêmicos e no desenvolvimento de produtos. Assim, as iniciativas voltadas para o fortalecimento da vertente biotecnológica enfocaram a obtenção de moléculas com potencial aplicação no tratamento do câncer especialmente em algas, zoantídeos, ascídias e bactérias, além de buscar alternativas sustentáveis para a produção dessas substâncias.

O uso das chamadas técnicas “ômicas” como estratégias prospectivas

também tem revelado um potencial biotecnológico muito além daquele antecipado pelas técnicas convencionais. Ao passo que a metagenômica busca por conjuntos de sequências gênicas associados à produção de metabólitos secundários possibilitando também a prospecção dos microrganismos não cultiváveis, a metabolômica permite o levantamento quantitativo e qualitativo dos metabólitos presentes em um organismo procurando, por exemplo, alterações metabólicas que estejam correlacionadas com determinados fenótipos. Essas técnicas geram grandes quantidades de dados que podem ser analisados, não só sob a perspectiva da bioprospecção, mas, também, sob ópticas diversas, garantindo amplo aproveitamento das amostragens realizadas nas ilhas.

Posto isso, a bioprospecção tradicional, fundamentada, inicialmente, na identificação de atividade biológica em extratos orgânicos obtidos dos organismos, seguido pelo isolamento e identificação da substância ativa e, por fim, pelo estudo de seu mecanismo de ação, é ainda uma estratégia de grande valia e sucesso na busca de moléculas com potencial farmacológico, especialmente anticâncer. Nesse contexto, investigações preliminares realizadas em organismos coletados na Ilha da Trindade, avaliados por sua citotoxicidade contra células tumorais *in vitro*, já



evidenciam o alto valor biotecnológico ali hospedado.

Os estudos iniciais adotaram como organismo modelo para a prospecção os zoantídeos do gênero *Palythoa* (Lamouroux, 1816), que possui 92 espécies catalogadas, muito embora o levantamento acurado seja tarefa difícil, uma vez que a taxonomia de todo o grupo ainda apresenta muitas inconsistências⁴. Esses organismos possuem organização simples, corpo cilíndrico com a boca circundada por um anel de tentáculos utilizados na captura de alimento e normalmente formam colônias que incrustam em substratos de recifes de composição variada, desde calcária e pétreia a sedimentar⁵. Os zoantídeos desempenham papel semelhante ao dos corais escleractíneos quando formam recifes, pois participam decisivamente da produção primária na qualidade de hospedeiros de zooxantelas⁶.

Os estudos com espécies do gênero *Palythoa* datam da década de 50, sendo que apenas 25 delas têm algum estudo, seja do ponto de vista biológico (ecologia e reprodução), químico (isolamento e caracterização dos metabólitos primários e secundários) ou farmacológico (identificação de bioatividades nos extratos e substâncias isoladas). Do ponto de vista químico, o gênero *Palythoa* foi inicialmente estudado por sua toxicidade que, por sua

vez, estaria relacionada a presença da palitoxina, a toxina não-protéica mais potente conhecida⁷. Entretanto, apesar das oito palitoxinas já descritas, várias outras moléculas foram encontradas em espécies do gênero, incluindo ácidos graxos, esteróides, micosporinas, peptídeos, zoantoxantinas, prostaglandinas, ceramidas, entre outras⁸⁻¹⁰.

No litoral brasileiro, em recente levantamento, Santos et al.¹¹ descreveram a ocorrência de pelo menos 13 espécies de zoantídeos, sendo 4 espécies de *Palythoa*: *P. caribaeorum*, *P. grandiflora*, *P. variabilis* e *P. aff. clavata*. Os dados de análise genética indicam a possibilidade de uma quinta espécie. Considerando a distribuição, a espécie *P. caribaeorum* foi a única encontrada em todos os pontos amostrados, que incluiu o litoral dos estados do Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo e Santa Catarina, além das ilhas de Trindade, Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Atol das Rocas e Arquipélago de Fernando de Noronha. Há que se ressaltar que esse é também o zoantídeo mais abundante no litoral brasileiro.

Estudos com o gênero *Palythoa* no litoral brasileiro datam da década de 80. O trabalho inaugural consistiu em um estudo comparativo dos esteróis

encontrados em *P. caribaeorum*, *P. variabilis* e *Palythoa sp.* coletados em diferentes locais do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, realizado por Kelecon & Solé-Cava¹², levando à identificação de dez esteróis (1 - 10) e um triterpeno (11). Estudos mais recentes realizados com as espécies *P. caribaeorum* e *P. variabilis* identificaram esteróis, aminoácidos lipídicos (12 e 13) com atividade citotóxica, o nor-esgoterol (18), que dispara o processo de apoptose celular, e substâncias com potencial biotecnológico (12 - 26) mostradas na Figura 1^{10,13,14}.

Várias etapas estão envolvidas no desenvolvimento de um novo fármaco anticâncer a partir de fontes naturais. Tradicionalmente, esses estudos fundamentam-se na identificação de atividade biológica em extratos orgânicos dos organismos. A partir daí, procede-se com o isolamento da molécula ativa, e por fim com o estudo aprofundado de sua atividade biológica e determinação do seu mecanismo de ação. Os estudos para prospecção de substâncias bioativas em *Palythoa caribaeorum* na Ilha de Trindade basearam-se na coleta dos organismos (Figura 2), seguida da sua preservação em N₂ líquido para transporte ao laboratório no continente, onde procedeu-se com o isolamento e cultivo de microrganismos associados ao zoantídeos. Os estudos com bacté-

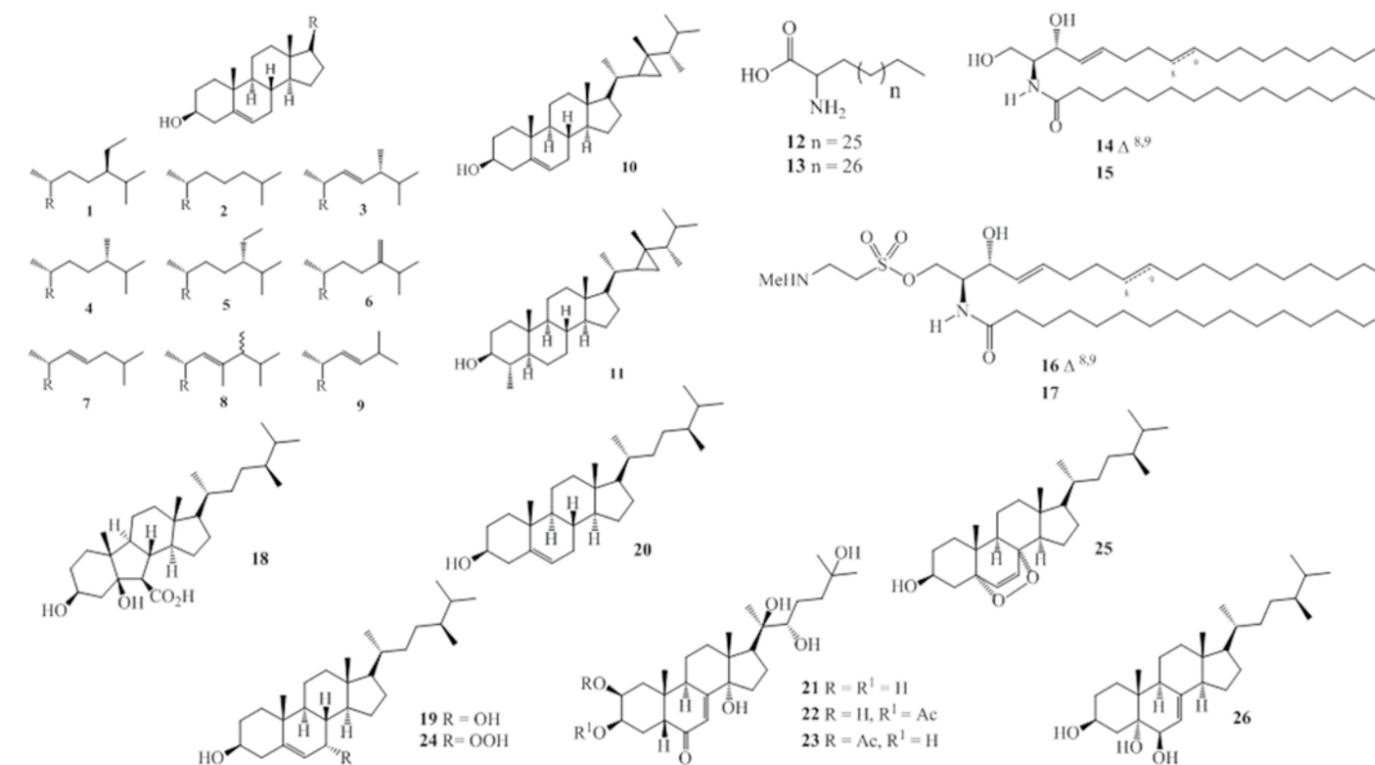


Figura 1. Substâncias isoladas das espécies *Palythoa caribaeorum*, *Palythoa variabilis* e *Palythoa sp.* coletadas no litoral brasileiro.

rias associadas cultiváveis surgiram da necessidade de atrelar sustentabilidade ao processo de bioprospecção, além da já reconhecida capacidade biossintética de fungos e bactérias, e sua contribuição à indústria farmacêutica.

