



MAR DE CONHECIMENTOS 5: BIOINVASÃO

Organizadores:

Beatrice Padovani Ferreira
Eduardo Resende Secchi
Joel Christopher Creed
Julyana Pereira Simas
Manuela Basso
Sílvia Dotta



INCT BIODIVERSIDADE
DA AMAZÔNIA AZUL



2021
2030

Década das Nações Unidas
da Ciência Oceânica para
o Desenvolvimento Sustentável



INTERANTAR





MAR DE CONHECIMENTOS 5: BIOINVASÃO

Copyright © 2025 INCT da Biodiversidade da Amazônia Azul

Texto, revisão e edição: Julyana Pereira Simas.

Arte e diagramação: Fernanda Valverde.

Foto de capa: Guilaume Meurice.

Coordenação de divulgação científica: Silvia Dotta.

Conselho editorial: Eduardo Resende Secchi, Beatrice Padovani Ferreira, Joel Christopher Creed, Manuela Bassoi e Silvia Dotta.

Fotos: créditos atribuídos aos autores onde aparecem. Outras imagens são de uso público e foram extraídas do Pexels e Canva.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Mar de conhecimentos 5 [livro eletrônico] :
bioinvasão / organização Beatrice Padovani
Ferreira...[et al.]. -- Santo André, SP :
Ed. dos Autores, 2025.
PDF

Vários colaboradores.
Outros organizadores: Eduardo Resende Secchi,
Joel Christopher Creed, Julyana Pereira Simas,
Manuela Bassoi, Silvia Dotta.
ISBN 978-65-01-67252-6

1. Biodiversidade - Amazônia 2. Mares 3. Oceano
4. Oceanografia 5. Políticas públicas I. Ferreira,
Beatrice Padovani. II. Secchi, Eduardo Resende.
III. Creed, Joel Christopher. IV. Simas, Julyana
Pereira. V. Bassoi, Manuela. VI. Dotta, Silvia.

25-298994.0

CDD-551.46

Índices para catálogo sistemático:

1. Mares e oceanos : Oceanografia 551.46

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Este livro está licenciado sob Creative Commons (CC BY-SA 4.0). Isso significa que qualquer pessoa tem permissão para compartilhá-lo e adaptá-lo desde que sejam atribuídos os devidos créditos.

Os textos deste e-book foram originalmente publicados no Instagram (@bio_amazonia_azul) e no site do INCT-BAA (www.bioamazoniaazul.com).

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA BIODIVERSIDADE DA AMAZÔNIA AZUL

COORDENAÇÃO

Eduardo Resende Secchi
Beatrice Padovani Ferreira

COMITÊ GESTOR

Alexandre de Freitas Azevedo
Luis Fernando Fernandes
Marins
Moacyr Cunha de Araujo Filho
Yocie Yoneshigue-Valentin
Vivian Helena Pellizari

SECRETARIA EXECUTIVA

Manuela Bassoi

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Silvia Dotta
Fernanda Valverde
Júlyana Pereira Simas
Amanda Alves Gomes
Germana Fernandes Barata

CONSULTORIA CIENTÍFICA

Joel Christopher Creed





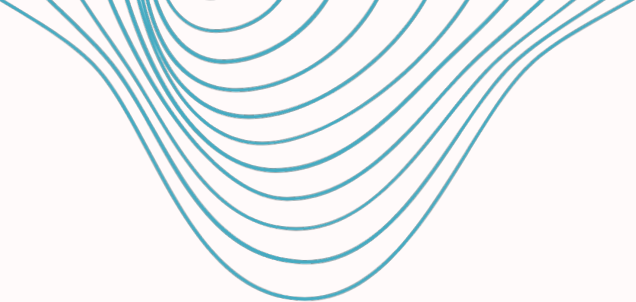
Apresentação

CONHEÇA NOSSA PRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul (INCT da Biodiversidade da Amazônia Azul) iniciou suas atividades em 2023 sob coordenação dos professores Eduardo Resende Secchi (Universidade Federal do Rio Grande, FURG) e Beatrice Padovani Ferreira (Universidade Federal de Pernambuco, UFPE).

A equipe deste INCT trabalha na investigação da diversidade biológica da Amazônia Azul, de maneira integrada e multidisciplinar. Esse trabalho é importante, pois o oceano e seus ecossistemas abarcam uma imensa biodiversidade não completamente mapeada, quantificada e sustentavelmente explorada.

