



Animais Marinhos Exóticos Invasores no Sul do Brasil

GILSON STANSKI¹, HARRY BOOS² & MARCELO ANTONIO AMARO PINHEIRO³

¹ Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, Campus União da Vitória, Rua Coronel Amazonas, s/n, CEP - 84600-000, União da Vitória, PR, Brasil, bio.gilson@hotmail.com, Orcid 0000-0002-4778-7336;

² Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul - ICMBio/CEPSUL, Avenida Carlos Ely Castro, 195, CEP - 88301-445, Itajaí, SC, Brasil, harry.boos-junior@icmbio.gov.br, Orcid 0000-0001-5201-6686;

³ Universidade Estadual Paulista - UNESP, Instituto de Biociências (IB), Campus do Litoral Paulista (CLP), Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais (DCBA), Laboratório de Biologia da Conservação de Crustáceos (LBC), Praça Infante Dom Henrique, s/n, CEP - 11330-900, São Vicente, SP, Brasil, marcelo.pinho@unesp.br, Orcid 0000-0003-0758-5526.

Submetido em: 14/10/2022; Aceito em: 18/10/2022; Publicado em: 07/11/2022

DOI 10.37002/revistacepsul.vol11.2336e2022002

Resumo. As espécies exóticas invasoras (EEIs) marinhas têm mostrado crescente impacto em diversas regiões do mundo, o que é potencializado em áreas ocupadas por grandes empreendimentos portuários. De acordo com o presente levantamento, realizado em 2021/22, os registros de EEIs em listas oficiais no sul do Brasil totalizam 28 espécies de animais marinhos, o que representa cerca de 40% do número de animais marinhos exóticos invasores registrados no país. Os crustáceos são o grupo taxonômico com maior número de EEI marinhas, tanto no Sul, como em todo o litoral brasileiro. O ICMBio e MMA têm instituído guias de orientação ao manejo e programas nacionais que buscam a detecção precoce e resposta rápida às espécies exóticas invasoras. Estas são iniciativas fundamentais para mitigar impactos sobre a biodiversidade brasileira.

Palavras-chave: Biodiversidade, bioinvsão, conservação, espécie exótica, impacto ambiental.

Abstract. Invasive Alien Species in the South of Brazil. Invasive Alien Species (IAS) have shown potential growth in several regions of the world, which is enhanced in areas occupied by large ports. According to the present survey, carried out in 2021/22, IASs records in official lists in southern Brazil total 28 species of marine animals, which represents about 40% of the number of invasive exotic marine animals registered in the country. Crustaceans are the taxonomic group with the highest number both in the South and along the entire Brazilian coast. ICMBio and MMA have instituted, respectively, Guidance Guides for the Management of invasive alien species in Federal Conservation Units, as well as a National

Alert, Early Detection and Rapid Response Program for invasive alien species, which are fundamental initiatives to mitigate impacts on the Brazilian biodiversity.

Keywords: Biodiversity, bioinvasion, conservation, environmental impact, exotic species.

Introdução

Segundo as definições estabelecidas pela Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB (Decisão V/8), as espécies exóticas invasoras (EEIs) são aquelas cuja introdução e/ou disseminação ameaçam a diversidade biológica (CDB, 2000).

Durante o último século, profundas alterações ambientais geradas pelas atividades antrópicas nos ambientes marinhos e costeiros facilitaram o estabelecimento de animais em áreas distantes de sua área de ocorrência natural. Estas ações antrópicas, que têm propiciado a invasão de espécies exóticas marinhas podem ocorrer de diferentes maneiras, com destaque para três formas conhecidas: 1) escavação de novos canais e ligação entre áreas anteriormente sem acesso; 2) dispersão acidental por bioincrustação em cascos de embarcações e água de lastro em navios que transitam entre os oceanos; e 3) introduções deliberadas, como aquariofilia (Souza *et al.*, 2009a; Souza *et al.*, 2009b). De acordo com Gozlan (2008), a aquariofilia contribuiu com cerca de 120 introduções de peixes em sistemas aquáticos, a nível mundial, com tendência de aumentar. Porém, talvez o maior exemplo de ação antrópica que resultou na invasão de dezenas de espécies tenha sido a abertura do Canal de Suez, levando à migração bem-sucedida de muitas espécies do Mar Vermelho para o Mediterrâneo (Por, 1971).

Desta forma, as invasões biológicas são cada vez mais comuns e, embora possam ser acidentais ou propositais, quase sempre estão vinculadas à alguma atividade de interesse socioeconômico, entre elas: (a) transporte marítimo e fluvial; (b) utilização da água do mar como lastro para navios transoceânicos; (c) construção de canais de navegação; (d) bioincrustação em estruturas navais e/ou rejeitos sólidos flutuantes de origem antropogênica; (e) aqui-

cultura; (f) aquariofilia; e (g) transporte de alimentos / plantas ornamentais (Tavares & Mendonça Jr., 2004).

