



Manual de alerta, detecção precoce e resposta rápida de espécies exóticas invasoras para o ambiente marinho no Brasil, incluindo protocolo específico

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Vice-Presidente

GERALDO ALCKMIN

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Ministra

MARINA SILVA

Secretaria-Executiva

Secretário-Executivo

JOÃO PAULO CAPOBIANCO

Secretaria Nacional de Biodiversidade, Florestas e Direitos Animais

Secretária

RITA DE CÁSSIA MESQUITA

Departamento de Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade

Diretor

BRAULIO FERREIRA DE SOUZA DIAS

Departamento de Áreas Protegidas

Diretor

PEDRO DE CASTRO DA CUNHA E MENEZES

Departamento de Proteção, Defesa e Direitos Animais

Diretora

VANESSA NEGRINI



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA
SECRETARIA NACIONAL DE BIODIVERSIDADE, FLORESTAS E DIREITOS ANIMAIS

**Manual de alerta, detecção precoce e resposta
rápida de espécies exóticas invasoras para
o ambiente marinho no Brasil, incluindo
protocolo específico**



Brasília/DF
MMA
2024

Equipe Técnica:

Texto

Sziller Planejamento e Consultoria Ambiental:
Sílvia Renate Ziller
Thiago Correia Couto
Lucas Jarduli
Diego Azevedo Zoccal Garcia

Equipe técnica MMA

Carlos Targino
José Renato Legracie
Rodrigo Braga
Ronaldo Morato
Tatiani Chapla

Equipe técnica WWF-Brasil

Anderson Ignácio	Fernanda Leite	Luana Lopes
Anna Carolina Lins	Gabriela Moreira	Mariana Gutiérrez
Antonio Barbosa	Gabriela Marangon	Moisés Muálem
Bruna Piazero	João Marcelo Lemos	Rabeshe Quintino
Eduarda Miranda	Kelly Martins	

Projeto gráfico e diagramação

Eduardo Guimarães - AG2 Comunicação

Foto das capas

Pterois volitans - ©Juergen Freund

A elaboração e parte da implementação do Sumário executivo sobre a proposta de programa nacional de alerta, detecção precoce e resposta rápida de espécies exóticas invasoras e a estrutura organizacional e funcionamento da rede de colaboradores de apoio para monitoramento, identificação taxonômica de espécies e ações de manejo foram financiadas com recursos do Global Environment Facility (GEF) por meio do Projeto 029840 - Estratégia Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas - Pró-Espécies: Todos contra a extinção.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

B823m Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.
Manual de alerta, detecção precoce e resposta rápida de espécies exóticas invasoras para o ambiente marinho no Brasil, incluindo protocolo específico [recurso eletrônico] / Departamento de Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade – Brasília, DF: MMA, 2024.
81 p. : il.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-88265-71-0 (on-line)

1. Ecossistemas marinhos. 2. Espécies exóticas invasoras. 3. Monitoramento. 4. Táxon. I. Programa Nacional de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras (PNADPRR). II. Título.

CDU 574

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Campos recomendados para o registro de notificações de ocorrência de espécies exóticas	35
Tabela 2 – Fontes de informação para verificação de antecedentes de invasão de espécies exóticas	40
Tabela 3 – Respostas a níveis de risco para invasões biológicas, conforme resultados da avaliação de risco	48
Tabela 4 – Estrutura básica dos planos de resposta rápida para EEIs com base no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (ICMBio 2019), com adaptação para o contexto da detecção precoce e resposta rápida	49
Tabela 5 – <i>Checklist</i> da análise de viabilidade para ações de resposta rápida	51
Tabela 6 – Resumo dos métodos de controle de EEIs em ambientes marinhos	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da fase de preparo de programas de detecção precoce e resposta rápida.....	24
Figura 2 – Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras.....	35
Figura 3 – Detecção precoce de táxon exótico de invertebrado em porto marítimo	79
Figura 4 – Detecção precoce de peixe exótico em Reserva Extrativista Marinha Federal....	81

LISTA DE ABREVIATURAS

CDB – Convenção Sobre Diversidade Biológica

EEl – espécie exótica invasora

FUNBIO – Fundo Brasileiro para a Biodiversidade

GAT – Grupo de Assessoramento Técnico ao Programa Nacional de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras

GEF – Global Environment Facility Trust Fund (Fundo Global para o Meio Ambiente)

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

PAN – Plano de Ação Nacional

PAT – Plano de Ação Territorial

PELD – Pesquisa Ecológica de Longa Duração

PNADPRR – Programa Nacional de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras

UC – unidade de conservação



Carcinus maenas
©Bukhta Yurii



SUMÁRIO

Apresentação	11
1 Informações básicas	13
1.1 Ecossistemas, ambientes e grupos biológicos.....	13
1.1.1 Ecossistemas marinhos e estruturas artificiais.....	13
1.1.2 Grupos biológicos contemplados	15
1.2 Vias/vetores de introdução e dispersão	16
1.3 Definição de áreas de relevância para detecção precoce	17
1.3.1 Áreas sob proteção legal.....	18
1.3.2 Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas.....	18
1.3.3 Suscetibilidade à chegada de propágulos de espécies exóticas invasoras (EEl)s ..	19
1.3.4 Ocorrência de iniciativas de produção, cultivo ou criação	19
1.3.5 Áreas onde é realizada a prática do mergulho recreativo.....	19
2 Detecção precoce e resposta rápida para espécies exóticas invasoras.....	21
2.1 Fase de preparo	21
2.2 Etapas do processo de detecção precoce e resposta rápida.....	22
2.2.1 Vigilância e monitoramento	25
2.2.1.1 Tipos de vigilância e monitoramento.....	26
Vigilância e monitoramento passivos.....	26
Vigilância e monitoramento ativos	27
2.2.1.2 Métodos de vigilância e monitoramento.....	27
Monitoramento de macroalgas.....	28
Monitoramento de bentos de substrato consolidado	29
Monitoramento de bentos de substrato não consolidado.....	30
Plâncton	31
Peixes.....	31
DNA Ambiental	31

2.3 Interpretação do Protocolo Geral.....	32
2.3.1 Notificação.....	32
2.3.2 Identificação e triagem.....	35
2.3.2.1 Processo de identificação.....	35
2.3.2.2 Avaliação de risco rápida.....	36
2.3.3 Alerta.....	38
2.3.4 Vistoria, caracterização da invasão e erradicação imediata.....	39
2.3.5 Avaliação de risco.....	43
2.3.6 Planos de resposta rápida.....	45
2.3.6.1 Análise de viabilidade.....	48
2.3.7 Execução de ações de resposta rápida.....	49
2.3.7.1 Estratégias e métodos de erradicação e controle.....	50
Macroalgas.....	50
Invertebrados incrustantes.....	51
Invertebrados de vida livre.....	52
Plâncton.....	53
Peixes.....	53
2.3.8 Monitoramento posterior e repasse.....	54
2.3.8.1 Avaliação de eficácia das ações de resposta.....	55
3 Considerações finais.....	57
Referências.....	58

Glossário	62
Apêndices.....	64
Apêndice 1 – Explicação sobre as vias/vetores de introdução e dispersão (CDB).....	64
Apêndice 2 – Diretório de fontes de informação e contatos.....	68
Apêndice 2.1 – Potenciais colaboradores e contatos de especialistas	68
Apêndice 2.2 – Fontes de informação sobre manejo e espécies.....	70
Apêndice 2.3 – Listas de espécies exóticas invasoras (EEIs).....	71
Apêndice 2.4 – Análises de risco e protocolos	71
Apêndice 3 – Exemplo de plano de resposta rápida no ambiente marinho	72
Apêndice 3.1 – Detecção precoce de invertebrado em porto marítimo.....	72
Apêndice 3.2 – Detecção de peixe exótico em Reserva Extrativista Marinha Federal	74
Apêndice 4 – Materiais e equipamentos para monitoramento e controle	76
Apêndice 5 – Exemplos de uso do protocolo aplicado para o ambiente marinho.....	78
Apêndice 5.1 – Detecção precoce de invertebrado em porto marítimo.....	78
Apêndice 5.2 – Detecção de peixe exótico em Reserva Extrativista Marinha Federal	80



Acanthaster planci
©Richard Whitcombe

APRESENTAÇÃO

Um dos principais objetivos da Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras (Resolução CONABIO nº 7, de 29 de maio de 2018) e do respectivo Plano de Implementação (Portaria MMA nº 3, de 16 de agosto de 2018) diz respeito ao estabelecimento de um Programa Nacional de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras (PNADPRR). Este manual é um dos itens que integra o conjunto de documentos deste Programa Nacional, elaborado no âmbito do projeto Estratégia Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (Pró-Espécies), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, sigla em inglês), tendo o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) como coordenador, o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO) como agência implementadora e o WWF-Brasil como agência executora.

Neste documento apresentamos o manual de orientação para o uso do Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida, com vistas à implementação de ações práticas de erradicação e controle de EEIs em ambientes marinhos. O Protocolo se fundamenta no modelo do Protocolo Geral, elaborado como produto anterior desta consultoria (Produto 5.1). Este manual contém informações mais detalhadas sobre diversos aspectos do Protocolo, com o intuito de facilitar sua aplicação prática no âmbito do PNADPRR.

O público-alvo é, porém, mais amplo, no sentido de que o manual pode ser útil para programas de detecção precoce e resposta rápida estabelecidos em outras escalas, seja em nível estadual, seja em uma área particular, como uma unidade de conservação (UC) ou porto marítimo. O objetivo principal é facilitar a compreensão do processo de detecção precoce e das alternativas disponíveis para cada etapa de aplicação do protocolo de resposta rápida, a fim de permitir que as ações decorrentes de uma notificação de ocorrência de espécie exótica tenham agilidade e foco em maximizar as oportunidades de erradicação, contenção ou controle efetivo de novos casos de invasão biológica.

Este manual foi submetido a consulta pública juntamente com os demais protocolos para ambientes dulcícolas e terrestres. Foram convidados diversos profissionais vinculados à área ambiental e à temática de invasões biológicas, com experiência na gestão pública, no manejo, em restauração ambiental e em atividades de ensino e pesquisa, entre outros, a fim de oferecer contribuições para o aprimoramento do manual e do PNADPRR.



Codium fragile
©Alvaro Bueno

1 INFORMAÇÕES BÁSICAS

No âmbito do PNADPRR foram elaborados três manuais específicos (para ambientes dulcícolas, marinhos e terrestres), uma vez que os organismos, métodos de monitoramento e técnicas de controle são diferentes para cada ambiente, assim como as vias/vetores de introdução e dispersão de espécies. Este manual contempla a aplicação do protocolo de detecção precoce e resposta rápida a EEIs em ambientes marinhos.

Ao longo deste manual são apresentados os ambientes e grupos biológicos considerados, as principais vias/vetores de introdução e dispersão em ambientes marinhos, os critérios sugeridos para a definição de áreas de relevância para detecção precoce e as etapas do processo e do Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para EEIs marinhas no Brasil. O manual contempla ainda o conteúdo a ser incluído no formulário de notificação de ocorrência de espécies exóticas, alternativas de monitoramento e vigilância, e técnicas de erradicação e controle para os grupos biológicos considerados. Nas considerações finais ponderam-se questões relevantes do documento e do processo de aplicação do Protocolo.

1.1 ECOSISTEMAS E GRUPOS BIOLÓGICOS CONTEMPLADOS

1.1.1 Ecossistemas marinhos e estruturas artificiais

O ambiente marinho contempla diversos ecossistemas que requerem diferentes métodos para a erradicação e o controle de EEIs. Os substratos de ecossistemas marinhos podem ser consolidados, como costões rochosos e naufrágios, ou não consolidados, como fundos arenosos e fundos lamosos. Os substratos podem ainda ser artificiais (construídos pelo homem, como píeres, naufrágios, plataformas de petróleo) ou naturais (rochas, areia ou qualquer outro substrato que esteja presente na natureza). Os substratos artificiais facilitam a colonização e conseqüentemente a entrada de espécies exóticas que podem se tornar invasoras (Leonard *et al.*, 2017).

- a) **Costões rochosos:** estão localizados no encontro do mar com as rochas e são influenciados pelo regime de marés. Os organismos precisam suportar períodos de emersão devido à amplitude da maré. Uma grande diversidade de espécies de invertebrados e algas se fixam ao costão para suportar a força das ondas (Hofling, 2000). Espécies exóticas de vários grupos, como algas, crustáceos, equinodermos e tunicados, podem ser encontradas em costões rochosos. Como exemplo, podemos citar a alga *Caulerpa scalpelliformis* (Falcão; Széchy, 2005) e as espécies de coral-sol *Tubastraea tagusensis* e *Tubastraea coccinea* (Creed *et al.*, 2017a), todas presentes na região da Baía da Ilha Grande, no estado do Rio de Janeiro.
- b) **Estuários:** são corpos de água parcialmente rodeados por terra, onde a água doce de um rio se mistura com a água oceânica (Garrison, 2010). Sendo assim, a salinidade em um estuário varia com a maré, aumentando na maré alta e diminuindo na maré baixa.