Com o avanço das mudanças climáticas, é necessário um grande empenho para entender as interações da biodiversidade com o ambiente. Os estudos permitirão compreender os efeitos dessas mudanças, os impactos dos seres humanos no oceano e produzir estratégias para a conservação da vida marinha e seu potencial biotecnológico. Além disso, um banco de dados inédito será construído, permitindo avanços sobre a biodiversidade da Amazônia Azul.



SUMÁRIO

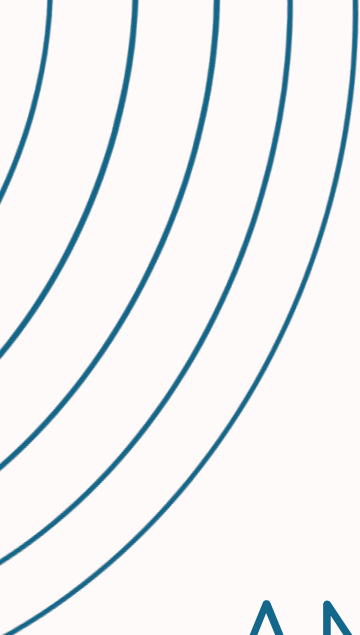
Conheça a Biodiversidade da Amazônia Azul e o nosso INCT	6
Amazônia Azul	7
Biodiversidade	10
INCT Biodiversidade da Amazônia Azul	12
Bioinvasão	15
Categorização das espécies exóticas	16
Espécies bioinvasoras	20
Bioinvasão - meios de introdução	22
Impactos decorrentes da bioinvasão	25
Coral-sol	27
Mexilhão-dourado	30
Peixe-leão	32
Mexilhão-verde	34
Formas de erradicação ou controle	36



ABERTURA

Conheça a Biodiversidade da
Amazônia Azul e o nosso INCT





AMAZÔNIA AZUL





Você já ouviu falar da Amazônia? A maior floresta tropical do mundo, localizada no norte e noroeste do Brasil e também parte de outros países da América do Sul. Famosa por sua biodiversidade, a floresta amazônica inspirou a criação do termo “Amazônia Azul”.

A Amazônia Azul é uma área do Oceano Atlântico, a qual abrange os 8,5 mil km da costa brasileira. Ela é a soma de toda a zona econômica exclusiva (ZEE), com 3,6 milhões de km², e a extensão da plataforma continental, que tem mais de 2 milhões de km². Isso totaliza 5,7 milhões de km².

Muita coisa, né? Imagine a diversidade biológica dessa imensa área!



ÚLTIMA FRONTEIRA NO MAR

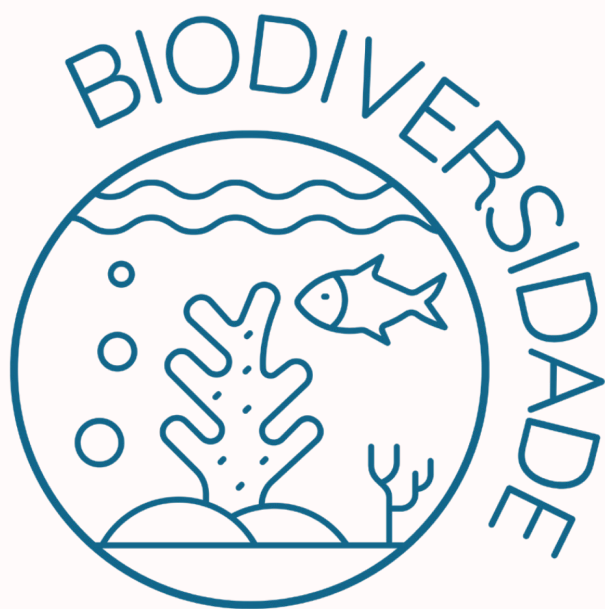
Dimensão da área da amazônia azul e verde, em quilômetros quadrados, em 2016



O termo foi registrado pela Marinha do Brasil, em 2011, com o objetivo principal de despertar a curiosidade pelo mar. Esse espaço marinho equivale à metade do nosso território terrestre, com dimensão e biodiversidade semelhantes àsquelas da Amazônia Verde.