Após estabelecidas, as espécies introduzidas podem afetar a dinâmica das comunidades nativas, como resposta à competição por alimento, espaço ou predação sobre outros membros da comunidade de organismos (Carlton & Ruiz, 2005). Muitas espécies exóticas apresentam vantagens competitivas naturais, em especial seu ciclo reprodutivo curto, que promove rápido aumento populacional e, na ausência de inimigos naturais (predadores), permite sua multiplicação, trazendo impacto aos ecossistemas e extinção às espécies locais (Pimental *et al.*, 2000).

O processo de invasão biológica pode ser dividido em quatro fases: 1) chegada; 2) estabelecimento; 3) propagação; e 4) impacto (Andersen *et al.*, 2004). Na fase de chegada, um único indivíduo (ou vários) da espécie exótica alcança(m) o novo ambiente, fato que pode ocorrer de forma mais localizada (único ponto de invasão) ou abrangente (pontos múltiplos). Na fase de estabelecimento, uma nova população da espécie consegue se fixar, estruturar, otimizar sua capacidade reprodutiva, elevar sua abundância e não estar mais sujeita ao risco de extinção local. Em seguida, temos a fase de propagação, quando a espécie exótica se dispersa a partir de sua área inicial de estabelecimento, quando consegue colonizar novos habitats disponíveis. Por último, na fase de impacto, a população da espécie exótica persiste e inicia um processo gradativo de competição com as espécies nativas (Andersen *et al.*, 2004), trazendo impactos ecossistêmicos de magnitude variada, desde alterações de habitat, transmissão de doenças e/ou parasitas para espécies nativas, liberação de substâncias tóxicas, hibridação com as espécies locais, e economicamente podem diminuir o rendimento dos cultivos ou aumentar

os custos de manejo (Mckinney & Lockwood, 2005, Allan & Castillo, 2007).

Por esses e outros motivos, que as invasões biológicas têm sido importantes objetos de estudo em Ecologia e na Área das Ciências Ambientais, trazendo um aumento no número de publicações e estratégias de manejo dessas espécies, bem como de perguntas a serem respondidas (Heger *et al.*, 2021). Contudo, segundo Richardson & Pyšek (2007), uma maior atenção científica sobre este assunto somente foi confirmada a partir do livro publicado por Elton (1958).

Ademais, o levantamento de informações sobre a ocorrência de espécies exóticas invasoras em determinada região é fundamental, possibilitando que estratégias de prevenção e controle possam ser elaboradas, o que será um dos maiores desafios em Biologia da Conservação nas próximas décadas (Allendorf & Lundquist, 2003).

A presente revisão não visa esgotar o tema ou fazer uma abordagem profunda sobre aspectos biológicos ou impactos causados pelas espécies animais marinhas já citadas como invasoras no sul do Brasil. A detecção de espécies exóticas e a avaliação de seu potencial invasor necessita de atualização constante, e com isso, um levantamento como esse possibilita fundamentar ações futuras de conservação.

Material e métodos

Para conhecimento do assunto foi realizado um amplo levantamento bibliográfico, a partir de ferramentas de busca na internet, tanto em língua portuguesa como na inglesa, por meio de palavras simples e compostas, tais como: “exóticas”, “invasoras”, “bioinvasão”, “invasoras marinhas”, “marine invasive”, “exotic competitors”, como também complementado por consulta ao acervo dos autores desta revisão, sendo limitado aos registros de espécies animais exóticas invasoras (EEIs) marinhas da região sul do Brasil.

As legislações específicas de cada um dos estados do Sul do Brasil foram acessadas a partir dos sítios dos órgãos estaduais de meio

ambiente, como o Instituto Água e Terra (IAT), do Paraná, bem como o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (Sema) e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental “Henrique Luis Roessler” (Fepam), do Rio Grande do Sul.

Outra fonte primária foi a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras do Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental (Instituto Hórus, 2021). Contudo, os resultados apresentados relacionam somente as espécies consideradas invasoras, *sensu* Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB (Decisão V/8), pelos governos estaduais.

A nomenclatura das espécies citadas na presente revisão levou em conta a grafia indicada no *World Register of Marine Species* (WoRMS, 2022), podendo existir alguma divergência daquela indicada nas listas estaduais ou no banco de dados consultado.

Resultados

Os três estados da região Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) possuem normas específicas, mas que abordam de forma similar os problemas gerados pelas EEIs.