Assim, os organismos estuarinos precisam suportar a variação da salinidade. Esses ambientes têm grande importância econômica e ecológica, pois servem como áreas de reprodução de diversas espécies (Garrison, 2010). Espécies exóticas presentes em regiões estuarinas podem ser sésseis ou de vida livre, compreendendo organismos invertebrados e vertebrados. O siri-capeta (*Charybdis hellerii*) é um exemplo de EEI presente na Baía de Guanabara, estado do Rio de Janeiro (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2021).

- c) **Manguezais:** localizados em regiões estuarinas, são formados por sedimentos lamosos e por diversas espécies de plantas, sendo as principais delas três espécies arbóreas de distribuição global (Hofling, 2000). Os manguezais têm grande diversidade de vida, e algumas dessas espécies são de interesse econômico importante, como o caranguejo-uçá. EEIs em manguezais são predominantemente invertebrados. Como exemplo, podemos citar a craca *Amphibalanus amphitrite*, que pode incrustar raízes de mangue (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2021).
- d) **Recifes:** ocorrem em águas quentes e rasas, com uma grande diversidade de espécies. Sua estrutura é formada pelo acúmulo de esqueletos calcários de diversos organismos e tem extrema importância em termos de recursos biológicos (Pereira; Soares-Gomes, 2002). Invertebrados e vertebrados exóticos podem ser encontrados nesses ambientes, como, por exemplo, o peixe-leão *Pterois volitans*, característico de recifes de corais (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2021; Ferreira *et al.*, 2015).
- e) **Banco de gramas marinhas:** são grandes pradarias submersas formadas por espécies de gramas marinhas. Formam áreas de proteção para diversas espécies que se abrigam nas folhas (Marques; Creed, 2008). EEIs também podem ser encontradas nesses ecossistemas, como o já citado siri-capeta (*Charybdis hellerii*) (Ferry *et al.*, 2017).
- f) **Bancoderodolitos:** são formados por rodolitos, algas especializadas em sequestro de carbono que formam habitats bentônicos (Moura *et al.*, 2021). EEIs potenciais nesses ambientes são as mesmas encontradas em recifes de corais, como o peixe-leão (*Pterois volitans*).
- g) **Praias:** são interfaces entre o oceano e o continente. Estão localizadas na zona entre marés. São caracterizadas por faixas de areia mais secas quanto mais afastadas do mar até sempre úmidas por ação das ondas e estão em constante estado de mudança (Garrison, 2010). Nesses habitats, boa parte das espécies exóticas são intersticiais, vivem entre os grãos de areia e podem compreender desde pequenos crustáceos até poliquetas.
- h) **Naufrágios:** são embarcações afundadas propositalmente ou não e que servem de abrigo para várias espécies. Como são estruturas construídas, funcionam como substratos artificiais que podem servir de ponte para a introdução e dispersão de EEIs (Leonard *et al.*, 2017). No momento em que são afundados, os naufrágios oferecem muito espaço para colonização, que pode ser ocupado por EEIs majoritariamente incrustantes. São muito usados para a formação de recifes artificiais, de modo que as potenciais EEIs nesses ambientes são similares às que invadem recifes de corais.
- i) **Plataformas de petróleo:** são grandes estruturas artificiais construídas pelo homem, usadas na indústria de petróleo e gás. Como ficam paradas durante muito tempo no

oceano, podem ser incrustadas por diversos organismos. Quando a plataforma se move, os organismos incrustados são levados para novas áreas, gerando risco de invasão. Como exemplo, temos o coral-sol *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis* (Creed *et al.*, 2017a).

- j) **Outras estruturas artificiais:** abrangem píeres, espigões, moles ou qualquer outra estrutura construída. São estruturas que podem ser de madeira, cimento ou outro material fabricado pelo homem e ser usadas, por exemplo, para o atracamento de embarcações até a sustentação de bares e restaurantes em áreas de lazer. Assim como substratos artificiais, também podem servir de ponte para a introdução de espécies exóticas. Boa parte das espécies exóticas encontradas nessas estruturas são incrustantes, como *Styela plicata* (ascídia) e *Megabalanus coccopoma* (craca).

1.1.2. Grupos biológicos contemplados

Os grupos biológicos contemplados neste manual são aqueles com representantes no ambiente marinho. As espécies citadas nos tópicos abaixo são exemplos de EEIs.

- a) **Macroalgas:** apresentam diversas formas e tamanhos, as maiores podendo atingir até 62 m de comprimento. Contribuem entre 2% e 10% com a produtividade primária dos oceanos (Garrison, 2010). São compreendidos neste manual todos os grandes grupos de macroalgas: Rhodophyta (algas vermelhas), Pheophyceae (algas pardas) e Chlorophyta (algas verdes). A alga marinha *Caulerpa scalpelliformis*, nativa dos oceanos Índico e Pacífico, está presente na região Sudeste do Brasil, provavelmente introduzida pela água de lastro de navios mercantes (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2021).
- b) **Invertebrados:** a maioria dos invertebrados marinhos são organismos bentônicos que se escondem em substrato não consolidado ou se fixam sobre substratos consolidados. Muitas espécies têm importância econômica, como mexilhões e ostras (Pereira; Soares-Gomes, 2002). Considerando-se que a metodologia de monitoramento e/ou erradicação difere conforme o substrato, para fins deste manual os invertebrados foram divididos entre incrustantes (sésseis) e de vida livre:
- sésseis: ascídias, briozoários, cnidários, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos e poliquetas;
 - vida livre: cnidários, crustáceos, equinodermos, moluscos e poliquetas.

Entre os invertebrados incrustantes exóticos no Brasil estão as espécies de coral *Tubastraea tagusensis* e *Tubastraea coccinea*, nativos do oceano Indo-Pacífico, introduzidos provavelmente através de incrustação em plataformas de petróleo, e o molusco *Isognomon bicolor*, nativo do Mar do Caribe e introduzido através da água de lastro e incrustação em cascos de embarcações.

Entre os invertebrados de vida livre, estão o siri *Charybdis hellerii*, nativo do oceano Indo-Pacífico, sendo a água de lastro a provável causa de introdução, e os camarões *Metapenaeus monoceros*, também originário do Indo-Pacífico e passível de introdução através da água de lastro (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2021), e *Penaeus vannamei*, originário do oceano Pacífico e passível de introdução através da aquicultura.

c) **Plâncton:** comunidade de organismos com capacidade limitada de locomoção, sendo os indivíduos transportados passivamente por correntes ou movimentos d'água (Pereira; Soares-Gomes, 2002). O dinoflagelado *Gymnodinium catenatum*, presente na costa do estado de Santa Catarina, foi introduzido em 1998 via água de lastro de navios (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2021);

d) **Vertebrados (peixes):** os peixes são os vertebrados mais numerosos e exibem uma grande diversidade morfológica e ciclos de vida, de acordo com os habitats que ocupam (Pereira; Soares-Gomes, 2002). Têm importância na alimentação humana e, conseqüentemente, grande importância econômica, o que acarreta sua superexploração. Como exemplos de espécies de peixes exóticos encontrados no Brasil podemos citar o peixe-leão *Pterois volitans*, natural do oceano Indo-Pacífico, introduzido pela atividade de aquarismo no Caribe, com dispersão posterior até o Brasil, e o peixe-sapo *Opsanus beta*, natural do Golfo do México, que pode ser introduzido em função de atividades de aquarismo ou pela água de lastro (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2021). Não foram incluídas espécies de mamíferos (golfinhos, baleias e pinípedes), répteis ou aves marinhas porque não há registro de invasão por esses grupos de espécies em nível global.

Atualmente, no ambiente marinho do Brasil, estão presentes mais de cem EEIs. Ocorrem em maior número EEIs de crustáceos e ascídias. São Paulo e Rio de Janeiro são os estados com os maiores números de espécies exóticas presentes confirmadas (Teixeira; Creed, 2020).

1.2 VIAS/VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO

O processo de globalização envolve a intensificação de atividades de transporte, comércio, viagens e turismo. Esses fatores são considerados chave na movimentação de espécies ao redor do mundo (Hulme, 2009; Butchart *et al.*, 2010; Essl *et al.*, 2015). Através dessas atividades, são geradas oportunidades para que essas espécies cruzem barreiras biogeográficas que naturalmente impediriam sua movimentação e dispersão. Essas oportunidades são caracterizadas como vetores e vias de transporte de plantas, animais e material biológico vivo. Uma vez transportadas a uma nova região, espécies exóticas potencialmente invasoras podem se mover, ou ser transportadas, da área de introdução para novas áreas ou regiões. O entendimento da importância de vias/vetores específicos para EEIs é fundamental para a gestão das ameaças que essas espécies representam (European Commission 2011; CBD 2014), pois gera oportunidade para interromper o fluxo contínuo de introduções indesejadas através da adoção de medidas de gestão e manejo.

No ambiente marinho, a maior parte dos eventos de introdução tem como via/vetor a água de lastro, a bioincrustação (Bailay, 2015) e a aquicultura (Grosholz *et al.*, 2015). Essas vias/vetores, juntos, podem ser responsáveis pela maior parte da introdução de espécies exóticas em ambientes marinhos no Brasil. Outra via importante que deve ser levada em consideração é o aquarismo.

A água de lastro é utilizada para manter a estabilidade dos navios. Sendo assim, quando um navio enche os tanques de lastro com água na costa de algum país e descarrega essa água em outro local, diversos organismos, quando entram nos navios com a água de lastro,

são transportados junto com ela. Para tentar minimizar as introduções pela água de lastro, o Brasil assinou a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, que passou a vigorar em 2017. Como exemplo de EEI presente no Brasil introduzida através da água de lastro, temos o siri-capeta *Charybdis hellerii*.

A bioincrustação é outra via de introdução e dispersão importante. Quando uma embarcação fica parada, larvas de vários organismos assentam e se desenvolvem no casco, na âncora e em outros equipamentos em contato com a água. Quando essa embarcação se movimenta de um lugar para outro, sem antes ocorrer uma limpeza no casco, os organismos incrustados são levados para a nova localização e podem se tornar EEIs. Para minimizar o problema, as embarcações podem usar tintas anti-incrustantes para evitar ou diminuir a bioincrustação. São exemplos as espécies de coral-sol *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*, introduzidas no Brasil através de bioincrustação em plataformas de petróleo (Creed *et al.*, 2017a).

Além disso, o aumento do tráfego marítimo e consequentemente do comércio marítimo faz com que os portos se tornem relevantes portas de entrada para EEIs (Silva e Souza, 2004), seja através da água de lastro, seja através de bioincrustação.

A maricultura (ramo de aquicultura) é uma importante atividade comercial que pode utilizar espécies exóticas. Todavia, o escape de organismos exóticos de locais de criação é frequente, podendo acarretar invasão biológica. A ostra-do-pacífico *Crassostrea gigas* é um exemplo de espécie introduzida através de maricultura.

Muitas pessoas ao redor do mundo gostam de manter aquários em casa para fins de decoração. Entretanto, muitas espécies ornamentais são EEIs. Caso a pessoa não queira mais o aquário e descarte os organismos no mar sem saber de onde as espécies são nativas, pode dar início a processos de invasão. As espécies de peixe-leão *Pterois volitans* e *Pterois miles* são exemplos de EEIs introduzidas no Mar do Caribe em função do escape de um aquário de visitação pública na Flórida, EUA (Betancur *et al.*, 2011), havendo migrado a ponto de chegar ao Brasil, onde também estão presentes como espécies ornamentais usadas no aquarismo.

Uma explicação sobre cada categoria e subcategoria de possíveis vias/vetores é apresentada no Apêndice 1 e pode ser obtida com mais detalhes no [documento guia da Convenção sobre Diversidade Biológica](#) (Harrower *et al.*, 2018, in CBD/SBSTTA/22/INF/9).

1.3 DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RELEVÂNCIA PARA DETECÇÃO PRECOCE

A definição de áreas de relevância para monitoramento e/ou vigilância e ação concreta é de serventia para maximizar as oportunidades de detecção precoce de espécies recém-chegadas e focos iniciais de invasão biológica. Apresentamos a seguir uma proposta de critérios que orientem essas escolhas. O cruzamento de informações considerando mais de um critério leva à melhor indicação possível de áreas para monitoramento. Uma alternativa é realizar uma análise de priorização espacial atribuindo pesos para diferentes categorias. Ainda assim, esse processo é dinâmico e poderá ser aperfeiçoado ao longo do tempo e à medida que houver novas informações disponíveis sobre áreas relevantes, espécies nativas que requerem medidas de proteção, áreas suscetíveis à chegada de espécies exóticas e outros critérios.

1.3.1 Áreas sob proteção legal

Áreas legalmente destinadas à conservação ambiental, como Unidades de Conservação (UCs) nas esferas federal, estadual e municipal, assim como Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, devem ser priorizadas em função de sua relevância para a conservação de espécies nativas, de serviços ecossistêmicos e da paisagem natural. Como essas últimas categorias são amplamente dispersas em todo o território nacional, seria importante priorizar aquelas onde existe algum tipo de monitoramento ou de estrutura para tal, por exemplo em propriedades de empresas florestais e outros empreendimentos privados que viabilizem a aplicação das medidas propostas. A ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas que podem ser impactadas por invasões biológicas é um critério adicional importante para a seleção de UCs prioritárias. As áreas de preservação permanente ao longo de rios e outros cursos d'água têm um papel fundamental na conservação da biota aquática.