Toda a riqueza natural e mineral da Amazônia Azul pode ser explorada economicamente apenas pelo Brasil. Tudo tem que ser feito de forma racional e sustentável. O conhecimento científico deve ser a base para orientar o bom uso desses recursos.

Conhecer a Amazônia Azul é o primeiro passo para que o Brasil exerça seus direitos com responsabilidade. É o objetivo do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul (INCT-BAA).



A variedade de todos os seres vivos existentes na Terra compõe a biodiversidade ou diversidade biológica. Isso inclui a diversidade dentro das espécies, entre elas e os ambientes em que estão inseridas, como os ecossistemas terrestres ou marinhos.

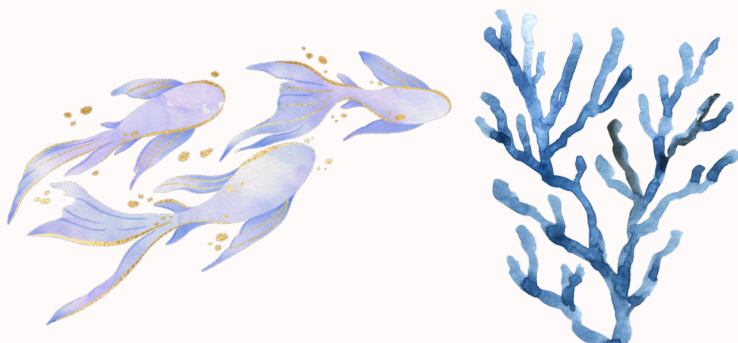
Resultado de milhões de anos de evolução, a biodiversidade é essencial para manter a vida em nosso planeta. A extinção de uma espécie é irreversível, representa a perda de um processo evolutivo único e sem repetição.

O ambiente marinho possui uma grande biodiversidade que pode ser explorada de forma sustentável para a obtenção de alimentos e extração de produtos de interesse farmacêutico e nutricional.

Mas, acredite, a biodiversidade marinha ainda é pouco conhecida e estudada no Brasil, especialmente nas regiões oceânicas mais profundas.

A formação, manutenção e ampliação de redes de pesquisa nacionais e internacionais com o objetivo de estudar a diversidade biológica marinha e sua relação com o ambiente é fundamental.

Este é o caso do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul (INCT-BAA).





INCT BIODIVERSIDADE DA AMAZÔNIA AZUL



O principal objetivo do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul é formar uma Rede Nacional de Cooperação em Ciência e Tecnologia, incluindo colaboradores internacionais com forte capacidade de pesquisa, formação de recursos humanos e transferência do conhecimento para a sociedade.

A equipe trabalha na investigação da diversidade biológica da Amazônia Azul, de maneira integrada e multidisciplinar.

O trabalho do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Biodiversidade da Amazônia Azul é importante, pois o oceano e seus ecossistemas abarcam uma imensa biodiversidade não completamente mapeada, quantificada e sustentavelmente explorada.

Com o avanço das mudanças climáticas, é necessário um grande empenho para entender as interações da biodiversidade com o ambiente.

Os estudos permitirão compreender os efeitos dessas mudanças, os impactos dos seres humanos no oceano e produzir estratégias para a conservação da vida marinha e seu potencial biotecnológico.

Um banco de dados inédito será construído, permitindo avanços sobre a biodiversidade da Amazônia Azul.



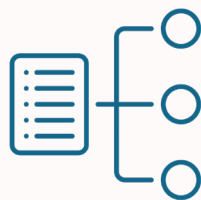




BIOINVASÃO



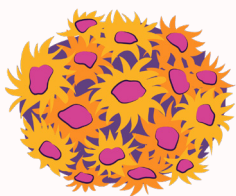
CATEGORIZAÇÃO DAS ESPÉCIES EXÓTICAS



O processo de Bioinvasão é caracterizado pela introdução de espécies exóticas em um ambiente diferente daquele onde são nativas.

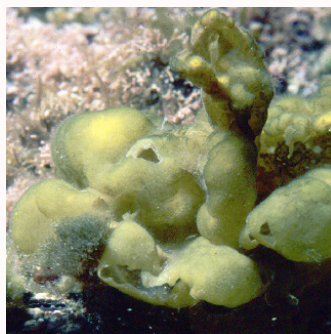
As espécies exóticas tornam-se invasoras quando são introduzidas, intencionalmente ou não, em um ambiente diferente da sua distribuição natural e passam a representar uma ameaça aos ecossistemas e espécies nativas.