No Paraná, a Portaria IAP nº 59/2015 reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras, estabelecendo normas para o seu controle (IAP, 2015). Em Santa Catarina, a Lei nº 14.675/2009 estabelece um Programa Estadual para as Espécies Exóticas Invasoras, tendo como base a Resolução CONSEMA nº 08/2012, que lista as EEIs em uma lista oficial para este estado (CONSEMA, 2012), além de infrações ambientais, estabelecidas pela Portaria Interinstitucional IMA/CPMA-SC nº 95/2020. Já no Rio Grande do Sul, a Portaria SEMA nº 79/2013 reconhece a Lista Estadual das EEIs, estabelece normas de controle (SEMA, 2013) e, pela Portaria Conjunta SEMA/FEPAM nº 14/2018 (Instituto Hórus, 2016), cria o Programa Estadual de Controle de Espécies Exóticas Invasoras.

De acordo com as listas elaboradas pe-

los governos dos estados da região Sul do Brasil, são indicadas 28 espécies de animais marinhos exóticos invasores (Tabela 1). Embora outras espécies exóticas sejam registradas para a região (Instituto Hórus, 2021), o presente levantamento ficou restrito àquelas reconhecidas como espécies exóticas invasoras em listas oficiais publicadas pelos governos estaduais.

Discussão

Segundo a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras (EEI) (Instituto Hórus, 2021), já foram registrados no Brasil um total de 73 animais exóticos invasores no ambiente marinho, compreendendo 91% de invertebrados e 9% de vertebrados.

Importante destacar que a indicação de espécies exóticas invasoras (EEIs) pode ser controversa. Como exemplo, podemos citar o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758), encontrado em todo o litoral brasileiro, porém mais abundante do Espírito Santo até Santa Catarina, e fundamental à mitilicultura nacional. Segundo Silva *et al.* (2018), esta espécie teria sido introduzida a partir da África, por navios negreiros, o que remonta mais de 400 anos. Entretanto, esta hipótese não foi confirmada por Pierri *et al.* (2016) quando realizou análises moleculares e de datação de conchas pelo C¹⁴, em amostras obtidas em sítios arqueológicos do Rio do Meio e Jurerê, em Florianópolis (SC), que chegaram a idades de 720 (±30) anos e 780 (±30) anos, respectivamente. Além disso, o cálculo do tempo de divergência mostrou que a separação entre as populações brasileiras e africanas ocorreu por volta de 200 mil anos, confirmando que *P. perna* não seria uma espécie exótica no Brasil. Apesar disso, tal situação mostra-se singular, pois é considerada uma EEI pela legislação de dois estados (Paraná e Rio Grande do Sul), bem como uma espécie ameaçada no Estado de Santa Catarina, onde tem sua produção comercial comprometida por competição com o molusco bivalve *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, que é original do Mediterrâneo (Belz *et al.*, 2020, Lins *et al.*, 2021), mas que ainda não consta na lista oficial de SC. Da mesma forma, outra ame-

ça próxima é a espécie *Perna viridis* (Linnaeus, 1758), um mexilhão nativo do Oceano Indo-Pacífico e já registrado no Rio de Janeiro (Messano *et al.*, 2019).

Em relação ao controle imposto pelos governos estaduais, a presença em listas oficiais de espécies exóticas invasoras não implica, obrigatoriamente, em proibição para seu cultivo. Desde que sob condições controladas, o cultivo é permitido. Este é o caso do camarão *Penaeus vannamei*, que embora seja considerado invasor, pode ser cultivado nos estados do Paraná (IAP, 2015) e Santa Catarina (CONSEMA, 2012), segundo regulamentação específica que, inclusive, proíbe sua liberação em ambientes naturais.

Dentre as espécies exóticas consideradas invasoras no Brasil figuram os antozoários *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*, conhecidas popularmente como coral-sol, que são nativos dos oceanos Pacífico e Índico (De Paula & Creed, 2004). Tais espécies têm chamado a atenção dos pesquisadores pelo intenso impacto que provocam, entre eles a competição por espaço com espécies corálicas nativas, para sua fixação ou alimento. Por isso, o IBAMA (2020) publicou o “Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Coral-Sol (*Tubastraea* spp.) no Brasil”, com a finalidade de monitorar e promover ações mitigadoras nos locais de maior invasão na costa brasileira.

Em 1998 foi feito o primeiro registro do coral-sol em substrato natural (costão rochoso) no Brasil, em áreas marinhas do Arraial do Cabo (RJ) (Ferreira, 2003). Atualmente, as espécies invasoras ocorrem em vários estados brasileiros, inclusive em Unidades de Conservação, e uma delas, *T. coccinea*, já é encontrada na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, em Santa Catarina (Capel, 2012, Mantelatto, 2012). Contudo, a espécie *T. tagusensis* indicada para Santa Catarina (Tabela 1), de acordo com a Resolução CONSEMA nº 08/2012, de fato ainda não foi registrada em Santa Catarina, nem em nenhuma outra localidade do sul do Brasil.