Do zoantídeo *P. caribaeorum* coletado em Trindade, foram isoladas 5 linhagens de actinomicetos (BRA-479,

BRA-480, BRA-481, BRA-489 e BRA-490, Figura 3). Embora o número de microrganismos cultiváveis isolados até o momento tenha sido modesto, todos os isolados renderam extratos altamente citotóxicos, matando 50% das células de câncer de colo-retal da linhagem HCT-116 em concentrações da ordem de ng/mL. A Tabela 1, a seguir, mostra o

efeito dos extratos sobre o crescimento dessas células em cultura, avaliadas, numa abordagem qualitativa, pelo ensaio de MTT. Este ensaio, por sua vez, consiste numa análise colorimétrica que quantifica indiretamente as células vivas através de sua capacidade de conversão do sal 3-(4,5-dimetiltiazol-2-tiazolil)-2,5-difenil-2H tetrazoli-

Fotos: Bianca Del Bianco Sahn

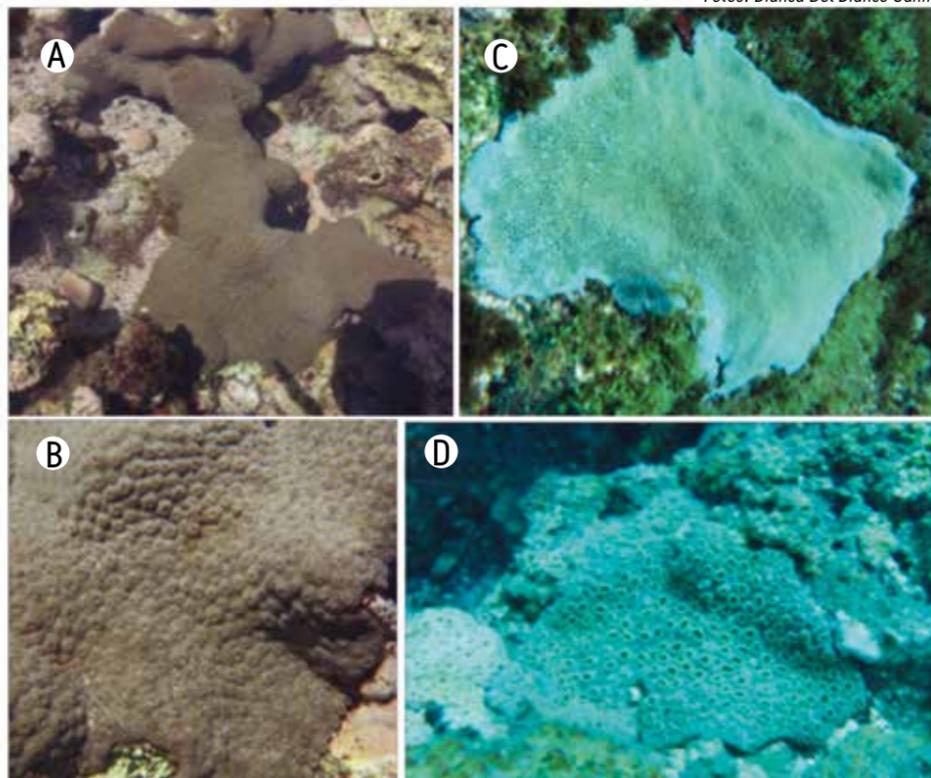


Figura 2. Fotografias de colônias de *Palythoa caribaeorum* encontradas da Ilha da Trindade. Em A, colônia em região intermarés na Praia das Tartarugas e, em B, detalhe do pólip. Em C, colônia submersa a profundidade de 8,8 m com sinais de branqueamento, em Farilhões e, em D, colônia submersa a 6,7 m na Enseada da Orelhas.

Cepas	BRA-479	BRA-480	BRA-481	BRA-489	BRA-490
CI ₅₀	450 ng/mL	9 ng/mL	11 ng/mL	23 ng/mL	13 ng/mL

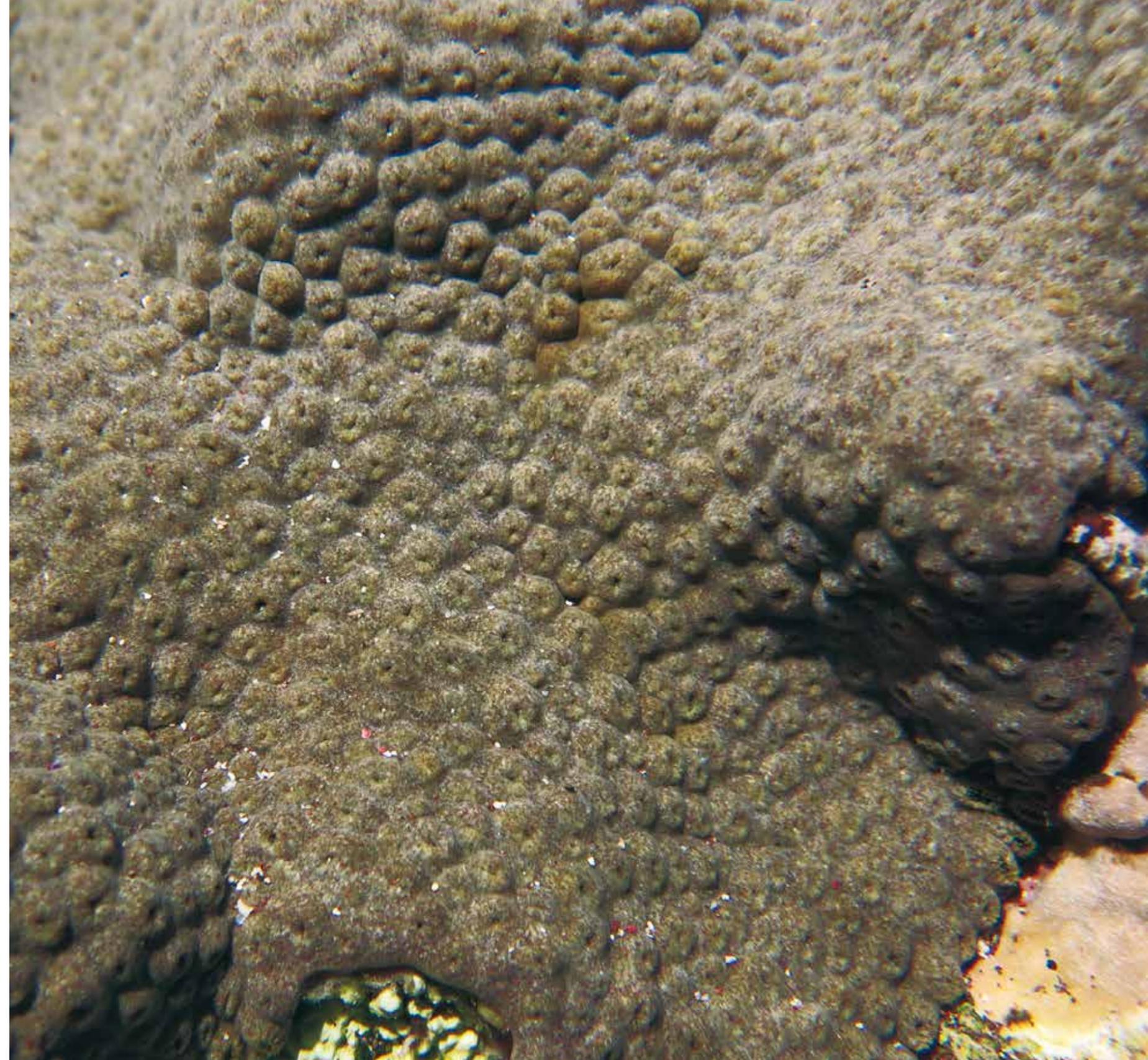
Tabela 1. Avaliação quantitativa da citotoxicidade de extratos obtidos de bactérias isoladas do zoan- tideo *Palythoa caribaeorum*, coletado na Ilha da Trindade. As células de câncer colo-retal (HCT-116) foram expostas aos extratos durante 72h em concentrações variando de 12pg/mL a 1 µg/mL. O efeito sobre a proliferação celular, avaliado pelo ensaio de MTT, está mostrado como valor da concentração inibitória média (CI₅₀) através de regressão não linear

na bromida (MTT), um composto de cor amarela, a formazan, de coloração púrpura, pela atividade da enzima succinil- desidrogenase presente nas mitocôndrias das células metabolicamente ativas¹⁵. Esses resultados ressaltam o potencial biotecnológico desses microrganismos.