A formação de guarda-parques e gestores e a provisão de materiais e equipamentos são imprescindíveis para que a detecção precoce e a resposta rápida possam funcionar de forma eficaz.

1.3.2 Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas

Refere-se a áreas importantes para a conservação dessas espécies, independentemente de receberem proteção legal. EEIs são consideradas uma das maiores causas de perda de diversidade em nível global e constituem ameaças importantes à conservação de espécies nativas, gerando riscos a espécies representadas por populações pequenas, endêmicas ou raras (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Para selecionar áreas relevantes, podem ser utilizados mapas de ocorrência de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção dos Planos de Ação Nacionais para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PANs), por estado, assim como os Sítios da Aliança Brasileira para Extinção Zero (sítios BAZE) e Áreas Chave para a Conservação (em inglês, Key Biodiversity Areas – KBA). A partir desses dados, pode-se verificar as áreas onde existem programas de monitoramento ambiental e, em segundo lugar, onde é factível estabelecer atividades de vigilância e monitoramento, através do engajamento tanto de funcionários, instituições de ensino e pesquisa, quanto da sociedade civil e outros.

Os Planos de Ação Territoriais (PATs), instrumentos similares aos PANs, têm foco nas ameaças que incidem em espécies de diferentes grupos taxonômicos da fauna e da flora que ocorrem em determinado território. Esses planos têm interface direta com a temática de EEIs porque indicam áreas de ocorrência de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção que devem ser consideradas na definição de áreas prioritárias para controle de EEIs. O cruzamento de dados de ocorrência de espécies ameaçadas ou endêmicas com EEIs, por exemplo no interior de UCs, assim como alguns critérios complementares como a extensão dos focos de invasão, podem facilitar a identificação de áreas prioritárias para detecção precoce, controle ou erradicação de focos de invasão biológica.

1.3.3 Suscetibilidade à chegada de propágulos de espécies exóticas invasoras (EIs)

Em função do trânsito de pessoas, áreas onde há transporte ou atividades produtivas que incluem EIs tendem a sofrer maior pressão de propágulos (chegada de propágulos com alta frequência ou intensidade), criando oportunidades para a invasão biológica. Essas áreas incluem pontos de fronteira ou de entrada no país como portos, assim como atividades comerciais que utilizem EIs. As vias/vetores mais relevantes para ambientes marinhos estão indicadas(os) na subseção 1.2 deste manual e incluem a água de lastro, a bioincrustação e a maricultura/aquicultura.

Os portos marítimos recebem embarcações de vários locais do próprio país e de diversos países ao redor do mundo. O trânsito de navios ao redor do globo é a principal via/vetor de introdução não intencional de espécies exóticas no ambiente marinho (Molnar *et al.*, 2008). Os portos com maior tráfego de embarcações e que recebem navios oriundos de áreas com condições ambientais similares devem ser priorizados nas iniciativas de monitoramento para a detecção precoce, assim como áreas portuárias onde inventários de biodiversidade indicam boas condições de conservação, a fim de evitar a introdução de espécies e o desencadeamento de invasões biológicas.

1.3.4 Ocorrência de iniciativas de produção, cultivo ou criação

As áreas próximas a estruturas ou áreas de produção, cultivo ou criação de EIs, especialmente quando localizadas em áreas importantes para a conservação da biodiversidade e zonas de amortecimento de UCs, tendem a ser invadidas primeiro em caso de escape de indivíduos. A existência de iniciativas de produção deve ser considerada como um critério adicional para indicar prioridades para monitoramento e controle, inclusive em áreas onde ocorra o comércio de espécies exóticas para fins ornamentais. Informações disponíveis em processos de licenças e cadastros devem ser aproveitadas como base para análise e verificação da ocorrência de EIs.

Dada a vasta distribuição de iniciativas de produção, cultivo ou criação com EIs no país, como a maricultura, estas áreas podem ser usadas para indicar, de duas formas, a necessidade de monitoramento: primeiro, pela inclusão, em processos de licenciamento ambiental, de atividades de monitoramento e controle contínuos; segundo, como critério adicional na escolha de áreas de relevância, como UCs ou áreas de ocorrência de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção.

1.3.5 Áreas onde é realizada a prática do mergulho recreativo

Equipamentos de mergulho podem funcionar como vetores para a introdução de espécies exóticas (Bax *et al.*, 2003). Sendo assim, áreas turísticas onde esse tipo de atividade é recorrente devem ser consideradas relevantes para monitoramento com fins de detecção precoce. O estabelecimento de parcerias com escolas e profissionais de mergulho pode ser de grande valia para prevenir a introdução de espécies exóticas decorrente da falta de conhecimento ou de cuidados com os equipamentos utilizados, assim como para a detecção precoce e a execução de ações de resposta e atividades de monitoramento.



Crepidula fornicata
©Isabel Eve

2 DETECÇÃO PRECOCE E RESPOSTA RÁPIDA PARA ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS

A estratégia de detecção precoce e resposta rápida é fundamental para maximizar as oportunidades de eliminação de invasões biológicas enquanto estão na fase inicial, não houve dispersão a áreas amplas, a reprodução ainda não ocorreu ou as espécies estão recém-estabelecidas. Essa etapa inicial representa as melhores oportunidades de erradicação de populações ou EEIs, com melhor custo-benefício em relação ao controle em longo prazo. Essa estratégia funciona de forma complementar a medidas preventivas estabelecidas para impedir a introdução de espécies, ou a sua chegada a um novo ambiente. Quando a prevenção não é eficiente, a detecção precoce é a melhor alternativa de manejo, pois maximiza as oportunidades de erradicação da espécie ou do foco de invasão em questão. A estratégia da detecção precoce parte da formação de uma ampla rede de vigilância e monitoramento para a identificação de novos focos, que notifica o órgão competente. A partir desse momento, são colocadas em prática ações de resposta rápida para erradicar, sempre que possível, os focos de invasão. As ações são seguidas de monitoramento para verificação de resultados, podendo ser necessárias novas ações de controle até que a erradicação seja atingida. Essa abordagem implica evitar que esses focos de invasão biológica se tornem problemas de grande magnitude que passam a gerar custos contínuos, seja porque causam prejuízos econômicos, uma vez que, ao crescerem, exigem controle continuado, seja porque impactam a diversidade biológica e os serviços ecossistêmicos.

2.1 FASE DE PREPARO

A estruturação do processo de detecção precoce e resposta rápida requer um período de preparo (Figura 1) que envolve ações concretas essenciais para que os programas possam operar, como:

- estruturação e desenvolvimento de um sistema para o recebimento de notificações, emissão de alertas e registro das ações executadas;
- identificação de áreas prioritárias em função da suscetibilidade à chegada de propágulos ou da importância para a conservação da diversidade biológica e de serviços ecossistêmicos;
- análise de vias e vetores de introdução e dispersão de espécies exóticas;
- formação continuada de pessoas envolvidas nos diversos âmbitos do programa;
- construção de redes para colaboração com as ações em curso;
- análise de lacunas legais e consequente elaboração de base legal necessária para a realização de ações práticas;
- elaboração de instrumentos de apoio, como listas de EEIs;

- estabelecimento de programas de vigilância ou monitoramento, seja pela inclusão de EEIs como alvo de programas já existentes, pela criação de rotinas, seja pela participação de cidadãos interessados em realizar detecções ocasionais. Essa abordagem potencializa a capacidade de detecção de focos de invasão biológica e maximiza as oportunidades de erradicação antes que possam causar danos significativos ou dispersar-se amplamente;
- definição de mecanismos de financiamento para as ações a serem realizadas.

Figura 1 – Diagrama da fase de preparo de programas de detecção precoce e resposta rápida



Fonte: Compilação do autor

2.2 ETAPAS DO PROCESSO DE DETECÇÃO PRECOCE E RESPOSTA RÁPIDA

Nesta subseção apresentamos uma explicação detalhada sobre cada uma das etapas do processo, como subsídio à interpretação das distintas possibilidades e à tomada de decisão necessárias à aplicação do Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida (Figura 2). Cada etapa está explicada de forma independente das demais, com vistas a facilitar a compreensão das pessoas responsáveis pela sua aplicação prática. Enquanto a primeira etapa do processo envolve o estabelecimento de ações de vigilância, monitoramento e estímulo à detecção ocasional, a aplicação do protocolo tem início com o recebimento de uma notificação de ocorrência pelo órgão competente.

Na sequência, apresentamos o detalhamento para a interpretação do Protocolo a fim de embasar a tomada de decisão e guiar as ações de resposta rápida. Essa descrição está organizada em etapas, da seguinte forma e em acordo com o referido Protocolo:

- Vigilância e monitoramento:** esta etapa é a chave para que a estratégia de detecção precoce e resposta rápida funcione. Pode partir de programas de monitoramento e

vigilância já existentes ou estabelecidos para esse fim, levantamentos da fauna e da flora relacionados a atividades de pesquisa ou de licenciamento ambiental, assim como de detecção ocasional. Deve envolver setores diversos e especialistas em conservação ambiental, taxonomia e gestão de áreas naturais, assim como cidadãos interessados em contribuir com o PNADPRR através de detecções ocasionais. Uma rede é gradativamente construída para abranger o território de interesse, iniciando por áreas definidas como prioritárias e expandindo para melhorar o alcance e a efetividade das ações. Os riscos ao desenvolvimento desta etapa se referem à falta de investimento na gestão do Programa Nacional, pois a articulação, a comunicação constante e a busca de colaboradores são essenciais para que o trabalho seja efetivo.

- b) **Notificação:** esta etapa indica as informações essenciais para análise da ocorrência informada. Para que as pessoas envolvidas no monitoramento possam notificar o órgão competente, é preciso implementar um sistema de fácil acesso e utilização que permita o envio e o recebimento de informações de forma imediata para viabilizar a execução de ações de resposta rápida. Os riscos envolvidos nesta etapa dizem respeito à falha no desenvolvimento desse sistema e à falta de conhecimento de potenciais usuários que, após a detecção, não realizam a notificação. Para assegurar que esse contato funcione, a comunicação contínua com as redes estabelecidas é essencial.
- c) **Identificação e triagem:** abrange o processo de identificação e a avaliação de risco rápida. Esta etapa fundamenta toda a ação posterior, pois a identificação do táxon é imprescindível para a tomada de decisão seguinte, ou seja, se o protocolo deve ser seguido ou encerrado, assim como para fundamentar as ações de resposta. Nem sempre será necessário identificar um táxon a nível específico, por exemplo se o gênero não ocorre no país e compreende EEIs, como *Tubastraea*. Nesta fase, há risco de que o táxon não seja identificado, o que pode impedir a execução de ações subsequentes.
- d) **Alerta:** trata-se da emissão de aviso a instituições e pessoas interessadas ou que devem ser envolvidas nas ações de resposta. A partir deste momento tem início o processo de definição da resposta rápida à notificação do foco de invasão. Esta etapa inclui a mobilização de instituições e pessoas das redes vinculadas para cooperar no processo de tomada de decisão e execução das ações. Há risco de que as instituições e pessoas não tenham condições de contribuir, por motivos diversos. Como cada nova tentativa de buscar apoio toma tempo e reduz a velocidade de resposta, a comunicação contínua é fundamental para que as ações de fato possam ser desencadeadas com rapidez.
- e) **Vistoria e erradicação imediata:** esta etapa se refere à vistoria em campo para obtenção de mais detalhes sobre o foco de invasão, incluindo orientação para a delimitação da invasão e a execução de ações de erradicação imediata, sempre que factível, e indicações para a avaliação de eficácia das ações de resposta. A vistoria é importante para fundamentar o planejamento das ações de resposta e para evitar que qualquer oportunidade de realizar uma ação imediata, em situações de baixa complexidade, não seja perdida ou deixada para depois. Há risco de que o táxon não seja encontrado na vistoria de campo, o que pode impedir a execução de ações subsequentes.