O sucesso de invasão do coral-sol encontra explicação em suas características biológicas, como estratégias reprodutivas e de sobre-

Tabela 1. Relação de espécies animais presentes em listas oficiais de espécies exóticas invasoras dos estados da região Sul do Brasil: Paraná (IAP, 2015, IAT, 2020); Santa Catarina (CONSEMA, 2012); e Rio Grande do Sul (SEMA, 2013, Instituto Hórus, 2016, 2021).

Grupo Taxonômico	Espécie	Nome comum	Estado
Annelida	<i>Boccardiella bihamata</i> Blake & Kudenov, 1978	Poliqueto	PR
Annelida	<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	Poliqueto	PR
Annelida	<i>Polydora nuchalis</i> Woodwick, 1953	Poliqueto	PR
Annelida	<i>Pseudopolydora diopatra</i> Hsieh, 1992	Poliqueto	PR
Cnidaria	<i>Blackfordia virginica</i> Mayer, 1910	Água-viva	PR
Cnidaria	<i>Carijoa riisei</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860)	Coral	PR
Cnidaria	<i>Phyllorhiza punctata</i> von Lendenfeld, 1884	Água-viva	PR
Cnidaria	<i>Stragulum bicolor</i> van Ofwegen & Haddad, 2011	Coral	PR
Cnidaria	<i>Tubastraea coccinea</i> Lesson, 1830	Coral	SC
Cnidaria	* <i>Tubastraea tagusensis</i> Wells, 1982	Coral	SC
Crustacea	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	Craca	PR
Crustacea	<i>Amphibalanus reticulatus</i> (Utinomi, 1967)	Craca	PR
Crustacea	<i>Balanus trigonus</i> Darwin, 1854	Craca	PR
Crustacea	<i>Charybdis hellerii</i> (A. Milne-Edwards, 1867)	Siri-capeta	PR
Crustacea	<i>Megabalanus coccopoma</i> (Darwin, 1854)	Craca	PR, SC, RS
Crustacea	¹ <i>Penaeus vannamei</i> Boone, 1931	Camarão-cinza	PR, SC
Crustacea	<i>Rhithropanopeus harrisi</i> (Gould, 1841)	Caranguejo	RS
Crustacea	<i>Striatobalanus amaryllis</i> (Darwin, 1854)	Craca	PR
Crustacea	<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	Copépodo	PR, SC, RS
Echinodermata	<i>Ophiothela mirabilis</i> Verrill, 1867	Ofiúro	PR
Mollusca	<i>Isognomon bicolor</i> (C. B. Adams, 1845)	Bivalve	PR
Mollusca	² <i>Leiosolenus aristatus</i> (Dillwyn, 1817)	Bivalve	PR, SC**
Mollusca	³ <i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793)	Ostra-do-pacífico	SC
Mollusca	<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)	Bivalve	PR, RS
Pisces	<i>Omobranchus punctatus</i> (Valenciennes, 1836)	<i>Muzzled blenny</i>	SC
Tunicata	⁴ <i>Ascidia sydneiensis</i> Stimpson, 1855	Ascídia	PR
Tunicata	<i>Sidneioides peregrinus</i> Kremer et al., 2011	Ascídia	PR
Tunicata	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	Ascídia	PR

Grafia utilizada nas publicações originais citadas: ¹*Litopenaeus vannamei*, ²*Myoforceps aristatus*, ³*Crassostrea gigas*, ⁴*Ascidia syneiensis*.

*A espécie *T. tagusensis* indicada para Santa Catarina, de acordo com a Resolução CONSEMA nº 08/2012, de fato ainda não foi registrada no estado, nem em outra localidade do sul do Brasil.

***L. aristatus* é listada na Base de Dados do Invasoras do Instituto Hórus (2021), mas não está na lista oficial de Santa Catarina (CONSEMA, 2012).

vivência, que são típicas de espécies oportunistas. Sabe-se que as duas espécies de coral-sol são hermafroditas simultâneos e incubadores, com reprodução assexuada ou sexuada por formas larvais (De Paula *et al.*, 2014).