Os extratos das cepas BRA-480 e BRA-489 foram, posteriormente, investigadas quanto aos seus princípios ativos, levando a identificação de cromomicinas, dentre as quais cromomicina A2, cromomicina A3 e demetilcromomicina A2 então mostradas na Figura 4. As cromomicinas são police- tídeos tricíclicos glicosilados, membros do grupo dos ácidos aureólicos. Ainda que tenham sido, inicialmente, estuda- das por sua atividade antibiótica, o maior interesse nessas moléculas atualmente é devido ao seu potencial antitumoral¹⁶. Vale mencionar que, recentemente, nos- so grupo reportou valores de CI₅₀ entre 6,3 e 49,0 nM para a cromomicina A2 contra diversas linhagens de células tu- morais atrelada a indução de autofagia em células de melanoma, um efeito até então inédito para essa substância¹⁷.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do maior número de espécies contabilizadas no ambiente terrestre e, ainda, do número consideravelmente mais elevado de substâncias bioativas obtidas de organismos terrestres, os



Fotos: Diego Veras Wilke

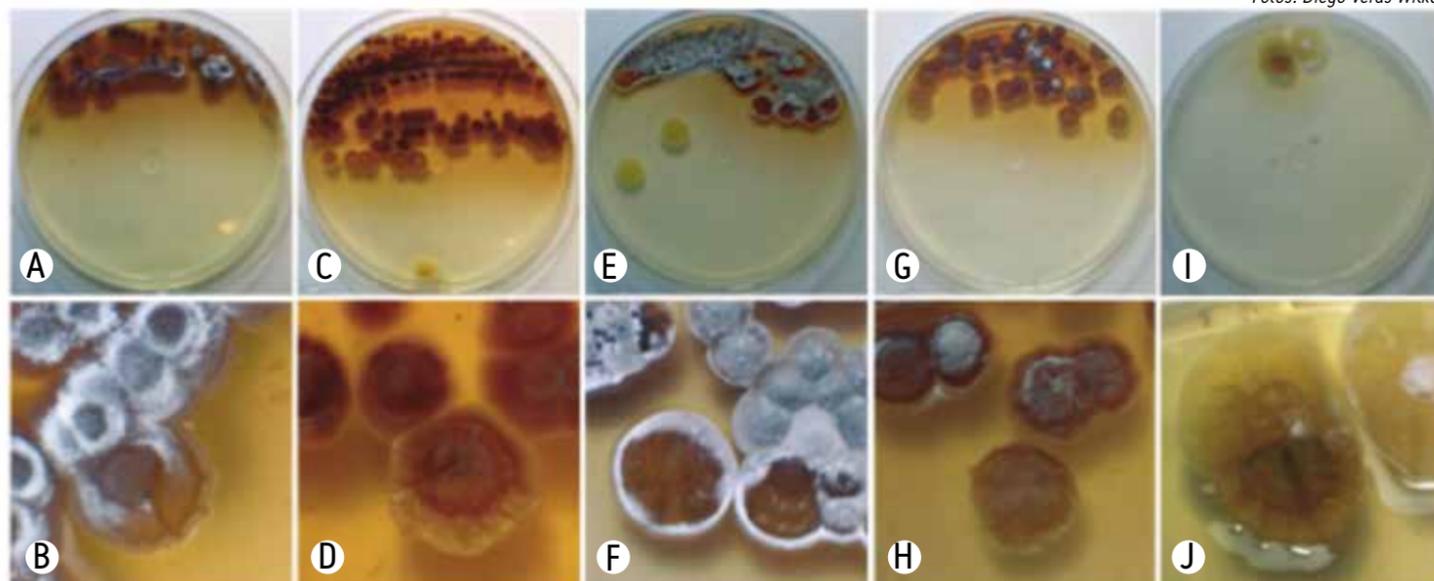


Figura 3. Actinobactérias isoladas do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* da ilha de Trindade. Painel superior: placas em meio A1 ágar, e painel inferior: detalhe das colônias. A e B, BRA-479; C e D, BRA-480; E e F, BRA-481; G e H, BRA-489; e I e J, BRA-490.

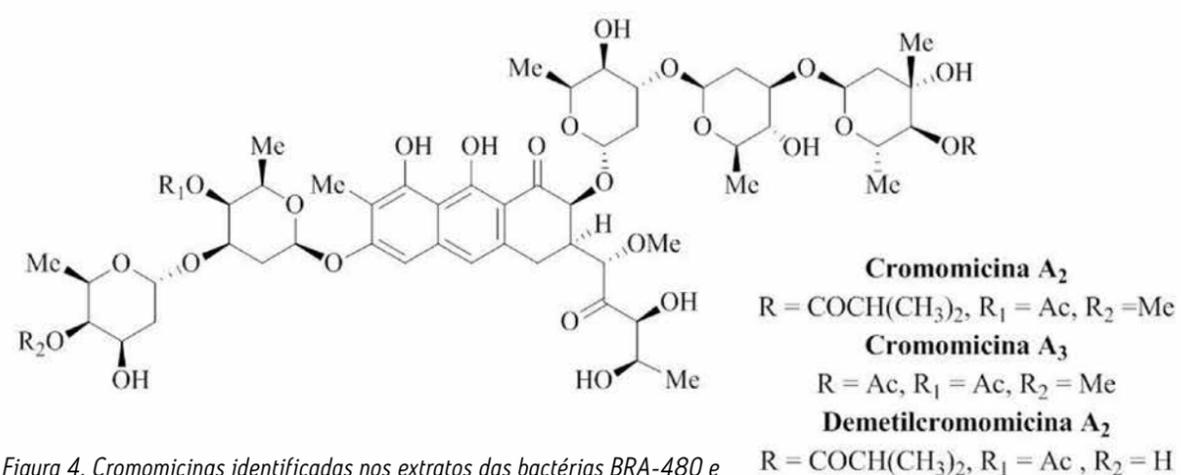


Figura 4. Cromomicinas identificadas nos extratos das bactérias BRA-480 e BRA-489 isoladas de *Palythoa caribaeorum*.

oceanos ainda abrigam uma diversidade biológica superior se tomados os níveis taxonômicos mais altos e, assim, pressupõe-se uma maior diversidade química das moléculas neste ambiente². De fato, considerando o número de espécies já estudadas, em termos percentuais as moléculas bioativas encontradas no ambiente marinho já superam aquelas do ambiente terrestre¹⁸.

Os resultados apresentados neste capítulo, ainda que preliminares, mostram o imenso potencial biotecnológico abrigado no zoantídeo *Palythoa caribaeorum* da Ilha da Trindade e seus microrganismos associados. Entretanto,

o modelo aqui estudado é um de uma infinidade de organismos marinhos passíveis de bioprospecção, biomédica ou outra. Mais além, considerando os microrganismos como fonte de novos bioprodutos, inclusive os de vida livre como os que habitam a coluna d'água ou o sedimento marinho, o espaço de atuação do pesquisador passa a ser, em teoria, tão vasto quanto for o próprio mar.