- f) **Avaliação de risco:** as avaliações de risco visam corroborar a necessidade de realizar intervenções de controle, partindo de uma versão simplificada que apenas verifica a existência de histórico de invasão para o táxon, usado como preditor da capacidade de invasão, até uma avaliação completa que, demandando mais tempo e especialização, somente é realizada na falta de alternativas. Também são considerados a opinião de especialistas nesse processo e fatores complementares como histórico de invasão por outras espécies do gênero. Os riscos inerentes envolvem demoras no processo até identificar pessoa habilitada para conduzir avaliações de risco completas, assim como a possibilidade de avaliações resultarem inválidas por falta de dados sobre o táxon em questão.
- g) **Planos de resposta rápida:** esta etapa inclui a estrutura dos planos a serem elaborados e a análise de viabilidade de execução das ações, assim como a possibilidade de utilizar planos de contingência já existentes. Os planos devem ser objetivos, concisos e passíveis de elaboração rapidamente após a identificação do táxon e a análise da situação, contemplando materiais, ferramentas, pessoal, deslocamento e custos envolvidos. Aqui pode haver risco de demora para a elaboração do plano por falta de experiência ou conhecimento, assim como da estruturação de um plano inexecutável. Nesse caso, será preciso revisar o plano e, possivelmente, buscar parcerias para sua execução, gerando risco de demora no processo.
- h) **Execução de ações de resposta:** provê orientação sobre métodos de controle utilizados para os distintos grupos biológicos. Uma vez aprovado o plano e comprovada sua viabilidade, a execução deve ocorrer no menor tempo possível. O maior risco envolvido é a possibilidade de haver condições perigosas para as pessoas responsáveis pela execução, em função da área de ocorrência ou de condições ambientais, o que deve ser considerado cuidadosamente no desenho de cada plano a fim de evitar a necessidade de retroceder para a etapa de planejamento.
- i) **Monitoramento e repasse:** contempla a necessidade de monitoramento e verificação de resultados após as ações de resposta, incluindo a avaliação de eficácia, nos moldes da etapa de vistoria e erradicação imediata. Esta etapa é essencial para assegurar a eficácia da estratégia de detecção precoce e resposta rápida, pois uma intervenção única costuma não ser suficiente para se chegar à erradicação de uma espécie. Quando isso se mostra possível, de modo geral o foco de invasão terá sido eliminado já na etapa da vistoria de campo. Os riscos inerentes a esta etapa estão na dificuldade de estabelecer processos de monitoramento em áreas isoladas ou onde não existem instituições ou pessoas que possam colaborar no processo, seja por falta de recursos, de interesse ou de capacidade técnica. O risco de não manter um processo de monitoramento está em perder o investimento realizado no controle, pois, se o foco de invasão se mantiver ou se recuperar, volta-se ao estágio inicial.

Estão indicadas no Apêndice 2 diversas fontes de informação e contatos de especialistas para apoio ao longo do processo de detecção precoce e resposta rápida.

2.2.1 Vigilância e monitoramento

A primeira etapa do Protocolo contempla o estabelecimento de programas de vigilância e de monitoramento, assim como a inclusão de EEIs como alvos em programas já existentes e a detecção ocasional. Essas são as estratégias de base para o funcionamento dos programas de detecção precoce e resposta rápida, essenciais para maximizar as oportunidades de identificar e eliminar focos iniciais de invasão. Ações de monitoramento costumam ser realizadas para espécies ou áreas específicas, por alguma questão ambiental em atividades de pesquisa, remediação, restauração ou ligadas a processos de licenciamento ambiental. Podem também ter foco em vias/vetores de introdução e dispersão de espécies exóticas com o objetivo de prevenir a expansão de processos de invasão biológica. Essa estratégia visa identificar a origem das fontes de propágulos para estancar o processo de invasão continuada através de medidas complementares de gestão e manejo.

Atividades de monitoramento são caracterizadas por uma série de observações, regulares ou não, ao longo do tempo, realizadas para mostrar o quanto se ajustam ou se desviam de um padrão esperado (McGeoch; Squires, 2015). São frequentemente realizadas por pesquisadores, inclusive a partir de levantamentos da fauna e da flora, e por instituições públicas e não governamentais ligadas ao meio ambiente, podendo também ser feitas pela sociedade civil, como mergulhadores autônomos, pescadores e outros atores que contribuem no processo em função da natureza das atividades profissionais ou de lazer que executam. A formação de parcerias amplia a capacidade de monitoramento e as oportunidades de detecção de espécies exóticas na fase inicial de invasão, maximizando as chances de serem erradicadas.

Procedimentos de vigilância, por sua vez, são processos oficiais de registro de dados com base em levantamentos, monitoramento e outras ações. São dirigidos a situações mais específicas, por exemplo em áreas de risco particularmente alto de introdução de espécies e áreas onde a introdução, estabelecimento ou invasão são mais frequentes do que em outras, ou a espécies em particular que são reconhecidas como de alto risco. A vigilância ativa pode ser cara, porém gera identificação e dados confiáveis. Já a vigilância passiva depende de detecção ocasional e notificação por pessoas não diretamente envolvidas no processo (McGeoch; Squires, 2015).

O estabelecimento de programas de monitoramento e vigilância requer a definição da área de abrangência com base na suscetibilidade de ocorrência de uma espécie-alvo ou de EEIs em geral. Se houver uma espécie-alvo, os ambientes a serem observados podem ser melhor definidos, pois é preciso considerar a forma e o estágio de vida do táxon em questão; caso negativo, é importante que os métodos escolhidos cubram a diversidade de microambientes existentes ao máximo possível. A periodicidade de observação é definida com base na biologia da espécie, caso haja uma espécie-alvo; não havendo, pode ser definida com base nas estações do ano ou no tempo mínimo de reprodução de espécies que podem ocorrer. Essa definição depende também de fatores externos, como recursos para deslocamento e disponibilidade de pessoal, devendo ser ajustada em cada situação.

O apoio de pessoas externas no âmbito da ciência cidadã, de profissionais que exercem atividades em locais de interesse, ou de voluntários convocados para ações coordenadas

é uma alternativa importante a ser considerada. Para tanto, pode ser necessário produzir materiais de referência sobre espécies que podem ocorrer na região por tipo de ambiente.

A definição de métodos precisa ser realizada com base no contexto local, tanto em função da espécie e do ambiente, como pelos mesmos fatores externos já citados. O objetivo é sempre maximizar as oportunidades de detecção precoce e de erradicação dos focos iniciais de invasão biológica. Também é preciso definir a forma de notificação das ocorrências e o conteúdo mínimo a ser fornecido, assim como as pessoas responsáveis pelo recebimento das notificações e providências consequentes. A formação de pessoas envolvidas nas atividades, seja para o monitoramento apenas, seja preferencialmente também para ações de controle e erradicação, é fundamental para que sejam alcançados os resultados desejados.

A vigilância e o monitoramento ativos referem-se a atividades especificamente voltadas à detecção de EEIs, enquanto o monitoramento passivo implica a inclusão de observações sobre EEIs em atividades com outros objetivos. Adicionalmente, pode haver detecção ocasional, ou seja, independentemente de qualquer programa existente ou formalidade, pessoas interessadas podem observar a presença de espécies exóticas durante atividades diversas, inclusive de lazer.

Na sequência, estão indicadas técnicas tanto para a vigilância quanto para monitoramento com fins de detecção precoce de EEIs, conforme os grupos biológicos tratados neste manual.

2.2.1.1 Tipos de vigilância e monitoramento

Vigilância e monitoramento passivos

A vigilância e o monitoramento passivos são caracterizados pela observação e notificação de espécies exóticas com potencial invasor feitas por programas ou atividades que têm outro foco principal. Por exemplo, pessoas que realizam o acompanhamento de projetos de restauração ambiental podem reportar a ocorrência de espécies exóticas se tiverem informação acerca de quais espécies podem ocorrer na região. Da mesma forma, levantamentos realizados no âmbito de projetos de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) podem informar a ocorrência de espécies exóticas, quando encontradas.

Para tanto, devem ser buscadas alianças com instituições de ensino, pesquisa e extensão rural, e com programas já existentes em áreas naturais. No processo de estabelecimento de parcerias com programas de monitoramento que têm outros objetivos, é importante que as pessoas envolvidas recebam formação com enfoque em EEIs com probabilidade de ocorrência na região em questão, em técnicas e equipamentos a serem utilizados, assim como em um processo predefinido para informação de ocorrências detectadas. A produção de materiais informativos e de listas regionais de espécies, assim como o uso de listas estaduais oficiais são importantes para subsidiar essas atividades.

A vigilância e o monitoramento passivos contemplam também a detecção ocasional, seja por parte de profissionais da área ambiental e afins, seja por cidadãos interessados na conservação ambiental e informados sobre como realizar uma notificação de ocorrência. Este modo

é importante para não limitar a detecção a programas formais e permitir que a observação ocasional de EEs também seja considerada, ampliando a capacidade do programa.

Vigilância e monitoramento ativos

Programas de vigilância e monitoramento ativos devem ser desenvolvidos para áreas definidas como relevantes no âmbito de programas de detecção precoce e resposta rápida. Eles são chave para a proteção da diversidade biológica no país em UCs, por exemplo. Em pontos de entrada no país, portos e aeroportos, a interceptação de bagagens e cargas é essencial para reduzir a pressão de introdução de espécies no país por vias ilegais e não intencionais. Nesses pontos onde a prevenção é chave, a vigilância precisa incluir a preocupação com a entrada de espécies que possam impactar a diversidade biológica. Áreas adjacentes a pontos de entrada também devem ser consideradas para detecção precoce quando houver possibilidade de escape ou soltura.

A avaliação de vias/vetores de introdução e dispersão de EEs no contexto em questão é importante para fundamentar as estratégias de prevenção, detecção precoce, erradicação e controle necessários, especialmente a fim de evitar esforços repetidos sobre focos de invasão recorrentes que continuamente se estabelecem a partir de fontes de propágulos localizadas fora da área sob manejo. O conhecimento das principais vias/vetores em áreas de fronteira, por exemplo, é chave para otimizar a vigilância e a inspeção de bagagens e cargas, seja em função da área de origem, cujas condições climáticas e ambientais favorecem o estabelecimento de espécies no país, seja em função de espécies que são frequentemente trazidas por passageiros ou que chegam como contaminantes em cargas e mercadorias (Faulkner *et al.*, 2016; Essl *et al.*, 2015). Em áreas naturais como UCs, a compreensão das vias/vetores de chegada de propágulos ou de indivíduos permite traçar estratégias de controle que incluam a área de origem, através tanto do uso de legislação vigente quanto de cooperação direta para estancar o processo de dispersão. De forma complementar, esse reconhecimento facilita a identificação de áreas de maior suscetibilidade à invasão ou ao estabelecimento inicial de novos focos, como trilhas, caminhos e estradas que cortam essas áreas, pontos de visita ou de atividades de lazer onde as pessoas deixam resíduos orgânicos ou entram com materiais contaminados, como sementes aderidas ao solado dos calçados de caminhada.

Em outras instâncias, como a vigilância de fronteiras, a seleção de mercadorias, bagagens e pessoas fundamentada numa análise de vias/vetores de introdução relevantes permite otimizar os esforços de inspeção com base nas áreas de origem dos viajantes e produtos. Essa abordagem deve incluir o comércio via internet, em função da facilidade de envio por correio de organismos como algas e pequenos peixes que entram no país sem autorização do IBAMA.

2.2.1.2 Métodos de vigilância e monitoramento

Nesta subseção indicamos métodos e técnicas de monitoramento utilizados para os grupos biológicos contemplados neste manual. Esses métodos foram compilados a partir de referências bibliográficas, experiência profissional e documentos recomendados pela CDB, sen-

do dirigidos a espécies nativas e exóticas de diversos grupos biológicos para fins de pesquisa científica, restauração de áreas degradadas e processos de licenciamento ambiental. Trata-se, portanto, de uma abordagem ampla sobre métodos em uso, sem indicação específica, pois a escolha do método mais adequado a cada situação depende de cada caso e de análise técnica específica. É importante também atentar para novas alternativas que possam surgir em função de novas tecnologias disponíveis e outras inovações.

Os métodos devem ser definidos especificamente para suprir os objetivos do programa de monitoramento ou vigilância, como, por exemplo, realizar inventários em campo visando a detecção precoce de EEIs. Os métodos devem ser claros e passíveis de repetição, portanto documentados em detalhes, guardados e acessíveis a quem quiser aplicá-los no mesmo ou em outros locais. A escolha de métodos deve também otimizar o custo-benefício e a eficácia de levantamentos de EEIs através da seleção de arranjos espaciais adequados, intensidade amostral e marcação de parcelas permanentes em vez de aleatórias para áreas prioritárias (McGeoch; Squires, 2015).

É importante destacarmos a relevância de estabelecer parcerias, acordos e cooperação com profissionais, especialistas e voluntários que possam ajudar a realizar ações de vigilância e monitoramento após a devida orientação, sempre que possível com apoio para deslocamento, equipamentos e materiais necessários para assegurar a qualidade dos dados coletados. Ainda que, para atividades de campo, a cooperação seja limitada em termos das instituições e profissionais que atuam em áreas próximas, o estabelecimento de redes mais amplas para apoio à identificação de espécies, por exemplo, é factível e desejável em âmbito nacional ou regional, desde que a gestão seja centralizada para a distribuição das demandas.

O envolvimento de instituições diversas e o treinamento ou formação técnica das pessoas envolvidas são chave para ampliar a abrangência desses esforços e aumentar as oportunidades de detecção precoce. Ressaltamos que, para a aplicação de métodos que requeiram a coleta de organismos, é necessário obter prévia autorização dos órgãos competentes.

Monitoramento de macroalgas

Os métodos apresentados a seguir são apropriados para o monitoramento de macroalgas. Todavia, outros organismos associados podem ser observados ou coletados juntamente com algas nas amostras.

Fotoquadrados

Este método foi utilizado para o monitoramento de organismos bentônicos de substrato consolidado (Puga *et al.*, 2019), mas também pode ser usado para o monitoramento de macroalgas.