Outro grupo de espécies invasoras extremamente importante, tanto ecológica como economicamente, são os crustáceos decápodes. Entre eles, já foram registradas 16 espécies invasoras marinhas e estuarinas na costa brasileira, excluindo aquelas utilizadas em cultivos. Contudo, apenas sete dessas espécies (43,8%) conseguiram estabelecer populações autossustentáveis (Tavares & Rössener, 2019). Dentre elas encontramos o siri-capeta (*Charybdis hellerii*, Figura 1), capturado pela primeira vez na Ilha Grande (RJ), em dezembro/1965. Todavia,

somente no final da década de 1980 a espécie estabeleceu populações autossustentáveis (Tavares & Rössener, 2019), atualmente sendo registrada do Pará até Santa Catarina (Calado, 1996, Carqueija & Gouvêa, 1996, Negreiros-Fransozo, 1996, Tavares & Mendonça Jr., 1996, Mantelatto & Dias, 1999, Ferreira *et al.*, 2001, Coelho & Santos, 2003, Bezerra & Almeida, 2005, Feres *et al.*, 2007, Frigotto & Serafim-Junior, 2007, Boos *et al.*, 2010, Bentes *et al.*, 2013, Rosa, 2014).

O siri-capeta está presente em sete Unidades de Conservação, já tendo sido também encontrado na região Sul do Brasil, no Parque Estadual Acaraí e na Área de Proteção Ambiental Anhatomirim, no Estado de Santa Catarina, que compreende a borda meridional de sua dis-



Figura 1. *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867). **Foto:** Acervo CEPSUL.

tribuição latitudinal (Boos *et al.*, 2010, Hernández, *et al.*, 2021). Essa ampla distribuição ainda vem crescendo, em função de uma das principais características da espécie, que é seu potencial adaptativo. Em seu ambiente nativo ocupa apenas as regiões intermareais, sob rochas ou em corais (Stephenson, 1972). Já nas áreas não nativas, a espécie tem sido encontrada em sedimentos consolidados (p. ex., rochas e corais), nas regiões intermareais e submareais, como também em sedimentos inconsolidados (p. ex., fundos de lama e areia) (Ahmed & Abbas, 1999, Almeida *et al.*, 2003). Os juvenis da espécie já foram registrados até mesmo em associação às colônias nativas do briozoário *Schizoporella errata* (Waters, 1878) e bancos de macroalgas pardas do gênero *Sargassum* (Mantelatto & Souza-Carey, 1998, Mantelatto & Corrêa, 1996), o que aumenta a abrangência de sua distribuição espacial.

Outra espécie de crustáceo, o caranguejo *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) ocorre no estuário da Lagoa dos Patos, com espécimes capturados desde 1982 (D’Incao & Martins, 1998). Sua introdução no Brasil pode ter ocorrido tanto por água de lastro ou por associação aos organismos incrustantes (“fouling”, em inglês), no casco de navios, sendo sua população considerada estabelecida no país apenas no estuário da Lagoa dos Patos (Tavares, 2011), onde apresenta dois ciclos reprodutivos anuais (Rodrigues & D’Incao, 2015).

Além das espécies listadas pelos governos estaduais em suas listas oficiais, outras espécies já foram detectadas no sul do Brasil, como o peixe *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880), capturado no Complexo Estuarino de Paranaguá (PR), sendo o primeiro registro desta espécie no litoral sul do Brasil (Caires *et al.*, 2007) e cuja abundância relativa, provavelmente, já esteja causando prejuízos à biodiversidade local.

Registros únicos e ocasionais de espécies exóticas são um indicativo de tentativas malsucedidas de invasão, mas representam um alerta precoce. Por exemplo, o caranguejo *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758), nativo do Atlântico Oriental, Mediterrâneo e Mar Ne-

gro, foi capturado pela primeira vez no Brasil em 2002, ao largo da costa de Paranaguá (Tavares & Rössener, 2019), que é uma área portuária do Estado do Paraná. Outra espécie que também foi registrada próxima a uma área portuária foi *Perna viridis*, que embora ainda não registrada no sul do Brasil, já foi relatada na área portuária da Baía de Guanabara (RJ). Neste sentido, os portos são importantes áreas de monitoramento, pois favorecem a dispersão de espécies de outras regiões litorâneas brasileiras, como também entre países conectados pelo tráfego marítimo (Messano *et al.*, 2019). Isso ocorre especialmente entre países vizinhos, pois, o menor tempo de permanência da água de lastro no navio, permite sobrevivência aos instares larvais e juvenis destas espécies. Por esta razão, a região sul acaba sendo porta de entrada para várias espécies exóticas marinhas, pois apresenta vários portos com grande movimentação de navios. Alguns desses portos, como o de Itajaí, estão entre os mais importantes do Brasil na movimentação de cargas, tanto de exportação quanto de importação (Vieira *et al.*, 2014).

Mediante a isso, os governos federal e estaduais procuram formas para combater a entrada das espécies invasoras (EEIs). A Portaria nº 3/2018, do Ministério do Meio Ambiente, institui o “Plano de Implementação da Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras”. Além disso, um guia de orientação ao manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais, publicado pelo ICMBio (2019), apresenta informações sobre várias EEIs, bem como orientações para seu manejo e controle. Também existem os Planos de Ação Nacionais, como do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) e do coral-sol (*Tubastraea* spp.) (IBAMA, 2020), que constituem grande ameaça potencial à extinção de diversas espécies nativas.