No ambiente marinho brasileiro, já foram identificadas diferentes espécies invasoras, a exemplo do coral-sol, mexilhão-verde e peixe-leão, que causam uma série de problemas aos ecossistemas locais.



Dentre os principais fatores que contribuem para o crescimento dessas espécies fora do seu habitat natural, destacam-se a maior competitividade nas condições locais e a ausência de predadores ou doenças. Para identificar a situação de cada espécie invasora no ambiente, foram criadas diferentes categorias que refletem o processo de bioinvasão e servem como base para elaboração de estratégias de controle e erradicação:

- **Criptogênica:** espécie de origem desconhecida, o que significa que não há uma evidência que identifique se a espécie é nativa ou exótica. Isso é comum no ambiente marinho, já que muitas espécies ainda não são conhecidas ou descritas;



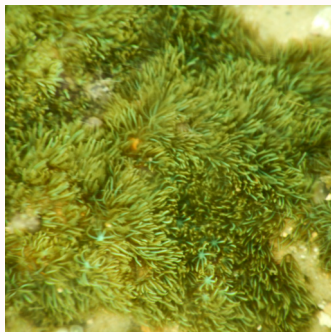
Colpomenia sinuosa, alga marrom.
Foto de Joel Creed via Bioinvasão Brasil

- **Contida:** espécie exótica registrada apenas em ambientes artificiais controlados, como aquários e tanques de água de lastro de navios;



Kappaphycus alvarezii, alga vermelha.
Foto de Joel Creed via Bioinvasão Brasil

- **Detectada:** espécie exótica registrada no ambiente natural, porém, sem apresentar indícios de dispersão ou aumento populacional;



Briareum hamrum, coral mole.
Foto de Joel Creed



- **Estabelecida:** espécie detectada no ambiente natural de forma recorrente, que apresenta indícios de aumento populacional em uma região restrita ou dispersa, mas, sem gerar impactos evidentes;



Ophiothela mirabilis, serpente-do-mar.
Foto de Joel Creed via Bioinvasão Brasil

- **Invasora:** espécie estabelecida no ambiente natural, que compromete a sobrevivência de outras espécies e que pode gerar impactos econômicos, sociais, ambientais e para a saúde humana.



Tubastraea coccinea, coral-sol.
Foto de Joel Creed via Bioinvasão Brasil

ESPÉCIES BIOINVASORAS



Uma espécie é classificada como invasora quando se encontra estabelecida em ambiente diferente do seu habitat natural, representando uma ameaça aos ecossistemas e à diversidade biológica.

Além de competir com as espécies nativas por recursos, as espécies invasoras também podem gerar impactos econômicos, sociais, ambientais e, inclusive, para a saúde humana, como é o caso do peixe-leão, que apresenta potencial de intoxicação ao ser humano.

É importante destacar também o risco de contaminação genética das populações de espécies nativas, que ocorrem quando estes acasalam com as espécies exóticas invasoras, gerando organismos híbridos.



A professora da USP, Vânia Pivello, explica que a bioinvasão é considerada a segunda maior causa da perda de biodiversidade no mundo, atrás somente do desmatamento. E segundo estudo publicado na revista *Global Change Biology*, o número de espécies invasoras pode aumentar mais de 35% até o ano de 2050.

A introdução de espécies exóticas em um ambiente diferente da sua distribuição natural pode ser feita de forma intencional ou não.

Você sabe quais são as rotas e os meios de introdução? De que forma essas espécies são levadas de um lugar para o outro?



BIOINVASÃO - MEIOS DE INTRODUÇÃO



Existem diferentes rotas e vetores responsáveis pelo transporte de uma espécie de um lugar para o outro, o que explica o cenário preocupante do avanço da bioinvasão.

No ambiente marinho, a navegação representa a principal rota de introdução de espécies exóticas, havendo dois caminhos principais. O primeiro deles consiste nos chamados organismos bioincrustantes, que são transportados no casco do navio.



Imagem: Canva



Uma outra forma bastante comum consiste no transporte de organismos dentro do navio, nos tanques de água de lastro.