Para tirar as fotos do substrato, pode-se usar uma câmera digital (de qualidade satisfatória e que possa ser encontrada em publicações atuais) acoplada a uma estrutura quadrada de PVC com área de 900 cm², que deve ser colocada perpendicularmente ao local de amostragem a uma distância fixa de 60 cm. Recomenda-se a captura de cinco imagens utilizando fotoquadrados, de forma aleatória, em um transecto horizontal de 10 m na zona intermediária entre marés do substrato consolidado. Em laboratório, as fotos são analisadas em um software, que no

caso desse trabalho foi o Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) 4.1 (Kohler; Gill, 2006), que deve ser atualizado ou substituído por programas mais recentes à medida que estiverem disponíveis. Nas imagens são randomizados 50 pontos para identificar os organismos e estimar a porcentagem de cobertura das espécies em cada quadrado.

O monitoramento deve ser realizado uma vez em cada estação do ano, mas a frequência e a época precisam ser ajustadas ao grupo biológico ou mesmo à espécie. O tipo de estrutura e equipamento também pode variar conforme o que estiver disponível (Puga *et al.*, 2019).

Coleta

A coleta de organismos marinhos é um método destrutivo em maior ou menor proporção. Sendo assim, só deve ser utilizado caso não haja alternativas; mesmo assim, devem ser levados em consideração o nível de impacto que poderá ser causado e a viabilidade de recuperação da área e da comunidade biológica.

De Paula *et al.* (2020) realizaram coletas de pequenas quantidades de todas as macroalgas presentes nos locais de amostragem, com posterior identificação e registro em laboratório. Esse método permite identificar a chegada de uma alga exótica a uma área sob monitoramento.

Monitoramento de bentos de substrato consolidado

De maneira geral, os objetivos dos métodos demonstrados aqui são o monitoramento de invertebrados incrustantes em substrato consolidado natural ou artificial. Entretanto, alguns invertebrados de vida livre, como poliquetas, também podem ser observados nas amostras realizadas.

Fotoquadrados (não destrutivo)

Este método pode servir para invertebrados incrustantes ou macroalgas. Para tirar as fotos do substrato, pode-se usar uma câmera digital de qualidade satisfatória acoplada a uma estrutura quadrada de PVC com área de 900 cm², que deve ser colocada perpendicularmente ao local de amostragem a uma distância fixa de 60 cm. Recomenda-se a captura de cinco imagens utilizando fotoquadrados, de forma aleatória, em um transecto horizontal de 10 m na zona intermediária entremarés do substrato consolidado. Em laboratório, as fotos são analisadas através de um software, no caso desse trabalho, o Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) 4.1 (Kohler; Gill, 2006), que deve ser atualizado ou substituído por programas mais recentes à medida que estiverem disponíveis. Nas imagens são randomizados 50 pontos para identificar os organismos e estimar a porcentagem de cobertura das espécies em cada quadrado.

O monitoramento deve ser realizado uma vez em cada estação do ano, mas a frequência e a época precisam ser ajustadas ao grupo biológico ou mesmo à espécie. O tipo de estrutura e equipamento também pode variar conforme o que estiver disponível (Puga *et al.*, 2019).

Raspagem

A raspagem é um método extremamente destrutivo que somente deve ser usado caso não seja possível atingir os resultados esperados através de fotografias, pois espécies nativas também são removidas no processo. É preciso considerar que espécies nativas podem ser

raspadas junto com as exóticas e analisar os impactos potenciais, assim como a viabilidade de recuperação das populações.

Em cada local de amostragem devem ser realizadas pelo menos quatro réplicas, sendo que um quadrado de alumínio (10 x 10 cm) é colocado no substrato e o que estiver incrustado na parte interna deve ser raspado (Gallucci *et al.*, 2020). Em laboratório, após serem fixadas em formol a 10%, as amostras passam por duas peneiras, uma com malha de 500 µm e outra posicionada abaixo da primeira com 45 µm para reter a macrofauna e a meiofauna, respectivamente. Em seguida, as amostras devem ser conservadas em formol a 4% e coloridas com rosa de bengala. A meiofauna é extraída através de flotação com Ludox TM 50 (densidade 1.18). Tanto a macrofauna como a meiofauna devem ser identificadas e contadas.

Monitoramento de bentos de substrato não consolidado

Neste tópico são abordados dois métodos para o monitoramento de invertebrados de vida livre.

Macrobentos intersticiais

Tratando-se de um método destrutivo, é importante analisar o potencial impacto sobre espécies nativas na área onde deve ser aplicado, de forma a avaliar a capacidade de recuperação das populações de espécies nativas e também do meio físico.

Deverão ser coletadas pelo menos cinco réplicas por estação de amostragem usando-se uma draga para coleta de areia e dos organismos ali alojados (por exemplo, van Veen modelo LMG). Em campo, as amostras serão passadas por um saco de malha de 0,5 mm de espessura e serão preservadas em formol a 4%. Em laboratório, as amostras são lavadas em água corrente dentro de uma bateria de crivos de 1 e 0,5 mm. Em seguida, os organismos devem ser triados e guardados em etanol a 70%. Os organismos coletados são contados e identificados até o nível de espécie, quando possível. Alguns invertebrados incrustantes também podem ser amostrados nesse método, como, por exemplo, briozoários incrustados no sedimento amostrado.

O método acima foi utilizado para o monitoramento de macroinvertebrados bentônicos (Couto *et al.*, 2010). Sendo assim, o tipo de draga e a área que cobre podem ser diferentes, dependendo do equipamento disponível.

Arrasto

O arrasto é muito impactante para o meio marinho, pois causa distúrbios no substrato e remove espécies nativas. Assim, antes de optar por este método, deve-se analisar a relação entre os benefícios e os danos que tendem a ser causados. Da mesma forma que no método de dragagem descrito acima, é preciso avaliar a capacidade de recuperação de populações de espécies nativas e também do meio físico. Este método foi utilizado para monitoramento do camarão *Rimapenaeus constrictus* na Baía de Guanabara, RJ (Souza; Lavrado, 2017).

Em cada amostragem são feitos três arrastos de 30 minutos em cada área de estudo. Deve ser utilizada uma rede única com uma malha de 20 mm. Após a coleta, todos os crustáceos são preservados em gelo para posterior análise. O tipo de embarcação de pesca utilizada e o tamanho da rede podem variar conforme a disponibilidade do equipamento em cada caso e o tipo da espécie-alvo.

Neste caso específico, foram realizados arrastos mensais, mas a frequência vai depender do táxon, dos objetivos e do ambiente em questão.

Plâncton

Coleta

Para a coleta de nanoplâncton (2-20 μm) e microplâncton (20-200 μm) são usadas garrafas Niskin (2 L) (pelo menos três réplicas) na superfície (1 m) e no fundo. As amostras são preservadas em uma solução de Lugol acidificada a 2%. Para o mesoplâncton (< 200 μm), são utilizadas redes para amostragem de plâncton com malha de 200 μm . A amostra deve ser conservada em formol a 4% e tamponada com tetraborato de sódio. Os organismos são identificados em laboratório (Valentin *et al.*, 2021).

Peixes

Censo visual

Rodrigues-Barreto *et al.* (2017) apresentam um método de observação de peixes através de censo visual na Praia Vermelha, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

Os mergulhadores, equipados com *snorkel*, devem percorrer transectos de 5 m ao longo do costão rochoso em profundidades de 2 a 5 m. Os peixes que estiverem até 1 m de distância (dos dois lados) do transecto são identificados até o menor nível hierárquico possível. A abundância e o tamanho das espécies observadas são estimados e anotados em uma placa de PVC.

Arrasto

O arrasto é muito impactante para o meio marinho, pois causa distúrbios no substrato e remove espécies nativas. Assim, antes de optar por este método, deve-se analisar a relação entre os benefícios e os danos que tendem a ser causados. É importante também verificar a presença de espécies ameaçadas na região onde será realizado o arrasto.

Em cada área de amostragem devem ser realizados de 2 a 4 arrastos durante o dia, a uma velocidade constante de 2,8-3,7 km/h^{-1} (1,5-2,0 nós) por 30 minutos, usando um barco típico de pesca artesanal. As coordenadas de cada arrasto são registradas. A rede de arrasto utilizada no estudo tem 7 m de comprimento e 18 m de corda. O saco no final da rede deve ter uma malha de 18 mm. Todos os peixes devem ser contados, identificados e medidos.

O tipo de embarcação e de equipamento pode variar consoante a disponibilidade em cada caso. Este método foi utilizado na Baía de Guanabara (Silva Jr. *et al.*, 2016).

DNA Ambiental

Avanços na tecnologia de sequenciamento de DNA têm permitido uma nova forma de monitoramento dos oceanos. Todos os organismos vivos contêm DNA e deixam vestígios no meio ambiente (Kelly *et al.*, 2014) na forma de pedaços de pele, muco, saliva, esperma, secreções, ovos, sangue, urina etc. (Bohmann *et al.*, 2014). Sendo assim, amostras de materiais genéticos estão presentes no plâncton e são coletadas através de técnicas de biologia molecular, permitindo a identificação das espécies presentes no meio. Com isso, o monitoramento de áreas de relevância torna possível detectar a presença de EEIs. A periodicidade do monitoramento depende do tipo de organismo e da exposição do ambiente em questão à chegada

de propágulos, assim como da viabilidade de acesso e possibilidade de realizar coletas e processamento do material. Recomenda-se buscar apoio de especialistas para melhor definir a periodicidade caso a caso, já que uma generalização pode não conduzir a bons resultados.

2.3 INTERPRETAÇÃO DO PROTOCOLO GERAL

Nesta subseção apresentamos o detalhamento das etapas previstas na estratégia de detecção precoce e resposta rápida. As fases anteriores à emissão de notificações às autoridades competentes, que envolvem o planejamento e a estruturação de programas de detecção precoce e resposta rápida, assim como o estabelecimento de programas e parcerias para monitoramento e vigilância, não estão representadas no fluxograma que descreve a sequência de etapas de detecção precoce e resposta rápida (Figura 2). O processo executivo tem início, portanto, com o recebimento de notificações sobre a ocorrência de espécies, que desencadeiam as ações de análise e resposta.

A Figura 2, referente ao Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida, guia o processo de tomada de decisão e execução de ações de resposta rápida. As etapas do Protocolo, identificadas na figura por uma numeração, são explicadas abaixo em detalhes. Elas estão indicadas pela letra P, referente a “protocolo”, junto com o número do quadro correspondente na Figura 2 (P1, P2 etc.). É importante ressaltar que a numeração das etapas marcada nos quadros do Protocolo não é sequencial, pois ao longo do processo há diferentes caminhos a serem seguidos, conforme a situação e as decisões tomadas. A numeração tem por objetivo apenas referenciar as explicações providas na descrição a seguir. Quando as etapas do Protocolo são equivalentes (por exemplo, etapa 6 = encerramento), elas recebem a mesma numeração e são explicadas uma única vez na sequência do texto, apesar de estarem presentes mais de uma vez no Protocolo, compreendendo, portanto, as diversas possibilidades conforme o caminho seguido no processo de tomada de decisão. A fim de facilitar a compreensão do processo, a seguir são explicadas as etapas do Protocolo que caracterizam as alternativas possíveis.

2.3.1 Notificação

A notificação configura a primeira etapa do Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida (Figura 2). Uma possibilidade é utilizar o SIMAF, gerenciado pelo IBAMA (<https://simaf.ibama.gov.br/>) para envio de registros à Autoridade Nacional. Trata-se de um sistema digital que foi ampliado no ano de 2021 para receber registros de ocorrência de EEIs, iniciando com o javali (*Sus scrofa*), o cervo-axis (*Axis axis*), o coral-sol (*Tubastraea* spp.) e o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), assim como outras ocorrentes no país.

P1 – Notificação. Indica a comunicação da detecção de um táxon e/ou foco de invasão biológica ao órgão competente pelos meios digitais e outros meios disponíveis, inclusive presencialmente. Quanto mais completo e detalhado o preenchimento do formulário de envio de informações pela pessoa que fez a observação em campo, mais fácil será a tomada de decisão pelos órgãos responsáveis para a execução da resposta rápida e menores serão as chances de dispersão do organismo. Os campos de informação

Tabela 1 – Campos recomendados para o registro de notificações de ocorrência de espécies exóticas

DADOS PARA ENVIO DE NOTIFICAÇÃO AO ÓRGÃO COMPETENTE	
Nome do campo	Tipo de campo / orientação de preenchimento
Nome do observador	Obrigatório; inserir nome completo
Profissão	Obrigatório
Telefone	Obrigatório, formato (DD) xxxxx-yyyy
Correio eletrônico	Opcional
Data da observação	Obrigatório, formato dd/mm/aaaa
Hora da observação	Obrigatório, formato hh:mm (horas e minutos)
Ambiente	Obrigatório: exemplos: recife de coral, manguezal, costão rochoso, naufrágio etc.
Organismo observado	Opcional: peixe, ostra, mexilhão, poliqueta, caranguejo, coral, anêmona, alga, crustáceo, cnidário, briozoário, molusco, tunicado, ouriço, estrela-do-mar, ascídia, esponja, invertebrado, vertebrado, incrustante, hidrozoário, lagosta, craca,
Nome popular (lista de nomes populares)	Opcional; Nomes populares + opção Outra a preencher
Espécie observada (lista de nomes científicos)	Opcional; Nomes científicos + opção Outra a preencher
Número de indivíduos observados	Opcional; Indicação aproximada
Área de cobertura (plantas) em m² ou hectares	Opcional; Indicação aproximada
Referência do local para facilitar a verificação	Obrigatório; incluir exemplos, como “Porto de Santos”, “Ilha Grande” etc.
Descrição do local e da invasão e indicação de evidências de impacto se houver	Opcional, mas desejável
Coordenadas geográficas (indicar o sistema utilizado: UTM, graus, minutos e segundos, graus decimais)	Opcional; explicar que, se a pessoa mandar foto tirada com o telefone celular com o GPS ligado, as coordenadas são enviadas automaticamente
Houve coleta ou eliminação de exemplares?	Obrigatório; resposta sim/não
Se houve coleta, quantos exemplares?	Opcional; Número de exemplares coletados
Se houve coleta, onde estão os exemplares?	Opcional
Os indivíduos da espécie encontrados foram eliminados?	Opcional
A espécie tem histórico de invasão em algum lugar do mundo?	Opcional, mas desejável, em especial se a fonte tem formação técnica e pode fazer essa indicação
Comentários adicionais	Opcional
Imagens	Opcional, mas desejável: anexar imagens, instruir para que a pessoa tire fotografia(s) usando o telefone celular com o GPS ligado para que as coordenadas sejam automaticamente enviadas. Se possível, utilizar para a foto uma barra de escala, uma caneta ou outra referência de tamanho.