Já no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, está sendo elaborado o “Programa Nacional de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras”. Tais iniciativas são fundamentais, pois propiciam a mitigação de impactos das espécies exóticas invasoras já estabelecidas, bem como alme-

jam impedir novas invasões e demais prejuízos causados à biodiversidade brasileira.

Agradecimentos

Os autores agradecem à equipe do CEP-SUL pelo apoio e aos colegas pesquisadores, Daniel Mansur Pimpão, Fábio Wiggers, Demetrius da Silva Martins e Marco Silva Gottschalk pelas discussões.

Referências

- AHMED, M. & ABBAS, G. 1999. Summer abundance of juvenile finfish and shellfish in Korangi Creek, Karachi (Pakistan: northern Arabian Sea). *Pak. J. Zool.*, 31: 365-378.
- ALLAN, J. D. & CASTILLO, M. M. 2007. *Stream Ecology: Structure and function of running waters*. Springer, Netherlands, 444 p.
- ALLENDORF, F. W. & LUNDQUIST, L. L. 2003. Introduction: Population biology, evolution, and control of invasive species. *Conserv. Biol.*, 17(1): 24-30.
- ALMEIDA, A. O., COELHO, P. A. & SANTOS, J. T. A. 2003. New records of decapod crustaceans (Dendrobranchiata and Brachyura) for the state of Bahia, Brazil. *Nauplius*, 11(2): 129-133.
- ANDERSEN, M. C., ADAMS, H., HOPE, B. & POWELL, M. 2004. Risk assessment for invasive species. *Risk Analysis*, 24(4), 787-793.
- BELZ, C. E., SIMONE, L. R. L., SILVEIRA JÚNIOR, N., BAGGIO, R. A., GERNET, M. D. V. & BIRCKOLZ, C. J. 2020. First record of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia, Mytilidae) in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 60. <<https://doi.org/10.11606/1807-0205/2020.60.07>>.
- BENTES, A. B., LIMA, W. G., FERNANDES, S., PAULA, J. D., SILVA, K., ABRUNHOSA, F. & BENTES, B. 2013. Occurrence of *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in an Amazonian Estuary. *Biota Amazôn.*, 3: 181-184.
- BEZERRA, L. E. A. & ALMEIDA, A. O. 2005. Primeiro registro da espécie Indo-Pacífica *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea: Decapoda: Portunidae) para o Litoral do Estado do Ceará, Brasil. *Trop. Oceanogr.*, 33: 33-38.
- BOOS, H., OLIVEIRA, M. M. & DELFIM, R. 2010. Novos registros do siri exótico *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea, Portunidae), no litoral do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista CEP-SUL Biodiversidade e Conservação Marinha*, 1: 1-7.
- CAIRES, R. A., PICHLER, H. A., SPACH, H. L. & IGNÁCIO, J. M. 2007. *Opsanus brasiliensis rotundo*, Spinelli & Zavalla-Camin, 2005. (Teleostei: Batrachoidiformes: Batrachoididae), sinônimo-júnior de *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880), com notas sobre a ocorrência da espécie na costa brasileira. *Biota Neotrop.*, 7, 135-139.
- CALADO, T. C. S. 1996. Registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) em águas do litoral brasileiro (Decapoda: Portunidae). *Boletim Est. Ciênc. do Mar*, 9: 175-180.
- CAPEL, K. C. C. 2012. Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (SC), com ênfase na estrutura espaço-temporal da formação mais meridional de corais recifais no Oceano Atlântico. Florianópolis. 135 p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia. Centro de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Santa Catarina).
- CARQUEIJA, C. R. G. & GOUVÊA, E. P. 1996. A ocorrência, na costa brasileira de um Portunidae (Crustacea, Decapoda), originário do Indo-Pacífico e Mediterrâneo. *Nauplius*, 4: 105-112.
- CARLTON, J. T. & RUIZ, G. M. 2005. The magnitude and consequences of bioinvasions in marine ecosystems: implications for conservation biology. In NORSE, E. A. & CROWDER, L. B. (Eds.). *Marine Conservation Biology: The Science of Maintaining the Sea's Biodiversity*. Island Press, Washington D.C., EUA. 496p.
- CDB, 2000. Alien species that threaten ecosystems, habitats or species. COP 5 V/8. Disponível em: <<https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7150>>. Acesso em: 18 fev. 2022.
- COELHO, P. A. & SANTOS, M. C. F. 2003. Ocorrência de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no