Imagem: Canva

Para encher esses tanques, é retirada água direto do mar. O objetivo é dar estabilidade ao navio, quando ele retorna sem a carga. Quando o navio chega no porto, é carregado novamente para seguir uma próxima rota. Nesse momento, a água de lastro é despejada no ambiente marinho, podendo conter espécies potencialmente invasoras.

Além da navegação, há outras formas de introdução de espécies exóticas, a exemplo da importação de espécies para cultivos. Muitas vezes, essas espécies conseguem fugir do ambiente controlado e acabam acessando os ambientes naturais.

Vale lembrar ainda que diferentes espécies exóticas são importadas para a atividade de aquarismo e, muitas vezes, são descartadas no mar.



Imagem: Canva

E você sabe dizer quais são os impactos decorrentes da invasão de espécies exóticas no ambiente marinho?



IMPACTOS DECORRENTES DA BIOINVASÃO



Quando uma espécie exótica se estabelece em um ambiente diferente do seu habitat natural, ela encontra alimento disponível, sem sofrer ameaça de predadores naturais, o que contribui para a sua proliferação.

A espécie exótica passa a competir por recursos com as espécies nativas, o que representa uma ameaça à biodiversidade. É importante pontuar que cada espécie desempenha um papel ecológico muito importante. Isso significa que, ao contribuir para a extinção local de espécies nativas, as espécies exóticas promovem um desequilíbrio no ecossistema.



Do ponto de vista social, a extinção local de espécies nativas pode impactar comunidades locais e pescadores, cuja alimentação, atividade econômica ou cultura depende dessas espécies. Além disso, pode comprometer serviços ecossistêmicos e modificar paisagens.



Os prejuízos econômicos ultrapassam a esfera local. Em uma entrevista para o Jornal da USP, a professora Vânia Pivello aponta para um levantamento que estima um prejuízo de mais de US\$300 bilhões, decorrente da bioinvasão em países, como Estados Unidos, Reino Unido, Austrália, África do Sul, Índia e Brasil.

Ainda na esfera econômica, vale mencionar que a indústria de petróleo e gás gasta milhões de reais todos os anos para tratar problemas causados pelo coral-sol no Brasil.



CORAL-SOL

Corais do gênero *Tubastraea*, conhecidos popularmente como coral-sol, são originários dos oceanos Índico e Pacífico. Mas, também podem ser encontrados no Caribe, Golfo de México e litoral brasileiro.



Imagem: Canva

Esses organismos têm se espalhado ao longo de toda costa brasileira, sendo encontrados principalmente nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, além de Pernambuco e Ceará, no Nordeste. Eles crescem em águas rasas, costões rochosos e recifes de coral.

Você deve estar se perguntando como chegaram até o nosso litoral, não é mesmo?

A espécie chegou ao Brasil na década de 1980, sendo identificada inicialmente em plataformas de petróleo na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro. As estruturas de exploração de petróleo e os cascos dos navios-sonda são considerados os vetores de invasão do coral-sol nos ecossistemas marinhos do Brasil.



Desde então, duas espécies de coral-sol vêm se expandindo no litoral do país: *T. coccinea* (cor vermelho-alaranjado) e *T. tagusensis* (cor amarela).

Ao ocupar áreas de costões rochosos e recifes de coral, essas espécies dominam o ambiente e prejudicam a biodiversidade nativa. Isso porque o coral-sol apresenta uma alta capacidade reprodutiva e são considerados competidores agressivos, uma vez que o seu contato pode gerar danos aos corais vizinhos.



Imagem: Canva

Com o objetivo de conter a invasão do coral-sol, o Ministério do Meio Ambiente elaborou o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento da espécie no Brasil.

MEXILHÃO-DOURADO

Você já ouviu falar em mexilhão-dourado?



Imagem: Canva

O mexilhão-dourado é um molusco de pequeno porte, originário da Ásia, que pode ser encontrado em rios, canais e represas no sul e sudeste do país, até o Pantanal e Triângulo Mineiro, regiões limítrofes da Bacia do Paraná, além de Pernambuco. A hipótese é que a espécie tenha sido introduzida na América do Sul pela água de lastro de navios cargueiros.



Durante a fase larval, o mexilhão é levado pela água, até se estabelecer em alguma estrutura rígida. Devido a sua grande capacidade de proliferação, a espécie forma grandes populações, que podem gerar a obstrução de tubulações ou equipamentos.