Fonte: Compilação do autor

2.3.2 Identificação e triagem

Esta etapa se refere aos quadros 2 a 9 do Protocolo (Figura 2). A notificação enviada ao órgão competente ou ponto focal designado é analisada, inicialmente para identificar o táxon detectado. A identificação é fundamental para a tomada de decisão nas etapas subsequentes. Ainda que a identificação ao nível específico nem sempre seja necessária, especialmente no caso de gêneros ou famílias que não ocorrem naturalmente no país, ela deve ao menos assegurar que não haja confusão com espécies nativas. É importante que contenha as informações necessárias para que se dê prosseguimento à identificação da espécie exótica detectada, caso não tenha sido identificada no momento da observação em campo, como fotografias, assim como a localização e a descrição do local para embasar a vistoria de campo (**P11**). A identificação correta do organismo detectado é imprescindível, visto que algumas espécies exóticas podem ser parecidas com espécies nativas e podem ser confundidas na hora da resposta rápida.

P2 – Análise das informações recebidas na notificação. O principal objetivo nesta etapa é verificar se a notificação inclui a identificação do táxon, dados suficientes sobre o local da ocorrência, o foco de invasão e dados sobre o observador. O resultado da análise leva a dois caminhos no Protocolo, que vai depender se o táxon está ou não identificado. Se o táxon não foi identificado, segue-se para **P3**; se foi identificado, segue-se para **P7**.

P3 – Necessidade de identificação. Ocorre quando o resultado da análise das informações recebidas na notificação não inclui a identificação do táxon, ou a identificação não parece correta, ou há incerteza. Pode não haver imagens, ou as imagens e informações recebidas não permitem que o táxon seja identificado diretamente, ou uma verificação em campo é necessária para a complementação das informações recebidas. Depois, seguir para o **P4**.

2.3.2.1 Processo de identificação

Caso a espécie possivelmente exótica não tenha sido identificada no momento da detecção pelo observador, nesta etapa procura-se realizar a identificação, solicitando o auxílio de taxonomistas que sejam especialistas no grupo de organismos em questão.

P4 – Identificação do táxon. Nesta etapa, deverão ser esgotadas as possibilidades disponíveis para identificar o táxon, que incluem o contato com a pessoa que emitiu a notificação, consultas a colaboradores locais ou residentes, consultas a especialistas cadastrados no PNADPRR, ou que trabalham no local da ocorrência, com envio de imagens recebidas na notificação, consulta a fontes bibliográficas e trabalhos técnicos realizados na área de ocorrência e, caso estes sejam insuficientes, solicitação a uma pessoa responsável que realize uma verificação em campo sob orientação do órgão competente, pessoa ou instituição encarregada de coordenar o processo de resposta rápida.

A coleta de material biológico e/ou de registros fotográficos é importante para viabilizar a identificação. A pessoa responsável pela verificação em campo pode ser orientada pelo órgão competente a enviar o material biológico coletado diretamente a taxonomistas vinculados ao programa no Brasil ou em outros países a fim de agilizar a identificação do táxon ao nível necessário e dar sequência ao Protocolo. Se, após esgotadas as possibilidades, o táxon não tiver sido identificado, seguir para **P5**. Se foi identificado, seguir para **P7**.

P5 – Táxon não identificado. Esgotadas todas as possibilidades, conclui-se que a identificação do táxon não é viável. Nesses casos, será importante tentar estabelecer parcerias locais a fim de manter algum nível de monitoramento, ativo ou passivo, no local da ocorrência, na expectativa de que o táxon possa ser observado. Se isso ocorrer, dá-se início novamente ao Protocolo com uma nova notificação de ocorrência. Sendo assim, segue-se para o **P6**.

P6 – Encerramento. As ações anteriores levam ao encerramento do Protocolo. Isso pode ocorrer nas seguintes situações: (a) não foi possível identificar o táxon; (b) o táxon não é exótico à área de ocorrência; (c) o táxon não tem histórico de invasão; (d) a invasão reportada é extensa, ou seja, passou do estágio inicial e já não se encaixa no âmbito da detecção precoce e resposta rápida; (e) a análise de risco do táxon indica risco moderado ou a análise é inválida; (f) o foco de invasão é erradicado. Para algumas dessas situações, o monitoramento em busca de nova observação de ocorrência (a) ou para verificação de mudança de status da presença de espécies exóticas (c, e) é desejável.

P7 – Táxon identificado. A identificação do táxon faz parte das informações recebidas na notificação, ou ocorre após um processo de verificação e complementação de informações que identifica o táxon com sucesso. Se a identificação é feita por participantes da Rede de Colaboradores, deve-se também indicar o grupo de organismos a que o táxon pertence, para facilitar a tomada de decisão na sequência do Protocolo e, especialmente, para facilitar a busca de alternativas de controle e monitoramento. Segue-se para **P8**.

P8 – O táxon é exótico? Realiza-se a verificação da área de distribuição natural do táxon em comparação com a área de ocorrência. Se o táxon não é exótico ao local de ocorrência, o Protocolo é encerrado (**P6**). Se o táxon é exótico ao local de ocorrência, segue-se para **P9**.

2.3.2.2 Avaliação de risco rápida

A avaliação de risco é basicamente um questionário que visa verificar o potencial de invasão por uma espécie exótica. Trata-se de uma ferramenta importante para separar espécies exóticas cujo risco de invasão é baixo, de espécies que, sendo de alto risco, demandam intervenções imediatas. As avaliações podem também subsidiar a tomada de decisão em áreas complementares, por exemplo, ao corroborar a definição de prioridades para gestão e manejo. Nesses casos, o uso de avaliações já existentes é importante, dado que a realização de avaliações de risco completas é trabalhosa, requer apoio de pessoas com maior

nível de especialização, implica revisões bibliográficas extensas e torna-se onerosa quando é necessário contemplar diversas espécies. Além disso, pode ocorrer que não haja informação suficiente sobre espécies pouco estudadas para concluir a avaliação, que resulta inválida, ou que o resultado seja de risco moderado, o que cria certo grau de incerteza sobre as ações a serem desencadeadas, já que a espécie pode tender a um nível de risco mais alto ou mais baixo em função, especialmente, de condições ambientais locais.

A fim de evitar demora na tomada de decisão, no Protocolo essa ferramenta foi incluída em duas etapas distintas. Nesta etapa de identificação e triagem, realiza-se uma verificação rápida com base no principal preditor de invasão biológica, o histórico de invasão pela espécie em outros locais (**P9**). Essa avaliação precisa levar em conta a distribuição global da espécie: espécies com ampla distribuição geográfica com nenhum ou escassos registros de invasão tendem a se comportar como invasoras apenas sob condições ambientais particulares; por outro lado, espécies com consistente histórico de invasão nos locais onde foram introduzidas tendem a apresentar risco alto. Os protocolos de avaliação de risco completos consideram indicadores de risco com base na ecologia e na biologia das espécies, no histórico de invasão para a área geográfica ou condições climáticas do local de introdução, no potencial de impacto ambiental, econômico e social, na facilidade de estabelecimento e dispersão e na viabilidade de manejo.

A etapa **P23** apresenta todos os detalhes do processo completo de avaliação de risco.

P9 – O táxon tem registro de invasão? Esta etapa é muito importante no seguimento do Protocolo, pois separa os táxons de acordo com a probabilidade de estabelecimento e invasão. A capacidade de atender toda e qualquer notificação de ocorrência tende a ser limitada se o volume for significativo e crescer ao longo do tempo. A aplicação desta pergunta neste ponto do Protocolo visa assegurar que a execução de ações de resposta tenha foco em táxons que de fato apresentam risco de invasão biológica, ou seja, que já têm histórico de invasão em algum lugar do mundo. Nesses casos, é possível que o táxon já conste em listas oficiais de EEIs – seja de espécies presentes, seja daquelas com risco iminente de introdução – ou em bases de dados nacionais ou globais (Tabela 2), o que facilita a tomada de decisão e indica a necessidade e a urgência do controle. Informações sobre antecedentes de invasão podem também ser buscadas em artigos técnicos e científicos utilizados especialmente na avaliação de risco completa. Esta etapa **P9** representa uma avaliação de risco rápida, pois se fundamenta no preditor de maior eficácia para indicação do potencial de invasão biológica, que é o histórico de invasão do táxon. Critérios adicionais devem ser considerados, como o histórico de invasão de espécies congêneres, que pode indicar o potencial de invasão de todo um táxon de hierarquia superior ao nível específico; a ausência de registro de invasão para espécies amplamente distribuídas, que tende a indicar risco baixo; e sua ocorrência junto a espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção, que pode ser considerada um fator de incremento do risco que indica maior urgência nas ações de resposta. Havendo agilidade, pode-se recorrer ainda à consulta a especialistas no táxon. Nesta etapa do Protocolo são separados os táxons cujo risco de invasão é considerado baixo a

fim de permitir que as ações tenham foco naqueles com maior potencial de dano. A menos que haja evidência em contrário, os táxons avaliados como de risco baixo não serão objeto de ações de erradicação, contenção ou controle, a não ser que haja capacidade instalada para tanto. Sempre que possível, tais táxons devem ser incluídos em programas de monitoramento ou de vigilância existentes, e, caso se observe mudança na situação, o órgão competente ou o ponto focal designado deve ser notificado para que acione novamente o Protocolo. Se o táxon não tiver registro de invasão, o Protocolo é encerrado (**P6**). Caso haja registro de invasão, segue-se para **P10**.

A separação entre táxons de risco moderado e alto é realizada mais adiante no Protocolo (**P19 a P26**)

Tabela 2 – Fontes de informação para verificação de antecedentes de invasão de espécies exóticas

Nome	Descrição
Ministério do Meio Ambiente	Listagens de EEIs em elaboração – Projeto Pró-Espécies
Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental https://bd.institutohorus.org.br	Base de dados de EEIs no Brasil
Plataforma Brasileira de Bioinvasão https://bioinvasaobrasil.org.br	Base de dados de EEIs marinhas no Brasil
Global Invasive Species Database (GISD) https://www.issg.org/database	Base de dados global de EEIs
CABI https://www.cabi.org/isc	Compêndio global de EEIs
Google Acadêmico: nome científico + invasive / nome científico + invasor	Busca de artigos científicos e técnicos sobre eventos de invasão pela espécie

Fonte: Compilação do autor

2.3.3 Alerta

Nesta etapa, o órgão competente ou o ponto focal designado emite um alerta para solicitar apoio das instituições responsáveis ou interessadas, pois chegou-se à conclusão de que a espécie detectada é exótica ao local de ocorrência e que o risco de invasão já não é baixo, pois essa análise foi feita antes de se chegar a este ponto (**P9**). Aqui o risco de invasão pode ser moderado ou alto.

P10 – Alerta. Neste ponto, o táxon foi identificado, é exótico ao local de ocorrência e há evidências suficientes de que há risco no ambiente em questão. Um alerta é emitido, pelo órgão competente ou ponto focal designado, para as instituições responsáveis ou interessadas, bem como para a Rede de Colaboradores. A decisão sobre as instituições que devem receber o alerta se fundamenta na jurisdição de atuação na área geográfica, no

grupo biológico ou no táxon em questão. Especialistas da Rede de Colaboradores podem receber o alerta a fim de agilizar a confirmação da identificação da espécie ou, em outros casos, realizar vistorias, especialmente em áreas onde ocorre monitoramento contínuo ou há pesquisas em andamento. Depois, segue-se para **P11**.

2.3.4 Vistoria, caracterização da invasão e erradicação imediata

Neste momento, uma pessoa ou equipe, geralmente integrante de instituições das Redes de Apoio e Colaboradores vinculadas ao Programa, é solicitada a fazer uma vistoria no local de detecção da EEI. Também deverá ser realizada a delimitação da invasão, de forma simples e conforme o contexto. Sempre que possível, será realizada uma ação imediata com vistas à erradicação, para evitar que o foco detectado siga em desenvolvimento e amplie sua área de distribuição. Essa estratégia de erradicação/controle é crucial, dado que as oportunidades de erradicação são limitadas no tempo, no espaço e em função de fatores materiais como recursos financeiros, equipamentos e pessoal para a execução das ações de resposta rápida. Assim, a inserção da possibilidade de ação imediata já na fase de vistoria é uma estratégia fundamental para maximizar a eficácia da abordagem de detecção precoce e resposta rápida, também evitando demora no seguimento do processo completo.