Uma vez que a oferta de novos bens e serviços está diretamente conectada à diversidade biológica, a proteção ao ambiente torna-se imperativa inclusive no contexto da bioprospecção dos recursos marinhos. Por outro lado, o seu

uso racional e sustentável é também imprescindível no sentido de conter as perdas dos recursos genéticos, e, conseqüentemente, das oportunidades. Produtos inovadores e bem cotados, como fármacos, polímeros, enzimas ou combustíveis, podem suceder de organismos que, até então, nunca foram associados a outro valor mensurável. Essas tantas possibilidades fazem da biotecnologia um extraordinário instrumento de valoração desses recursos, o que, por sua vez, subsidia argumentos quanto à importância da conservação da biodiversidade e dos ecossistemas marinhos.

BIBLIOGRAFIA

1. PYLRO, V.S. et al. Brazilian Microbiome Project: revealing the unexplored microbial diversity: challenges and prospects. *Microb Ecol.* 67 (2): 237-241, 2014.
2. SNELGROVE, P. An ocean of discovery: biodiversity beyond the Census of Marine Life. *Planta Med.* 82(09/10): 790-799, 2016.
3. BRASIL, Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Ciência e Tecnologia. Caracterização do Estado da Arte em Biotecnologia Marinha no Brasil / Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Ciência e Tecnologia. - Brasília: Ministério da Saúde, 2010.134 p.: il.
4. HIBINO, Y. et al. Molecular and morphological evidence for conspecificity of two common Indo-Pacific species of *Palythoa* (Cnidaria: Anthozoa). *Hydrobiologia* 733: 31-43, 2014.
5. REIMER, J.D. et al. Species Diversity of Shallow Water Zoanthids (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia) in Florida. *Journal of Marine Biology*, ID 856079, 2012.
6. REIMER, J.D. et al. Molecular analyses of shallow-water zooxanthellate zoanthids (Cnidaria: hexacorallia) from Taiwan and their *Symbiodinium* spp. *Zoological Studies.* 52: 38-53, 2013.
7. MOORE R.E.; SCHEUER P.J., Palytoxin: a new marine toxin from a coelenterate. *Science* 172:495-498, 1971.
8. RIOBÓ, P.; FRANCO, J.M., Palytoxins: Biological and chemical determination. *Toxicol.* 57: 368-375, 2011.
9. ALMEIDA, J. G. L. et al. Palyosulfonoceramides A and B: Unique Sulfonylated Ceramides from the Brazilian Zoanthids *Palythoa caribaeorum* and *Protospalythoa variabilis*. *Marine Drugs*, 10: 2846-2860, 2012.
10. PINTO, F.C.L. et al. Steroids from the Brazilian Zoanthids *Palythoa caribaeorum* and *Palythoa variabilis*. *J. Braz. Chem. Soc.* 28: 485-491, 2017.
11. SANTOS, M.E.A. et al. Overview of the order Zoantharia (Cnidaria: Anthozoa) in Brazil. *Mar Biodiv.* 46: 547-559, 2015.
12. KELECON, A.; SOLÉ-CAVA, A.M. Comparative Study of Zoanthid Sterols, the Genus *Palythoa* (Hexacorallia, Zoanthidea). *Comp. Biochem. Physiol.* 72B, 677-682, 1982.
13. WILKE, D.V. et al. Cytotoxic Lipidic α -amino Acids from the Zoanthid *Protospalythoa variabilis* from the Northeastern Coast of Brazil. *J. Braz. Chem. Soc.* 20: 1455-1459, 2009.
14. WILKE, D.V. et al. Pro-apoptotic activity of lipidic α -amino acids isolated from *Protospalythoa variabilis*. *Bioorg. Med. Chem.* 18: 7997-8004, 2010.
15. MOSMANN, T. Rapid Colorimetric Assay for Cellular Growth and Survival: Application to Proliferation and Cytotoxicity Assays. *J. Immunol. Methods* 65, 55, 1983.
16. LOMBÓ, F. et al. The aureolic acid family of antitumor compounds: Structure, mode of action, biosynthesis, and novel derivatives. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 73: 1-14, 2006.
17. GUIMARÃES, L.A. et al. Chromomycin A2 Induces Autophagy in Melanoma Cells. *Mar. Drugs*. 12: 5839-5855, 2014.
18. Mayer, A.M. et al. The odyssey of marine pharmaceuticals: a current pipeline perspective. *Trends Pharmacol. Sci.* 31: 255-265, 2010.

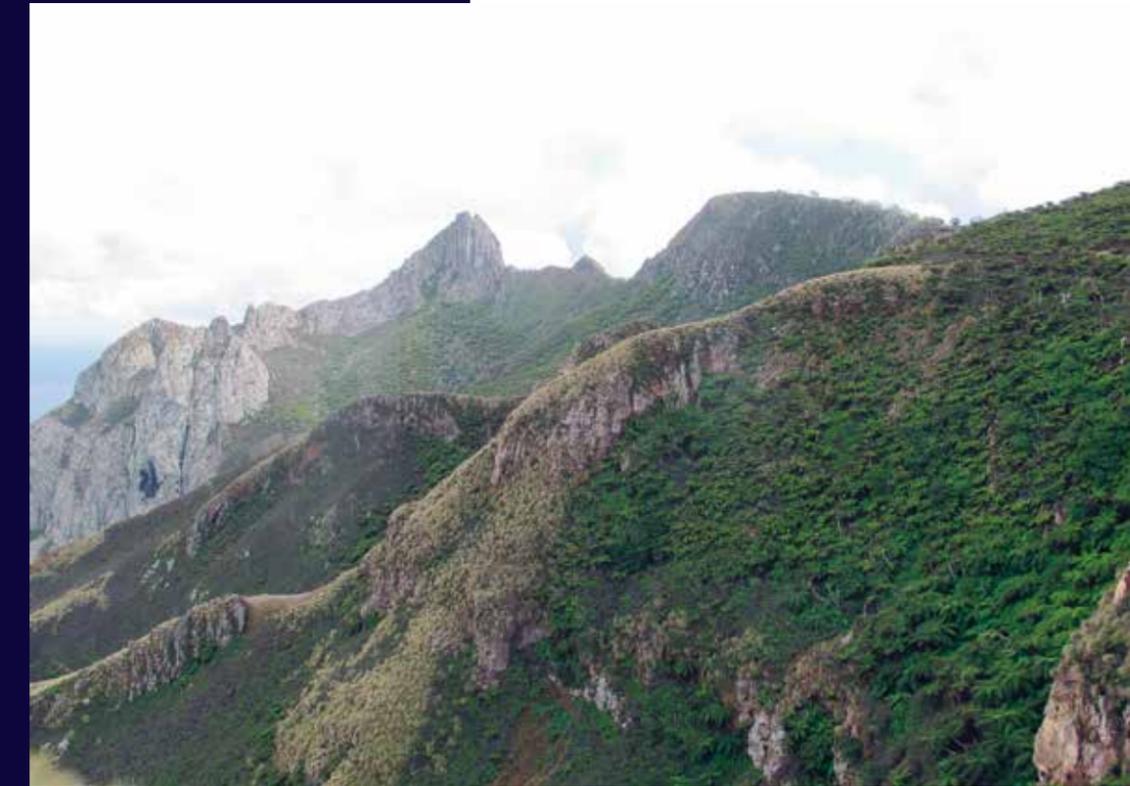


BIODIVERSIDADE TERRESTRE
FLORA E FAUNA TERRESTRES

ASPECTOS GERAIS DA BIODIVERSIDADE TERRESTRE DA ILHA DA TRINDADE

As ilhas representam apenas cerca de 5% das áreas terrestres da Terra, mas detêm mais de 50% de sua biodiversidade e a maioria das extinções documentadas de espécies ocorreu nelas. Nas principais ilhas oceânicas Brasileiras os impactos de vertebrados introduzidos sobre as espécies nativas de flora e fauna foram notórios. Na Ilha da Trindade, cabras, ovelhas, jericós, camundongos e gatos causaram redução significativa das florestas e das populações de aves marinhas, incluindo algumas extinções.

Dos quatro arquipélagos oceânicos Brasileiros, apenas Fernando de Noronha, Trindade e Martin Vaz possuem vegetação expressiva. A biodiversidade terrestre da Ilha da Trindade começou a ser estudada por visitantes através



Autores:
Ruy José Válka Alves¹ & Nílber Gonçalves da Silva¹
¹ Museu Nacional

de observações esporádicas a partir de 1700 quando o astrônomo britânico Edmund Halley reportou a presença de aves, caranguejos e tartarugas marinhas. Naquela época, a Ilha já era conhecida e seus recursos já vinham sendo explorados por dois séculos pelos navegantes. Eles abasteciam seus navios com água potável, lenha, ovos de aves marinhas, carne e ovos de tartarugas marinhas.