- litoral de Pernambuco. Bol. Téc. Cient. CEPE-NE, 11: 167-173.
- CONSEMA. 2012. Resolução nº 08, de 14 de setembro de 2012. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Diário Oficial [do] Estado, Florianópolis, SC, 02 de out. de 2012.
- DE PAULA, A. F. & CREED, J. C. 2004. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: A case of accidental introduction. Bull. Mar. Sci., 74(1): 175-183.
- DE PAULA, A. F., PIRES, D. O. & CREED, J. C. 2014. Reproductive strategies of two invasive sun corals (*Tubastrea* spp.) in the southwestern Atlantic. J. Mar. Biolog. Assoc., 94(3): 481-494.
- D'INCAO, F. & MARTINS, S. T. S 1998. Occurrence of *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in the Southern Coast of Brazil (Decapoda, Xanthidae). Nauplius, 6: 191-194.
- ELTON, C. S. 1958. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. Springer-Science+ Business Media, B.V. 181p.
- FERES, S. J. C., LOPES, A. T. L. & SANTOS, L. A. 2007. Primeiro registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) para o litoral maranhense –Brasil (Crustacea, Decapoda, Portunidae). Bol. Lab. Hidrobio., 20: 77-82.
- FERREIRA, A. C., SANKARANKUTTY, C., CUNHA, I. M. C. & DUARTE, F. T. 2001. Yet another record of *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards) (Crustacea, Decapoda) from the northeast of Brazil. Rev. Bras. Entomol., 18: 357-358.
- FERREIRA, C. E. L. 2003. Non-indigenous corals at marginal sites. Coral Reefs, 22(4): 498-498.
- FRIGOTTO, S. F. & SERAFIM-JUNIOR, M. 2007. Primeiro registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Crustacea) no litoral do estado do Paraná. Estudos de Biologia, 29: 227-230.
- GOZLAN, R. E. 2008. Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? Fish and Fisheries, 9: 106-115.
- HEGER, T., JESCHKE, J. M., & KOLLMANN, J. 2021. Some reflections on current invasion science and perspectives for an exciting future. NeoBiota, 68: 79-100. doi: [10.3897/neobiota.68.68997](https://doi.org/10.3897/neobiota.68.68997)
- HERNÁEZ, P., SANTANA, W. & PINHEIRO, G. 2021. O siri-capeta, *Charybdis hellerii* (Decapoda, Brachyura, Portunidae), uma espécie exótica invasora presente na costa do Brasil: aspectos históricos, taxonômicos e ecológicos do processo de invasão e protocolo de manejo. Relatório final. Projeto PNUD BRA/08/023, Ministério do Meio Ambiente, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio.
- IAP. 2015. Portaria nº 059, de 15 de abril de 2015. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, estabelece normas de controle e dá outras providências. Diário Oficial [do] Estado, Curitiba, PR, 07 de mai. de 2015.
- IAT – Instituto Água e Terra do Paraná. 2020. Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Paraná, 2021. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/folder_web_geral.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2022.
- IBAMA. 2020. Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do coral-sol (*Tubastraea* spp.) no Brasil. Brasília, IBAMA. 113p. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/planonacional_coralsol.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.
- ICMBio. 2019. Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais. Versão 3. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/EEI/Guia_de_Manejo_de_EEI_em_UC_v3.pdf> Acesso em: 03 mai. 2022.
- INSTITUTO HÓRUS. 2016. Estratégias e políticas públicas para o controle das espécies exóticas invasoras / Instituto Hórus. Porto Alegre: Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/