Como o mexilhão não encontra nenhum predador natural, acaba se espalhando com bastante rapidez pelos ecossistemas, gerando uma série de impactos, como:

- Competição por recursos com os moluscos nativos, que podem ser extintos;
- Prejuízos à pesca, uma vez que espécies de peixes se alimentam dos moluscos nativos;
- Prejuízos econômicos com a redução de espécies nativas;
- Entupimento de tubulações de fornecimento de água, que afetam as hidrelétricas e outras indústrias.



PEIXE-LEÃO

Peixe-leão é um nome popular de diferentes espécies do gênero *Pterois*, originárias dos oceanos Índico e Pacífico.



Imagem: Canva

O peixe-leão é caracterizado por listras brancas e vermelhas, além da presença de 18 espinhos venenosos, capazes de provocar sintomas, como náuseas e até convulsões em seres humanos.



Avistado no Brasil pela primeira vez em 2014, o peixe-leão encontra condições propícias para a sua proliferação, como disponibilidade de alimento e ausência de predadores naturais.

Apesar da sua beleza, o peixe-leão representa uma ameaça às espécies nativas e à biodiversidade, além de colocar em risco a saúde humana. Já foram registrados acidentes com pescadores brasileiros, que machucaram o pé, ao pisar nos espinhos do peixe-leão.

A espécie cresce nos recifes de coral e vai se espalhando ao longo de toda a costa, o que exige um plano de controle e erradicação, que envolve, inclusive, a participação de toda a comunidade local e pesqueira.



MEXILHÃO-VERDE

A espécie *Perna viridis* ou mexilhão-verde, como é popularmente conhecido, é originária da Ásia, mas se estabeleceu no Brasil como uma espécie exótica invasora. A hipótese principal é que a espécie tenha sido introduzida pela água de lastro de navios, tendo sido observada pela primeira vez no país, em 2018.



Imagem: Canva

Diante de condições ambientais favoráveis e sem a presença de predadores naturais, o mexilhão-verde tem se expandido para todo o litoral brasileiro, sendo encontrado, inclusive, em áreas mais preservadas, como a praia da Juréia, em São Paulo.



O grande problema é que o mexilhão-verde representa uma ameaça aos mariscos nativos, uma vez que passa a competir pelos recursos, gerando um desequilíbrio ambiental. A bioinvasão dessa espécie tem evidenciado o papel fundamental dos pescadores que passam a registrar a ocorrência da espécie no litoral brasileiro, o que contribui para o seu monitoramento.

Vale ressaltar que o mexilhão-verde tem sido comercializado pelos pescadores, o que contribui economicamente com as comunidades locais.



FORMAS DE ERRADICAÇÃO



Diante das ameaças à biodiversidade, à economia e à saúde humana, é imprescindível elaborar estratégias nacionais e planos de ação para lidar com o processo de bioinvasão.

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) estabelece que os países devem adotar medidas para impedir a invasão, controlar ou erradicar espécies exóticas que possam representar uma ameaça a outras espécies e ecossistemas.

Além de pesquisas científicas dedicadas à exploração do tema, o Brasil conta com uma Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras, mantida pela ONG Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, que contribui para o mapeamento das principais espécies exóticas no ambiente marinho.



Também foram elaborados Planos Nacionais de Prevenção, Controle e Monitoramento de diferentes espécies, como o Javali, Coral-sol e Mexilhão-dourado.

Todas essas iniciativas compõem a Estratégia Nacional, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente, em cooperação com o Ibama e o ICMBio.

A gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras no Brasil é baseada no desenvolvimento de legislações específicas, cooperação internacional, capacitação técnica, prevenção, controle, erradicação, pesquisa científica e comunicação.





O quinto volume da série Mar de Conhecimentos trata sobre a Bioinvasão, processo caracterizado pela introdução, por ação humana, de espécies (não nativas) fora de seu local historicamente conhecido. O e-book parte da categorização das espécies, desde as criptogênicas, quando não se sabe se são nativas ou exóticas, até se classificarem efetivamente como espécies exóticas invasoras. Em seguida, apresenta os meios de introdução, os impactos decorrentes da bioinvasão e as formas de erradicação. A partir de exemplos, como o coral-sol e o peixe-leão, o e-book 5 também apresenta o contexto de espécies bioinvasoras na Amazônia Azul.



INCT BIODIVERSIDADE
DA AMAZÔNIA AZUL