Foi justamente Halley que causou o primeiro e talvez maior impacto negativo à biodiversidade da Ilha, pois soltou casais de cabras, porcos e galinhas d'angola, que acabaram devastando a vegetação e fauna nativas. Algumas ocupações militares da Ilha pela Inglaterra e depois por Portugal provavelmente continuaram a agravar a devastação, pois outras espécies de animais domésticos foram introduzidas e se tornaram nocivas, a exemplo de cães, gatos, ovelhas e jericos.

Demorou quase dois séculos até que estudos da flora e fauna de Trindade começassem a aparecer. A busca do conhecimento da riqueza biológica da ilha atingiu seu auge com as expedições do naturalista Johann Becker, Professor do Museu Nacional (UFRJ), entre 1957 e 1994. Ele realizou muitas das novas descobertas, dentre as quais se destaca a identidade de uma das árvores que já era considerada extinta na Ilha e que



formava uma extensa floresta morta misteriosa reportada por viajantes do século XVIII. As causas de tal devastação se deviam às sucessivas ocupações da Ilha por humanos e seus animais domésticos.

Com as primeiras ocupações humanas, ou talvez num dos navios que naufragou na Ilha, chegaram camundongos e então gatos domésticos foram introduzidos na tentativa de controlá-los. Mas os gatos preferiram se alimentar de filhotes indefesos das aves marinhas que nidificam no chão, e os camundongos prosperaram até o presente por toda a Ilha.

A vegetação nativa da Ilha só começou a se regenerar após uma ação da Marinha do Brasil orientada pela equipe do Museu Nacional, cuja conclusão levou onze anos: a erradicação de centenas de cabras ferais. Isto resultou num processo de expansão da cobertura vegetal em áreas previamente nuas.

A água doce e potável é um dos principais recursos para a sobrevivência de pessoas e animais terrestres em ilhas oceânicas. Na Ilha da Trindade detectamos sete leitos de riachos em 1994, mas apenas quatro deles tinham água correndo de fato. Um desses riachos comporta até mesmo uma espécie de peixe de água doce. Coincidência ou não, a vazão dos principais riachos aumentou visivelmente após a erradicação das cabras em 2005.

Tudo isso deve ser levado em conta quando falamos da biodiversidade terrestre da Ilha: ela ainda está em estudos e o pouco que sabemos sobre ela vem sendo levantado após séculos de devastação.

A flora vascular ora conhecida totaliza 202 espécies, das quais a maioria é de plantas cultivadas, introduzidas para uso dos ocupantes da Ilha, como árvores frutíferas e hortaliças. De maneira geral causam muito pouco ou nenhum impacto à vegetação nativa.

A planta que atualmente chama mais atenção na Ilha é uma samambaia gigante. Nas montanhas da Ilha, ora livre das cabras, essa espécie consegue colonizar rapidamente áreas que não tinham nenhuma vegetação. Ela produz sombra e suas frondes velhas que secam produzem uma espessa camada de matéria orgânica. Seus troncos podem se ramificar e atingem alturas de até nove metros. Quando essa serrapilheira se decompõe, o solo se torna mais fértil e outras espécies de plantas finalmente também conseguem se estabelecer. Assim, com o tempo, a vegetação nativa consegue se regenerar em áreas que estavam degradadas por séculos.

A Ilha da Trindade abriga muitas espécies de aves marinhas, que já foram mais abundantes quando havia florestas por toda parte, já que algumas espécies fazem seus ninhos apenas



Figura 1. Johann Becker na Serra do Lenheiro em 1998. Foto Ruy J. V. Alves.



Figura 2. Johann Becker (à direita) na escadaria da casa de comando do POIT, com o comandante Andrada em 1958. Foto doada por Becker ao Ruy J. V. Alves.



Figura 3. Fotos tiradas em 1958 na Ilha por Johann Becker (na foto central superior, à direita). Fotos doadas por Becker ao Ruy J. V. Alves.

em árvores. De fato, as aves eram tão numerosas que no século XVIII havia uma espessa camada de guano, que queimou num incêndio de solo. As aves mais numerosas são a viuvinha branca ou noivinha, a pardela-de-trindade ou petrel-da-trindade, além de grazinas e atobás. Duas subespécies de fragatas são endêmicas à Ilha, mas suas populações são muito reduzidas hoje em dia, talvez por falta de árvores adequadas para a nidificação. As aves que pescam no mar e depositam guano na Ilha são de extrema importância para a recuperação dos nutrientes no solo, e portanto da biota terrestre como um todo.

Sobre os invertebrados terrestres da Ilha (vide capítulo mais adiante) há informações esporádicas. Nas décadas de 1950 e 1960, Rudolf Barth do Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro relatou os primeiros microorganismos e invertebrados terrestres da Ilha. Na mesma época, o naturalista Johann Becker do Museu Nacional já fazia extensas coletas de material de história natural em Trindade (Figuras 1, 2 e 3). Os especialistas que batizaram suas descobertas com nomes científicos honraram Becker atribuindo o epíteto específico “*beckeri*” a uma espécie de besouro, uma vespa, um molusco, e três plantas. Mas as descobertas do

Becker foram muito além das homenagens que ele recebeu: ele também descobriu outras espécies endêmicas. Quem sabe um dia Johann Becker não venha a ser homenageado, por exemplo com o nome da recém construída estação científica na Ilha?

De todas essas espécies endêmicas de plantas, apenas uma não foi encontrada desde sua coleta original. Já o besouro parece estar extinto, tendo sido coletado a última vez em 1998. A população de tanchagem e de outras plantas endêmicas que eram consideradas extintas por volta do ano 2000 ora se expandem rapidamente, graças à ausência das cabras. Duas espécies de caracol foram por nossa equipe encontradas em 2013. Uma delas era considerada extinta há quatro décadas e a outra é provavelmente nova para a ciência.

De maneira geral, a biodiversidade terrestre da Ilha da Trindade é única, e como marca registrada que melhor representa essa personalidade única da Ilha, estão seus caricatos caranguejos terrestres, suas samambaias gigantes que reinam nas florestas do topo das montanhas rochosas, suas aves e seus pequenos organismos que persistem em um ambiente relativamente hostil.

BIBLIOGRAFIA

Alves RJV. 1998. Ilha da Trindade e Arquipélago Martin Vaz - um ensaio geobotânico. Disponível online gratuitamente em:

<https://www.mar.mil.br/secirm/documentos/trindade/producao/ensaio-geobotanico.pdf>

Alves RJV, Silva NGS. 2016. De Historia Naturali Insulæ Trinitatis MDCC – MMX. Três Séculos de História Natural na Ilha da Trindade com Comentários Sobre Sua Conservação. Smashwords. Disponível online gratuitamente em: <https://www.smashwords.com/books/view/683377>

Alves RJV, Silva NGS, Aguirre-Muñoz A. 2011. Return of endemic plant populations on Trindade Island, Brazil, with comments on the fauna. In: Pages 259–263. In Veitch, C. R.; Clout, M. N. and Towns, D. R. (eds.). 2011. Island invasives: eradication and management. IUCN, Gland, Switzerland.

Faria ALA. 2012. Briófitas da Ilha da Trindade: um estudo taxonômico e biogeográfico. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Botânica.

Silva NGS, Alves RJV. 2011. The eradication of feral goats and its impact on plant biodiversity – a milestone in the history of Trindade Island, Brazil. *Rodriguésia* 62(3): 717–719.