- documento/2020-04/folder_web_geral.pdf>. Acesso: 18 fev. 2022.
- INSTITUTO HÓRUS. 2021. Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Florianópolis – SC. Disponível em: <<http://bd.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 18 fev. 2022.
- LINS, D. M., ZBAWICKA, M., WENNE, R., POĆWIERZ-KOTUS, A., MOLINA, J. R., ALVES, L. P. & ROCHA, R. M. 2021. Ecology and genetics of *Mytilus galloprovincialis*: A threat to bivalve aquaculture in southern Brazil. *Aquaculture*, 540: 736753. <<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736753>>.
- MANTELATTO, F. L. M. & CORRÊA, E. K. 1996. Composition and seasonal variations of the brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda) living on *Sargassum cymosum* in Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. *Bioikos*, 9(1): 22-31.
- MANTELATTO, F. L. M. & DIAS L. L. 1999. Extension of the known distribution of *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) along the western tropical South Atlantic. *Crustaceana*, 72: 617-620.
- MANTELATTO, F. L. M. & SOUZA-CAREY, M. M. 1998. Brachyura (Crustacea, Decapoda) associated to *Schizoporella unicornis* (Bryozoa, Gymnolaemata) in Ubatuba Bay (SP), Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 41(2): 212-217.
- MANTELATTO, M. C. 2012. Distribuição e abundância do coral invasor *Tubastraea* spp. Rio de Janeiro. 121p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, UERJ).
- MESSANO, L. V. R., GONÇALVES, J. E. A., MESSANO, H. F., CAMPOS, S. H. C. & COUTINHO, R. 2019. First report of the Asian green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) in Rio de Janeiro, Brazil: a new record for the southern Atlantic Ocean. *BioI. Records*, 8(3): 653-660.
- MCKINNEY, M. L. & LOCKWOOD, J. L. 2005. Community composition and homogenization: Evenness and abundance of native and exotic plant species. In SAX, D.F., STACHOWICZ, J. J. & GAINES, S. D. (eds). *Species invasions: insights into ecology, evolution and biogeography*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., p. 365–380.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 1996. The zoea I of *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) obtained in laboratory. *Nauplius*, 4: 165-168.
- PIERRI, B. D. S., FOSSARI, T. D., MAGALHÃES, A. R. M. 2016. O mexilhão *Perna perna* no Brasil: nativo ou exótico? *A.B.M.V.Z.*, 68: 404-414.
- PIMENTAL, D., LACH, L., ZUNIGA, R. & MORRISON, D. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, 50(1): 53-65.
- POR, F. D. 1971. One Hundred Years of Suez Canal - A Century of Lessepsian Migration: Retrospect and Viewpoints. *Syst. Biol.*, 20(2): 138-159.
- RICHARDSON, D. M. & PYŠEK, P. 2007. Elton, C.S. 1958: The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen. *Prog. Phys. Geogr.*, 31(6), 659-666.
- RODRIGUES, M. A. & D'INCAO, F. 2015. Abundância e relações biométricas do caranguejo invasor *Rhithropanopeus harrisi* (Crustacea, Decapoda) no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do MBML*, 37: 219-232.
- ROSA, L. C. 2014. New records of portunid crabs (Decapoda: Brachyura: Portunidae) from Sergipe, NE Brazil. *CheckList*, 10: 445-447.
- SEMA, 2013. Portaria nº 79 de 31 de outubro de 2013. Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. Diário Oficial [do] Estado, Porto Alegre, RS, 01 de nov. de 2013.
- SILVA, E. P., SOUZA, R. C. C. L., LIMA, T. A., FERNANDES, F. C., MACARIO, K. D., NETTO B. M., ALVES, E. Q., CARVALHO, C., AGUILER, O. & DUARTE, M. R. 2018. Zooarchaeological evidence that the brown mussel (*Perna perna*) is a bioinvader of coastal Brazil. *The Holocene*, 28: 1771-1780.
- SOUZA, R. C. C. L., CALAZANS, S. H. & SILVA,

- E. P. 2009a. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. *Cienc. Cult.* 61(1): 35-41.
- SOUZA, R. C. C. L., FERREIRA, C. E. L. & PEREIRA, R. C. 2009b. Bioinvasão Marinha. In: PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. (Org.). *Biologia Marinha*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 555-577.
- STEPHENSON, W. 1972. An annotated checklist and key to the Indo-West-Pacific swimming crabs (Crustacea: Decapoda, Portunidae). *Bull. Royal Soc. New Zealand*, 10: 1-64.
- TAVARES, M. 2011. Alien decapod crustaceans in the Southwestern Atlantic Ocean. In GALIL, B. S., CLARK, P. F. & CARLTON, J. T. (eds). *In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, vol. 6. Springer, Dordrecht, 251-268. Doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3_7
- TAVARES, M. & MENDONÇA Jr., J. B. 1996. *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Brachyura: Portunidae), eight nonindigenous marine decapod recorded from Brazil. *Crust. Res.*, 25: 151-157.
- TAVARES, M. & MENDONÇA Jr., J. B. 2004. Introdução de crustáceos decápodes exóticos no Brasil: uma roleta ecológica. *Água de lastro e bioinvasão*. *Interciência*, 1: 59-76.
- TAVARES, M. & RÖSSENER, E. 2019. Occurrence of the eastern Atlantic, Mediterranean, and Black Sea swimming crab *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Carcinidae) in the Western Atlantic. *J. Crustac. Biol.*, 39(2), 193-195.
- VIEIRA, G. B. B., BIRCH R. G., MILAN, G. S. & ROSA, A. Q. 2014. Avaliação da Eficiência Portuária Utilizando a Análise Envoltória de Dados: Um Estudo dos Terminais de Contêineres dos Portos da Região Sul do Brasil. *Revista Gestão Industrial*, 10(4): 792-804. <<https://doi.org/10.3895/s1808-04482014000400005>>.
- WoRMS Editorial Board, 2022. World Register of Marine Species. Disponível em: <<https://www.marinespecies.org>> at VLIZ. Acesso em: 18 fev. 2022. <doi:10.14284/170>.