P11 – Vistoria. Neste momento devem ser coletados dados sobre a distribuição do táxon, o estágio de invasão, evidências de reprodução e área estimada de invasão pelo táxon, dentro do possível, para cada grupo biológico e para cada caso. O avanço de tecnologias de inteligência artificial deverá facilitar, futuramente, o uso de aplicativos para a identificação de espécies, principalmente a partir de listagens pré-elaboradas.

Além de verificar o local indicado, deverão também ser vistoriados os arredores do local da detecção para verificar se existem outros focos de invasão e sua extensão. A área a ser observada para realizar a delimitação da invasão depende do tipo de organismo e da viabilidade de detecção, que é mais baixa para espécies natantes do que para espécies sésseis. Especialistas no grupo em questão podem ajudar a dar indicações sobre a extensão da busca, porém isso também depende de cada área, do tempo necessário e dos recursos disponíveis, já que pode se tratar de áreas de grande amplitude, especialmente em mar aberto. Por exemplo, sabe-se que, de forma geral, as espécies de peixe-leão habitam recifes de coral. Sendo assim, em caso de um ou mais indivíduos dessas espécies a serem detectados, os arredores do recife de coral onde eles foram encontrados devem ser vistoriados, dentro do que é factível e a depender da extensão a ser coberta. Em se tratando de um organismo incrustante num navio afundado, todo o navio deve ser verificado, assim como rochas ou costões nas proximidades, se houver. Já no caso de organismos como peixes, apenas o monitoramento de mais longo prazo poderá fornecer informações sobre a extensão da invasão. Durante a vistoria, se o táxon for encontrado, segue-se para **P12**. Caso o táxon não seja encontrado, segue-se para **P18**.

As etapas **P12** a **P15** fazem parte do processo de vistoria, que pode levar ao encerramento do Protocolo quando existe possibilidade e sucesso de erradicação imediata do foco de invasão.

P12 – A invasão é extensa? Esta avaliação deve ser realizada por pessoal qualificado durante a vistoria de campo. Ao constatar que a invasão é ampla, ou seja, que há diversos focos de invasão esparsos e que já existe processo de reprodução constatado pela observação de descendência, a pessoa responsável pode indicar que o foco de invasão já passou do estágio inicial e precisa de manejo em médio ou longo prazo. A avaliação depende de cada táxon ou grupo biológico em questão, sendo mais facilmente observada em organismos sésseis. Uma forma de considerar esta avaliação é estimar o tempo necessário para o controle, levando em conta, por exemplo, que, se uma população ou foco de invasão pode ser eliminado em relativamente pouco tempo e há recursos para as ações de controle, a invasão pode ser considerada inicial. Porém, cada situação precisará ser analisada à luz do contexto local e do táxon específico. Quando a invasão é percebida como generalizada nos arredores, ou amplamente distribuída, não se enquadra no âmbito da detecção precoce, e o Protocolo é encerrado (**P6**). A informação deve ser veiculada, sempre que possível, a uma instituição que possa realizar o manejo como rotina, assim como aos órgãos ambientais do município e do estado da ocorrência, ou estabelecida cooperação para serem feitas ações de controle e monitoramento posterior. Se a invasão é caracterizada pelo estágio inicial, ou seja, por indivíduos isolados ou pequenas populações, dá-se prosseguimento à aplicação do Protocolo (**P13**). Também é preciso seguir o Protocolo quando há incerteza com relação ao tamanho da população, sem evidências de que a invasão seja extensa e já tenha passado do estágio inicial, a menos até que essas informações possam ser obtidas. Segue-se para **P13**.

P13 – Existe a possibilidade de erradicação/contenção imediata? Focos de invasão em estágio inicial são muitas vezes caracterizados por indivíduos isolados ou populações muito pequenas. Nesses casos, e especialmente quando não há indícios de que o táxon já passou por um ciclo reprodutivo, configura-se uma oportunidade de erradicação/contenção imediata. Por exemplo, caso pescadores observem uma ocorrência de peixe-leão, é muito importante que procedam à captura, tanto para reduzir o risco de estabelecimento, como para a confirmação da identidade do táxon. Nesse caso, não é possível saber se o foco de invasão pode ser erradicado ou não, porém os esforços possíveis não deixam de ser realizados. Num segundo exemplo, uma pequena população de coral-sol é detectada no casco de uma embarcação que atraca em algum porto. Uma vistoria é realizada e o foco de invasão é eliminado, assegurando-se assim que no casco da embarcação não restam outros exemplares que possibilitem a dispersão do táxon. Este passo, portanto, deve fazer parte da vistoria sempre que possível. Sendo possível uma ação imediata, segue-se para **P14**. Caso uma intervenção imediata não seja considerada factível ou produtiva, segue-se para **P19**.

P14 – Proceder com ações de erradicação/contenção. Uma vez que o táxon seja confirmado como exótico à área de ocorrência, sempre que a pessoa ou equipe responsável pela vistoria tenha preparo para proceder a ações de controle, deve executá-las de imediato, já que tem a melhor oportunidade possível para conter ou mesmo erradicar o foco de invasão. A pessoa ou equipe que vai fazer a vistoria deve estar ciente dos materiais e equipamentos necessários para enfrentar a situação e tê-los disponíveis para realizar ações de resposta rápida. No caso de invertebrados, os táxons têm ciclos reprodutivos curtos, de modo que uma semana ou alguns dias podem implicar a perda da oportunidade de erradicação ou contenção efetiva da invasão antes da geração e propagação de descendência. A aplicação de medidas de controle visando a erradicação imediata tem limites em função do grupo biológico a que pertence o táxon e da complexidade da situação de ocorrência. Essa alternativa existe para que as oportunidades de eliminar focos de invasão de baixa complexidade, ou seja, por táxons já identificadas como exóticos invasores e passíveis de eliminação, não sejam desperdiçadas, em especial com vistas a prevenir a reprodução e a disseminação a partir do foco inicial. Esta etapa deve, portanto, ser integrada à vistoria sempre que possível. Em caso de incerteza sobre os métodos a serem aplicados, o Protocolo é seguido para a etapa de planejamento.

O detalhamento sobre métodos possíveis para os distintos grupos é apresentado na etapa **P30** (“Realizar ações de resposta”) como forma de apoio ao planejamento. Na etapa aqui descrita, que pode levar à execução de ações de controle apenas com base nos dados da notificação, não ocorre um planejamento de fato como na sequência do Protocolo, em que se elabora um plano de ação de base técnica apoiado na vistoria de campo realizada. Seguir para **P15**.

P15 – As ações foram eficazes? No caso de serem realizadas ações de controle com vistas à erradicação no momento da vistoria, o monitoramento posterior é fundamental para verificar se as ações foram eficazes, ou seja, se a população inicialmente encontrada diminuiu ou foi totalmente eliminada. Se houver redução significativa da população em 80-100%, considera-se que o método foi eficaz e segue-se para **P16**. Se o foco de invasão não foi afetado, não diminuiu significativamente, ou a invasão aumentou, não foi eficaz, é preciso seguir para a análise de risco (**P19**, se a tentativa de erradicação foi feita na vistoria) ou para a fase de planejamento (**P28**), a fim de definir um método de controle de melhor eficácia. Nesse caso, podem ser consultados especialistas para contribuir com a definição de métodos e níveis de eficácia aceitáveis para o táxon. Não se espera que uma única ação de controle resolva o problema; é normal haver mais intervenções até que seja possível decidir se vale a pena seguir até a erradicação ou usar outra possibilidade do Protocolo. Caso não se obtenha a eficácia necessária à eliminação do foco de invasão após diversas tentativas, pode-se concluir que o controle não é viável, seja por falta de recursos, materiais e técnicas adequadas, seja porque a invasão aumentou e escapou do âmbito da detecção precoce. As justificativas devem ser claramente registradas ao se optar pelo encerramento do Protocolo. Quando o tamanho da

população é difícil de estimar, como no caso de invertebrados marinhos de substrato não consolidado, a avaliação da eficácia do controle só pode ser feita ao longo do tempo a partir de monitoramento contínuo. Nesses casos, especialistas devem ser consultados para ajudar a definir as técnicas de manejo, de monitoramento e de avaliação da eficácia do controle. O registro das ações realizadas é importante para otimizar esforços em situações análogas no futuro.

P16 – Monitoramento e repasse. Se o controle foi eficaz, deve-se fazer o repasse do controle, ou seja, repetir a aplicação do método definido até a eliminação total do foco de invasão. Não se espera que uma ação única leve à erradicação da espécie, mas sim que o controle seja repetido, com ajustes nos métodos à medida do necessário, até que seja atingida a erradicação do foco de invasão. Se o controle não foi eficaz, o Protocolo indica duas situações: quando as ações são realizadas já na vistoria de campo, dá-se seguimento para aprofundar a análise (**P19**); nos demais casos, deve-se voltar à etapa de planejamento (**P28**) para ajustar os métodos utilizados com vistas a melhorar a eficácia do controle até que esta seja satisfatória. Deve-se aplicar os preceitos do manejo adaptativo, ou seja, não postergar o manejo por falta de conhecimento específico, registrar as ações e métodos empregados e aprimorá-los até alcançar o nível de eficácia desejado. A cada operação de repasse do controle, o método pode ser ajustado em função do resultado anterior. Se não é possível avaliar a eficácia, por se tratar, por exemplo, de espécies não sésseis, como peixes, que são de difícil verificação, será preciso manter o monitoramento até definir um método que permita fazê-lo ou verificar os resultados no médio prazo. O período de monitoramento posterior às ações de controle varia de acordo com o táxon e o grupo biológico em que se enquadra, sendo menor para táxons de ciclo reprodutivo curto e maior para táxons que requerem mais tempo para alcançar a idade reprodutiva. A definição do período de monitoramento pode ser feita com ajuda de especialistas nos respectivos grupos biológicos. Segue-se para **P17**.

P17 – Erradicação. Refere-se aos casos de sucesso em que o foco de invasão é erradicado. Uma vez que seja totalmente eliminado e que não se constate a presença de novos indivíduos na continuidade do monitoramento, pode-se considerar que o foco foi erradicado. O tempo de monitoramento necessário para chegar a esta conclusão depende do táxon em questão. O Protocolo é encerrado (**P6**) com o registro das informações para referência futura. Nos casos em que as tentativas de erradicação ou contenção são repetidamente falhas e se julga que não é possível continuar com o controle, ou que a invasão aumente a ponto de tornar o controle inviável, pode-se chegar à conclusão de que escapa ao âmbito do PNADPRR. Nesses casos, as informações geradas devem ser repassadas a outra entidade que possa dar continuidade ao trabalho, sempre que possível. Deve-se buscar envolver atores que trabalham naquela área, como agências de meio ambiente em âmbito estadual e municipal, pesquisadores de instituições de ensino e pesquisa, técnicos de agências de extensão rural ou pesquisa em áreas correlatas, organizações da sociedade civil e/ou cidadãos que têm interesse em contribuir, desde que recebam orientação específica e apoio necessário.

P18 – Táxon não encontrado. Este passo deriva do **P11** (“Vistoria”). É importante que a pessoa responsável pela vistoria tenha em mãos todas as informações disponíveis sobre a ocorrência do foco de invasão, como a identidade do táxon, uma descrição do local e onde fazer a busca, preferencialmente com base em coordenadas geográficas. Se o táxon não é encontrado na vistoria, busca-se aprofundar o conhecimento sobre ele a fim de definir as ações subsequentes, seguindo para **P19**. De toda forma, é desejável organizar um esforço de monitoramento com ajuda de pessoas locais para verificar a presença do táxon e coletar dados, sempre que possível.

2.3.5 Avaliação de risco

A avaliação de risco completa é um procedimento padronizado, em geral com base num questionário de perguntas, que visa verificar a probabilidade de que uma espécie exótica, ao ser introduzida num ambiente fora de sua área de distribuição natural, se torne invasora. Esta avaliação também pode considerar os impactos potenciais da invasão da espécie. As perguntas que direcionam a avaliação de risco se fundamentam em indicadores de invasão biológica, como o histórico de invasão pela espécie em outros lugares, características biológicas e ecológicas, similaridade climática ou de condições ambientais, facilidade de adaptação a distúrbios causados por atividades humanas, interações ecológicas, taxa reprodutiva e distribuição global, entre outros.

P19 – Existe avaliação de risco para o táxon? Quando uma espécie não é encontrada na vistoria ou quando não houve possibilidade de eliminação imediata nas etapas iniciais, pode ser necessário aprofundar o conhecimento sobre a espécie para decidir como agir. Nesses casos, realiza-se uma busca por avaliações de risco existentes (**P19**); caso não sejam encontradas avaliações prontas e, mediante consulta a especialistas no grupo biológico, houver indicação de que as ações de resposta não são extremamente urgentes, realiza-se uma avaliação de risco completa (**P23**). Os protocolos de avaliação de risco ajustados para uso pelo IBAMA serão disponibilizados para os colaboradores à medida que houver demanda pela realização de análises. Desta etapa, seguir para **P20**, caso não tenha sido encontrada nenhuma avaliação de risco; para **P24**, caso a avaliação de risco encontrada indique risco moderado; ou para **P26**, se indicar risco alto.