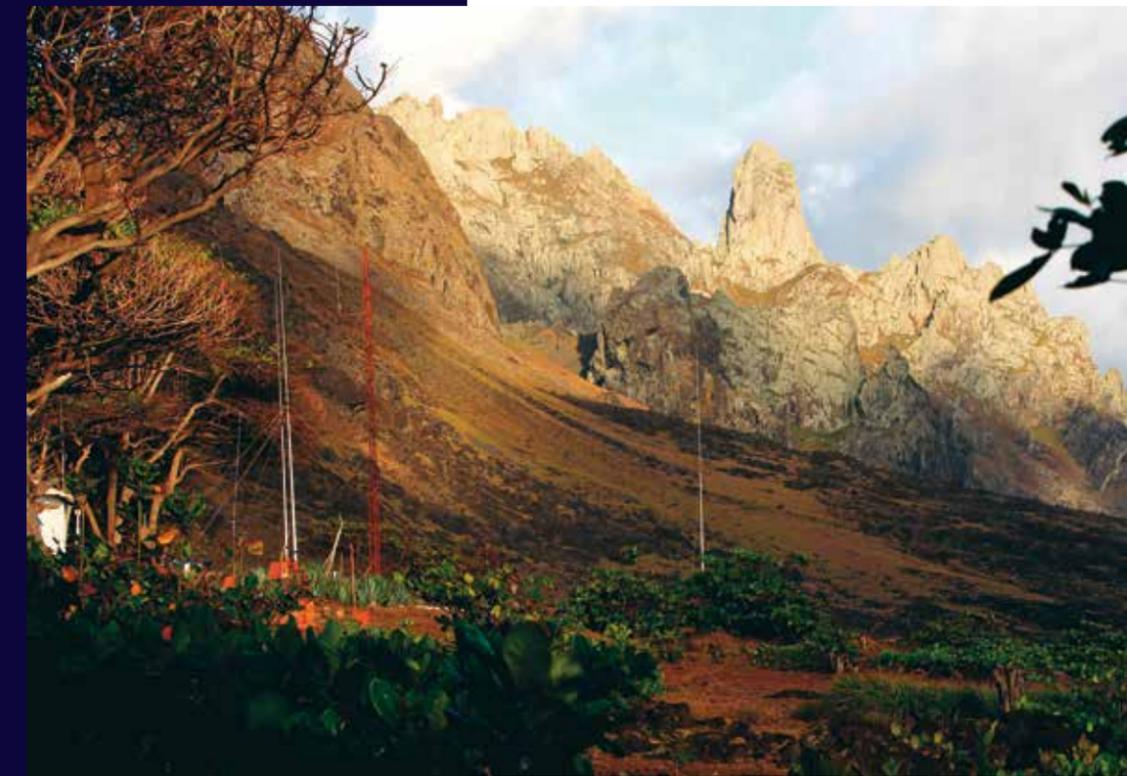
Silva NGS, Alves RJV, Sylvestre LS, Santos RB. 2013. Two rediscoveries and one extinction for the flora of Trindade Island, Brazil. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 140(2): 230–235.



BRIÓFITAS DA ILHA DA TRINDADE

Briófitas são o segundo maior grupo de plantas terrestres, estando atrás apenas das Angiospermas em número de espécies (Goffinet et al. 2009). São plantas terrestres, avasculares e com geração haploide dominante.

Atualmente o termo Bryophyta refere-se à apenas uma única linhagem, conhecida comumente como musgos, mas até pouco tempo nesse grupo também se encontravam as hepáticas e os antóceros (hoje separados nas Divisões Marchantiophyta e Anthocerotophyta, respectivamente). Neste Guia, iremos tratar briófitas como um termo amplo, abrangendo os três grupos aqui citados (popularmente chamados de musgos, antóceros e hepáticas).



Autores:
Paulo E.A.S. Câmara¹, Micheline Carvalho-Silva² e Allan Laid Alkimin Faria³ (UnB).

¹ Universidade de Brasília, UnB. Depto. de Botânica.

² Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, UFVJM.

³ Universidade de Brasília, UNB.



Figura 1. Área de campo

Briófitas são plantas (pertencem ao Reino Plantae) e, portanto, possuem todas as características únicas dos vegetais, tais como parede celular de celulose, reserva de amido e presença de clorofilas “a” e “b”.

Embora constituam parte fundamental da flora mundial, as briófitas ainda são pouco estudadas e muito pouco conhecidas, em especial devido ao baixo número de pesquisadores interessados no tema. Elas habitam desde desertos até regiões polares, sendo a vegetação dominante nas altas latitu-

des. Podem ser usadas como bioindicadores de qualidade do ar e da água, ou ainda em biomonitoramento. Produzem uma série de compostos químicos secundários com potencial farmacológico e agrícola.

Embora no ano de 1700 o Astrônomo Edmund Halley (1656-1742) tenha estado em Trindade e, segundo consta, teria coletado “material de história natural”, os estudos da vegetação da Ilha da Trindade tiveram seu início com as coletas de material botânico feito por Joseph Dalton Hooker (1817-1911).

Hooker, que era botânico de formação e de grande renome, esteve em Trindade em sua viagem a caminho da Antártica (1839-1843), na célebre expedição liderada por James Clark Ross (1800-1862), a bordo dos navios *Terror* e *Erebus*. Infelizmente não existe registro exato do que foi coletado por ambos, sendo pouco provável que algum deles tenha coletado briófitas.

Em visita aos Herbários de Kew e também no Natural History Museum de Londres, não foi possível encontrar nenhum material coletado por Hooker em Trindade. Segundo consta, as coletas teriam sido perdidas quando o bote usado para ir da ilha ao navio virou, causando a perda das coletas. Em relação a Edmund Halley nada se sabe de suas possíveis coletas.

Dessa forma o primeiro registro de briófitas da Ilha da Trindade é de Alves (1998), onde consta uma lista de 08 espécies, sendo 06 musgos (*Marchisia brachiata* (Sw.) Schiffn., *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt., *Hyophila involuta* (Hook.) Jaeg., *Bryum argenteum* Hedw., *Fissidens elegans* Brid. e *Philonotis uncinata* (Schwaegr.) Brid.) e 02 hepáticas (*Cheilolejeunea trifaria* (Nees) Mizut., *Frullania beyrichiana*. (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.). O material foi coletado por Alves e identificado pela especialista do Instituto de Botânica, Dra. Olga

Yano, e estão depositados no herbário R (Museu Nacional do Rio de Janeiro) com duplicatas no SP (Instituto de Botânica de São Paulo).

Com a criação, por parte da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) em conjunto com o CNPq e MCTI, do PRO-TRINDADE programa de incentivo a pesquisas científicas na Ilha da Trindade, iniciou-se as coletas intensivas de briófitas na Ilha.

Dessa forma a partir de 2010, foram realizadas diversas expedições de coleta a Trindade o que possibilitou o extenso levantamento da flora de Briófitas resultando em uma coleção de cerca de 431 exemplares. Esse material está depositado no Herbário da Universidade de Brasília (UB) com duplicatas no herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). Deste total, foram identificadas 32 espécies, das quais 11 são musgos, 20 Hepáticas e 01 antóceros (Faria et al. 2012). Além disso, coletas anteriores depositadas nos herbários R e SP foram revistas e estudadas, o que resultou na correção de algumas identificações errôneas.

Após a publicação dos resultados de Faria et al. (2012), coletas posteriores bem como os estudos de DNA feitos por Gama et al. (2016), possibilitaram a produção da lista atualizada que apresentamos aqui (Tabela 1). Os resultados aqui apresentados e os de



Figura 2. Área de floresta



Figura 3. *Isopterygium tenerifolium*, unico musgo pleurocárpico da Ilha

Faria et al. (2012) nos mostram que Trindade possui a maior diversidade de briófitas entre as ilhas oceânicas brasileiras, seguida por Fernando de Noronha com 22 espécies.

A vegetação Briológica de Trindade guarda grande similaridade com a encontrada na costa do Brasil (ES, RJ e SP), sem espécies endêmicas ou ameaçadas. Cerca de 52% são de distribuição Neotropical, 21% possui distribuição neotropical e Africana, 15% pantropical e o restante é cosmopolita.

Em Trindade não há registros de briófitas abaixo da cota de 150 m, e nota-se a partir daí, uma clara divisão entre a vegeta-

ção que ocorre na parte baixa da ilha, dominada por campos de gramíneas e ciperáceas (Fig.1), com a que ocorre nas partes altas da ilha (acima de 400m), constituída pela floresta nebulosa de samambaias gigantes, dominada por *Cyathea* (Fig.2).

Nas partes baixas (150-400m), dominada pelos campos, predominam os musgos acrocárpicos enquanto a única espécie de musgo pleurocárpico existente na Ilha (*Isopterygium tenerifolium* Mitt., Fig.3), está restrita às partes altas (acima de 400 m), ocorrendo apenas na floresta de samambaias gigantes, no Pico do Desejado, onde cresce como epífita em caules de *Cyathea*.

BRIÓFITAS DA ILHA DE MARTIM VAZ:

Com uma área de cerca de 0.3 Km² e localizada a cerca de 40 Km da Ilha da Trindade, Martim Vaz é extremamente difícil de ser visitada. As tentativas de nossas equipes de lá chegar a partir do uso de botes (Fig.4) revelaram-se infrutíferas e perigosas. O acesso é feito de helicóptero quando, para o do abastecimento de Trindade, é designado um navio com aeronave. Nossa visita ao local não revelou a presença de nenhuma briófitas.



Tabela 1. Lista atualizada de espécies de Briófitas de Trindade, em ordem alfabética

ANTOCEROS
<i>Anthoceros punctatus</i> L., Sp. Pl. 1139. 1753.
MUSGOS:
<i>Barbula indica</i> (Hook.) Spreng., Nomencl. Bot. 2: 72. 1824.
<i>Bryum argenteum</i> Hedw., Sp. Musc. 181. 1801.
<i>Calymperes tenerum</i> Müll. Hal., Linnaea 37: 174. 1872.
<i>Campylopus introflexus</i> (Hedw.) Brid. Mus. Recent. Suppl. 4: 72. 1819[1818].
<i>Campylopus occultus</i> Mitt., J. Linn. Soc. Bot. 12: 86. 1869.
<i>Fissidens hornschurchii</i> Mont., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 14: 342. 1840.
<i>Fissidens zollingeri</i> Mont., Ann. Sci. Nat. Bot. 3, 4: 114. 1845.
<i>Hyophiladelphus agrarius</i> (Hedw.) R.H. Zander., Bryologist 98: 372. 1995.
<i>Isopterygium tenerifolium</i> Mitt., J. Linn. Soc., Bot. 12: 499. 1869.
<i>Leptotrichella lindigiana</i> (Hampe) Ochrya, Fragm. Flor.Geobot. 42:563.1997.
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw., Sp. Musc. Frond. 50. 1801.
<i>Philonotis uncinata</i> (Schwägr.) Brid., Bryol. Univ. 2: 221. 1827.

HEPÁTICAS

Acanthocoleus aberrans (Lindenb. & Göttsche) Kruijt, Bryophyt. Biblioth. 36: 62. 1988.

Cheilolejeunea rigidula (Mont.) R.M. Schust., Castanea 36: 102. 1971.

Cheilolejeunea trifaria (Reinw. Blume & Nees.) Mizut., J. Hattori Bot. Lab. 27: 132. 1964.

Chiloscyphus martianus (Nees) J.J. Engel & R.M. Schust., Nova Hedwigia 39: 419. 1984. [1985].

Frullania beyrichiana (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb., Syn. Hepat. 460. 1845.

Frullania gibbosa Nees, Ann. Sci. Nat. Bot., sér. 2, 14: 333. 1840.

Frullania kunzei Lehm. & Lindenb., Syn. Hepat. 449. 1845.

Frullanoides corticalis (Lehm. & Lindenb.) Slageren, Meded. Bot. Mus. Herb. Rijks Univ. Utrecht 544: 84. 1985.

Jungermannia amoena Lindenb. & Göttsche, Syn. Hepat. 674. 1847.

Lejeunea caespitosa Lindenb., Syn. Hepat. 382. 1845.

Lejeunea flava (Sw.) Ness, Naturgesch. Eur. Leberm. 3: 277. 1838.

Leucolejeunea uncioloba (Lindenb.) A. Evans, Torrey 7: 228. 1907.

Marchesinia brachiata (Sw.) Schiffner, in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. 1, 3: 128. 1893.

Microlejeunea bullata (Taylor) Steph., Sp. Hepat. 5: 824. 1915.

Plagiochila corrugata (Nees) Nees & Mont., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 5: 52. 1836.

Riccia membranacea Göttsche, Lindenb. & Nees., Syn. Hepat.: 608. 1846.

Schiffneriolejeunea polycarpa (Nees) Gradst., J. Hattori Bot. Lab. 38: 335. 1974.

Symbiezidium barbiflorum (Lindenb. & Göttsche) A. Evans, Bull. Torrey Bot. Club 34: 540. 1908.

AGRADECIMENTOS: Este trabalho não seria possível sem o apoio financeiro do CNPq e do MCTI. O apoio logístico da Marinha foi também essencial para os trabalhos. Também registramos agradecimentos a todos os alunos e colegas que participaram de expedições a Trindade e aos curadores das coleções citadas, em especial ao Prof. Ruy Valka.

BIBLIOGRAFIA

Alves, R.J.V. 1998. Ilha da Trindade e Arquipélago Martin Vaz - Um Ensaio Geobotânico. Serviço de Documentação. Marinha do Brasil Rio de Janeiro. Diretoria de Hidrografia e Navegação.

Faria A.L.A., Carvalho-Silva M., Costa D.P. & Câmara P.E.A.S. 2012. The bryophytes of Trindade Island, South Atlantic, Brazil. Acta botanica Brasilica 26: 783-793.

Gama, R., Faria, A.L.A., Câmara, P.E.A.S. & Stech, M. 2016. Identity and Origin of the *Campylopus* (Leucobryaceae, Bryopsida) Species from Trindade Island (Brazil). Cryptogamie, Bryologie 37(3):241-250.

Goffinet, B.; Buck, W.R.; Shaw, A.J. 2009. Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. Pp. 55-138. In: Goffinet, B. & Shaw, A.J. Bryophyte Biology. 2 ed. Cambridge, Cambridge University Press.



PLANTAS VASCULARES TERRESTRES DA ILHA DA TRINDADE

As primeiras observações de vegetação e flora na Ilha da Trindade foram feitas ainda nos séculos XVIII e XIX por naturalistas europeus que por lá passavam em caráter militar ou exploratório. Espécies novas começaram a ser descritas a partir de material coletado naquela época, como a própria samambaia-gigante, coletada por Ralph Copeland e descrita em 1882 em sua homenagem como *Cyathea copelandii* Kuhn & Luerss. Inventários de flora começaram já no século XX, quando em 1916, no decurso da primeira guerra mundial, uma expedição, pela primeira vez brasileira, coletou material botânico. Infelizmente, a maior parte do material coletado caiu no mar, de forma que apenas 13 espécimes chegaram ao Herbário do Museu Nacional.



Autores:
Nilber Gonçalves da Silva¹, Ruy José Vólka Alves¹
¹ Museu Nacional

Logo depois, os estudos botânicos avançaram, com expedições longas sendo realizadas, nas quais os resultados renderam a descrição de mais plantas da ilha, com diversas espécies novas para a ciência. Em 1950, a Expedição João Alberto, integrada principalmente por pesquisadores do Museu Nacional, relatou 73 espécies vegetais para a Ilha, mas o relatório das coletas permanece inédito.

Após esse período, diversos coletores esporádicos estiverem na ilha. Entretanto, apenas na década de 1990 foi realizado, e publicado, o primeiro inventário exaustivo com a descrição da flora e vegetação, que seria atualizado no ano de 2006. Tal estudo foi refeito, de maneira completa, em 2010, após a erradicação dos animais erradamente introduzidos na ilha. Na oportunidade, todas as espécies de plantas encontradas foram amostradas, de forma consciente, visto que muitas ainda eram raras.

Atualmente, existem na ilha mais de 200 espécies de plantas. Muitas das espécies registradas no passado não existem mais, pois foram apenas cultivadas em dada época. Esse número é bem maior do que o número de plantas então registradas pelos cientistas que visitaram a ilha na época que as cabras estavam também por lá. Grande parte dessas espécies não são nativas, mas



Figura 1. Ao contrário das suas parentes do Brasil continental, muitas samambaias gigantes da Ilha da Trindade têm caules ramificados.

foram trazidas pelo homem para fins alimentícios ou ornamentais e são cultivadas nos arredores dos alojamentos do posto oceanográfico (como frutas) ou plantadas nas trilhas (como alguns pés de carqueja) ou no topo dos morros (como araçás, ingás e bananeiras). Muitas dessas plantas introduzidas, como o pau-brasil, não se propagam livremente e não se tornam competitivas com as nativas, enquanto outras conseguem se reproduzir e propagar, mas sem serem agressivas ou ameaçarem diretamente as nativas, como a quixabeira. Entretanto, algumas se

tornam invasoras e podem pôr em risco as plantas nativas (como é o caso da begônia). Por esse motivo, não se recomenda que sejam levados animais ou plantas para a ilha.

Das plantas nativas da ilha, algumas são exclusivas dela (endêmicas). Trindade possui cerca de 15 espécies de plantas endêmicas, e algumas existem também em Martin Vaz. Dessas espécies restritas, três foram até mesmo consideradas extintas, mas que ressurgiram por meio do banco de esporos ou sementes que ficaram no solo e pu-

deram germinar posteriormente. Uma quarta espécie permanece considerada extinta. Ao mesmo passo, novas espécies vem sendo descritas para a ciência. Na verdade, Trindade se destaca como uma área, relativamente pequena, que possui um bom número de espécies que só existem lá.

A planta símbolo é a *Cyathea copelandii* (Figuras 1, 2). Restrita à ilha, essa planta é atualmente a espécie dominante nas florestas do topo e o principal responsável pela regeneração da vegetação. A vegetação baixa é composta, principalmente, por capins e samambaias, muito adaptadas aos solos e clima peculiares dali. A espécie anteriormente dominante, a colubrina, hoje só existe plantada em alguns pontos. Além dessas árvores, umas poucas outras, também nativas, estão presentes nas florestas.

A flora da Ilha da Trindade pode ser considerada exótica e exuberante, mas ao mesmo tempo é altamente resistente às condições inóspitas e únicas dos solos e da condição climática da ilha. As espécies de plantas encontram-se em plena expansão e a cada nova missão à ilha, novas espécies são registradas. Isso mostra que Trindade ainda possui muitos segredos escondidos em forma de vegetais.



Figura 2. A samambaia gigante *Cyathea copelandii* é dominante na floresta dos altos picos da Ilha da Trindade. Foto. N. G. da Silva

INVERTEBRADOS TERRESTRES DA ILHA DA TRINDADE

Os invertebrados terrestres são uma parte essencial do funcionamento dos ecossistemas, mas são frequentemente subestimados ou mesmo ignorados. Pelo que nos consta, um levantamento sistemático dos invertebrados terrestres da Ilha da Trindade não foi realizado até o presente. As informações aqui contidas são uma compilação de trabalhos pontuais existentes e de nossas observações e coletas de campo.

O primeiro relato de invertebrados da Ilha da Trindade é de 1700, em que o astrônomo Britânico Edmund Halley relatou caranguejos terrestres. Essa espécie de caranguejo é o animal terrestre nativo mais conspicuo da Ilha, sendo que os exemplares maiores vivem nas florestas dos topos de montanhas (Figura 1). Trata-se da espécie



Autores:
Nilber Gonçalves da Silva¹, Ruy José Válka Alves¹
¹ Museu Nacional

Johngarthia lagostoma, o caranguejo-amarelo, que só foi descrita para a ciência 137 anos depois do primeiro registro na Ilha. Esse caranguejo ocupa várias funções da cadeia trófica insular em apreço pois é ao mesmo tempo: 1) consumidor primário por se alimentar de todos os vegetais verdes da Ilha; 2) consumidor secundário por se alimentar de invertebrados e de camundongos; 3) consumidor terciário (predador de topo) pois se alimenta de filhotes de tartaruga verde e de filhotes de aves marinhas. Em 1975 Fimpel estudou as adaptações respiratórias dessa espécie na população de *Trindade* e concluiu que os adultos morrem afogados na água do mar em meia hora de submersão. Na Ilha da Trindade a população dessa espécie é muito abundante e parece não correr perigo, mas em outras ilhas Brasileiras o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio a considera ameaçada devido ao pequeno tamanho das populações.

Barth (1958) relatou que na ilha existiam microorganismos de solo, vermes de vida livre, uma espécie de minhoca, algumas espécies de tatuzinhos-de-jardim, o caranguejo-amarelo e uma espécie de lacraia (mas não encontrou gongolos). Dentre os insetos assinalou a presença de cerca de 40 espécies, a maioria não identificadas na época. O pesquisador mencionou



Fig. 1- Caranguejo amarelo flagrado de madrugada no acampamento no alto do pico Desejado em 2012. Ele subiu pelo tronco de uma árvore e desceu para a panela, atraído pelo odor do alimento. Foto Ruy J. V. Alves.



Fig. 2 - Aratu se alimentando de filhote de tartaruga verde na Praia das Tartarugas. Foto: Ruy

ter observado alguns ácaros. Um ano depois cinco espécies de aranhas foram encontradas na Ilha.

Quando entrou em cena o naturalista Johann Becker, elevou-se o número de espécies terrestres de moluscos para cinco, de tatuzinhos-de-jardim para seis, o de aracnídeos para nove e o de insetos para 76. Desses últimos, um besouro só existe na ilha, conhecido apenas de uma profunda ravina no meio da Ilha, mas há uma década não foi reencontrado - como curiosidade, o parente mais próximo desse besouro vive no Monte Kilimanjaro, na Tanzânia. A vespa caçadora de aranhas, também só existe lá. Sobrevive caçando as aranhas “caranguejeiras” muito comuns, porém a vespa se restringe aos picos mais altos. Em nossas expedições coletamos duas borboletas inéditas, sendo uma espécie africana e outra nativa da América do Sul.

Dentre os moluscos terrestres endêmicos na Ilha da Trindade, destacam-se *Bulimulus brunoi* (Ihering, 1917), *Naeisotus arnaldoi* (Lanzieri & Rezende,

1971), *Vegrandinia trinidadensis* (Breure & Coelho, 1976) e *Succinea lopesi* Lanzieri, 1966. Até 2014 todos eram considerados extintos, pois nas últimas três décadas apenas conchas vazias têm sido encontradas. Recentemente, *Succinea lopesi* foi reencontrada viva, sugerindo um possível processo de regeneração da biota, assim como a descoberta de um novo caracol carnívoro.

Invertebrados terrestres da Ilha de interesse pela interação com humanos incluem formigas bem agressivas do gênero *Pheidole* e moscas parasitas de aves, cuja picada pode ser bem dolorosa. Dentre as aranhas se destaca a espécie *Heteropoda venatoria* (Linnaeus 1767) presente tanto na natureza quanto nos alojamentos, que impressiona pelo tamanho avantajado mas que é inofensiva. Não há relatos de pernilongos nem de carrapatos. Vale ressaltar também que o caranguejo amarelo destroça, com suas pinças, quaisquer objetos (roupas, sapatos, livros, utensílios). Sobe em árvores com facilidade e até anda em

corda de varal quando algum odor de alimento por ali pendurado desperta sua atenção (Fig. 1).

Os invertebrados estão por todas as partes terrestres da Ilha e fazem parte da paisagem. Pela noite pode-se ver o brilho dos olhos das aranhas no chão ou nas teias. As de teia possuem o corpo num tom verde ou amarelo fluorescente que chama muita atenção. Encontra-se o tempo todo e por toda parte as grandes libélulas alaranjadas ou avermelhadas, que depositam seus ovos nos riachos e estão o tempo todo ocupadas a caçar moscas, que por sua vez estão ocupadas em polinizar ou visitar flores nos altos picos.

Em 2012, foi feito o primeiro registro com coleta de uma planária na Ilha, ora em estudos com uma especialista (Figura 2). Assim como a vegetação, as populações dos invertebrados nativos mostram um avanço na direção da regeneração, de forma que a ilha vem se tornando mais versátil e colorida também no que concerne aos pequenos animais.

BIBLIOGRAFIA

- BARTH, R. 1958. Observações biológicas e meteorológicas feitas na Ilha da Trindade. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 56: 261-279.
- BÜCHERL, W. 1959. Fauna aracnológica e alguns aspectos ecológicos da Ilha de Trindade. *Memórias do Instituto Butantan*, 29: 277-313.
- DAVIS, R. 1906. *Real Soldiers of Fortune*. Charles Scribner's Sons, New York, NY. 88p.
- GRACIOLLI, G. & CARVALHO, C.J.B. 2003. Hippoboscidae (Diptera, Hippoboscoidea) no Estado do Paraná, Brasil: chaves de identificação, hospedeiros e distribuição geográfica. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(4):667-674.
- SALVADOR, R.B; CUNHA, C.M. & SIMONE, L.R.L. 2013. Taxonomic revision of the orthalicid land snails (Pulmonata: Stylommatophora) from Trindade Island, Brazil. *Journal of Natural History*, 47:13-14, 949-961.
- SALVADOR, R.B., Silva, N.G., Cunha, C.M., Simone, L.R.L., & Alves, R.J.V. 2014. Rediscovery of living land snails on Trindade Island, Brazil. *Amer. Malac. Bull.* 32(1):140-142.







Comissão Interministerial
para os Recursos do Mar