P20 – Risco desconhecido. Se não for encontrada nenhuma avaliação de risco válida para o táxon, considera-se que o risco é desconhecido e que a situação requer mais análise (Tabela 3), levando à etapa seguinte (**P21**).

P21 – Consulta a especialistas. Quando não houver referência disponível sobre o nível de risco, a alternativa mais rápida é buscar ajuda de especialistas no grupo biológico em questão para inferir o risco. Essa alternativa pode poupar muito tempo e agilizar as ações de resposta. Essa consulta deve ser feita, de modo geral, a integrantes cadastrados no programa, podendo também contar com outros especialistas. Os resultados desta consulta devem indicar se as ações de controle a serem aplicadas têm ou não urgência. Seguir para **P22**.

- P22 – As ações de controle são urgentes? Sim.** A conclusão da consulta a especialistas é que o táxon tem tendência a invadir rapidamente, o processo de desenvolvimento é rápido e há risco de dispersão a partir do foco de invasão detectado, ou outros indicadores de que há urgência em executar as ações de resposta. Assim, considera-se este resultado equivalente a uma indicação de risco alto (**P26**). A consulta e os resultados devem ser registrados e disponibilizados a fim de subsidiar ações futuras.
- P22 – As ações de controle são urgentes? Não.** A conclusão da consulta a especialistas é que o táxon não tem tendência à invasão, ou a invasão é demorada, o processo de desenvolvimento do táxon é lento, ou outros indicadores de que a aplicação de ações de resposta não é urgente. Isso significa que há tempo disponível para aprofundar a avaliação (**P23**) antes de decidir se o manejo é necessário. A consulta e os resultados devem ser registrados e disponibilizados a fim de subsidiar ações futuras.
- P23 – Avaliação de risco completa.** A elaboração de uma avaliação de risco completa requer tempo e disponibilidade de pessoas com maior nível de especialização, o que tende a atrasar as ações de resposta. Por essa razão, ela somente será realizada na falta de evidências suficientes que permitam a tomada de decisão através dos outros caminhos indicados no Protocolo. O IBAMA dispõe de protocolos de avaliação de risco para alguns grupos biológicos; o Instituto Hórus dispõe de protocolos para [plantas, vertebrados terrestres e vertebrados aquáticos](#) e de uma compilação de resultados na [Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras](#). Para a realização de avaliações de risco completas, a pessoa responsável não precisa ser especialista no táxon a ser avaliado, porém deve conhecer os termos técnicos utilizados nas análises e ter fluência na leitura e compreensão do idioma inglês. Uma avaliação de risco completa pode tomar alguns dias de trabalho intensivo, a depender da prática da pessoa responsável e do táxon em questão. Pode demorar para ser realizada por depender da disponibilidade de colaboradores. Os resultados devem ser registrados e disponibilizados para referência futura. Seguir para **P24** se a avaliação de risco indicar risco moderado, ou para **P26** se indicar risco alto.
- P24 – Risco moderado ou análise inválida.** Indica o caminho do Protocolo para quando uma avaliação de risco completa, já existente ou realizada no processo do Protocolo resulta em risco moderado, ou quando não há informações suficientes para completar a avaliação de risco, que resulta inválida (Tabela 3). Seguir para **P25**.
- P25 – Monitoramento recomendado.** Aplicável a táxons cujo risco de invasão é moderado e que, portanto, não requerem ações imediatas de resposta, pois, de modo geral, se estabelecem apenas em condições favoráveis, ou não conseguem se estabelecer, ou não são invasores agressivos. A decisão de indicar monitoramento em vez de ação de controle visa manter o foco das ações de resposta para EEs com maior potencial de dano ambiental. Nesses casos, recomenda-se como alternativa o monitoramento periódico, sempre que possa ser realizado por atores locais, idealmente vinculados ao Programa. Se o foco em questão evoluir para um processo de invasão, deve ser emitida nova notificação, e o Protocolo é retomado para guiar as ações de manejo. Após essa etapa, o Protocolo é encerrado (**P6**).

P26 – Risco alto. Indica o caminho do Protocolo para quando uma avaliação de risco é encontrada com resultado de risco alto ou quando o risco alto é detectado por especialistas (Tabela 3), que indicam urgência para o controle com base nas características ecológicas e biológicas do táxon. À medida que houver inúmeras demandas, deverá ser necessário montar uma matriz para facilitar o estabelecimento de prioridades entre as espécies de alto risco, envolvendo critérios como fragilidade ambiental, presença de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção e viabilidade de controle. Seguir para **P27**.

2.3.6 Planos de resposta rápida

A fim de otimizar o tempo para a execução de ações de erradicação ou controle, os planos de resposta rápida (elaborados na etapa **P28**) precisam ser concisos e objetivos, basicamente delineando com clareza a estratégia a ser seguida, os métodos a serem aplicados nas ações de controle e monitoramento, os materiais e equipamentos necessários e, preferencialmente, uma estimativa de custos. A base para a elaboração desses planos são as informações da notificação de ocorrência e os dados coletados na vistoria, assim como dados complementares referentes ao táxon e ao local em questão. Apresentamos a seguir a estrutura mínima desses planos (Tabela 4). Dependendo de cada situação, poderá haver maior detalhamento e inclusão de outros itens. Para fins de orientação, alguns planos hipotéticos foram desenvolvidos e estão disponíveis no Apêndice 3.

Tabela 3 – Respostas a níveis de risco para invasões biológicas, conforme o resultado de avaliação de risco

Nível de risco	Ações recomendadas
Baixo	<p>Espécies que não têm antecedentes de invasão em algum lugar do mundo são consideradas de risco baixo no Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida. Não serão realizadas ações de resposta. Se a espécie ocorrer em UC, deve ser eliminada igualmente para assegurar que não se torne invasora, porém a ação não é urgente. O monitoramento periódico para verificar se há mudança no <i>status</i> da população é desejável; caso seja mais simples eliminar o foco de invasão, a ação de erradicação deve ser realizada para não gerar custos de monitoramento e risco de invasão futura.</p>
Moderado	<p>Espécies de risco moderado são, caracteristicamente, plantas com comportamento ruderal, ou seja, que ocorrem em áreas sujeitas a distúrbios, como margens de caminhos e estradas, pastagens abandonadas etc. No caso de animais, não desenvolvem populações numerosas e somente se estabelecem e se dispersam em algumas situações mais favoráveis, ocorrendo também em áreas onde não conseguem propagar-se, e não chegam a caracterizar processos agressivos de invasão biológica. Assim, as ações são menos urgentes e podem ser colocadas em menor nível de prioridade do que ocorrências de risco alto.</p> <p>Se o resultado da análise for inválido devido a lacunas de informação, deve-se procurar complementar os dados e revisar a análise de risco. Se não for encontrada informação complementar para melhorar a precisão da resposta, as ações de controle podem, sempre que possível, ser realizadas por precaução, ainda que consideradas menos urgentes.</p> <p>O monitoramento periódico para verificar se há mudança no <i>status</i> da população é desejável; em casos de indivíduos isolados ou em pequeno número que permitam eliminar o foco de invasão, a ação de erradicação deve ser realizada sem demora, a fim de evitar os custos contínuos de monitoramento e eventuais ações futuras em caso de invasão.</p>
Alto	<p>Espécies que resultam em alto risco avançam sobre o ambiente no qual foram introduzidas, ao longo do tempo dominando o espaço, excluindo espécies nativas e/ou causando alterações estruturais, físicas ou químicas no ambiente.</p> <p>Deve-se definir as ações de resposta rápida e aplicar medidas de erradicação, contenção ou controle imediatas visando eliminar os focos de invasão biológica por completo; realizar monitoramento posterior para avaliar a eficácia das medidas aplicadas; e ajustá-las, se necessário, até atingir a erradicação, quando o Protocolo é encerrado.</p>

Nível de risco	Ações recomendadas
Análise inválida	<p>Quando não existe informação disponível para que uma avaliação de risco possa ser completada, a tomada de decisão é dificultada porque o grau de incerteza é alto. Esse resultado pode ocorrer nos casos em que especialistas consultados considerem que as ações de resposta não são urgentes, e se realiza uma avaliação de risco completa. O monitoramento é então recomendado, dentro do possível, por questão de prevenção, sendo o objetivo principal do Protocolo gerar ações de resposta rápida sobre espécies de risco alto, de modo geral melhor conhecidas e melhor documentadas.</p> <p>Da mesma forma que nos casos anteriores, em situações de indivíduos isolados ou em pequeno número que permitam eliminar o foco de invasão, a ação de erradicação deve ser realizada sem demora, a fim de evitar os custos contínuos de monitoramento e eventuais ações futuras em caso de invasão.</p>

Fonte: Compilação do autor

Tabela 4 – Estrutura básica dos planos de resposta rápida para EEl com base no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (ICMBio 2019), com adaptação para o contexto da detecção precoce e resposta rápida

Item do plano	Descrição
Táxon	Nome científico e família (incluir hierarquia superior caso seja necessário) e nomes comuns
Caracterização do local	Breve descrição do local, incluindo o acesso e o tipo de ambiente e quaisquer obstáculos ou dificuldades que a equipe executora possa encontrar para que haja preparação adequada. Se possível, inserir as coordenadas geográficas.
Quem é responsável pela coordenação e quem apoia?	Nome da(s) pessoa(s) envolvida(s) e função(ões), responsável(is) pela execução das ações de controle, de monitoramento posterior e repasse do controle, assim como pelo registro do processo.
Método	Indicação do(s) método(s) de controle a ser(em) utilizado(s), preferencialmente considerando métodos adicionais em caso de incerteza sobre a eficácia.
Monitoramento	Indicação de quando deve ser realizado o monitoramento de resultados das ações de controle e o que a pessoa ou equipe responsável deve fazer conforme a eficácia verificada; pode repetir o método já empregado ou utilizar novo método já predefinido. Prover informações sobre o monitoramento posterior ao controle, conforme estimativas possíveis.
Comprovação da eficácia	Indicação de como deve ser avaliada a eficácia, conforme o grupo biológico e o táxon em questão. De forma geral, a eficácia pode ser considerada “boa” se a população alvo do controle diminuiu, “baixa” se não aumentou e “não eficaz” se cresceu.

Item do plano	Descrição
Materiais, equipamentos	Listar os materiais e equipamentos necessários para a realização das ações de controle em campo, de modo que a pessoa ou equipe responsável facilmente verifique se tem tudo à mão antes de sair a campo e se os equipamentos estão em ordem e funcionais. Prever, se possível ou se consideradas necessárias, 2-3 ações de repasse. Deve-se prever o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para as diversas atividades que os requeiram.
Estimativa de custos	Projetar custos com base nos materiais, equipamentos (ou sua depreciação), transporte (combustível, pedágio etc.) e mão de obra, quando necessária.
Destinação	Verificar e escolher a melhor forma possível e local para enviar os organismos coletados.
Análise de viabilidade	Com base na disponibilidade de pessoas, materiais, equipamentos e recursos de custeio para as ações planejadas, explicar por que o plano de ação é considerado viável ou não, levando também em consideração a viabilidade dos métodos que poderão ser empregados. Caso negativo, buscar apoio de parcerias externas para viabilizar a aplicação ou alterar o plano até chegar a uma alternativa viável.

Fonte: Adaptado de ICMBio, 2019

P27 – Há plano de contingência para o táxon? Quando a espécie tem indicação de risco alto de invasão biológica, requer uma ação de resposta no menor tempo possível (Tabela 3). Então, o órgão competente ou ponto focal designado busca referências para fundamentar o manejo, como planos de contingência ou planos de resposta rápida já existentes. Esses planos, quando disponíveis, podem reduzir o tempo de resposta e otimizar os resultados. Planos de contingência podem estar disponíveis a partir de processos de licenciamento ambiental que autorizam a criação ou o cultivo de EEIs, vinculados a atividades de transporte que funcionam como vias de introdução de EEIs e situações análogas. Quando houver um plano disponível, será preciso analisar a viabilidade do que está proposto (**P29**) antes da execução. Se não houver um plano disponível, o Protocolo segue para o planejamento de ações de resposta (**P28**).

P28 – Planejar ações de resposta rápida. O plano de ação elaborado deve ser expedito e breve, indicando minimamente os conteúdos propostos na Tabela 4. Durante o processo, é importante que sejam consideradas as condições necessárias para que a pessoa ou equipe responsável possa executar as ações com eficácia e dispor dos materiais, equipamentos e apoio necessários. Seguir para **P29**.

2.3.6.1 Análise de viabilidade

Nesta etapa é realizada a verificação de viabilidade de aplicação do plano elaborado para as ações de resposta rápida. Caso o plano não seja viável, deve-se voltar a planejar as ações

de resposta, ajustando estas ações e/ou buscando parcerias para viabilizar sua execução.

P29 – As ações de resposta são viáveis? As ações propostas em planos de contingência, em planos de resposta rápida ou na etapa do Protocolo referente ao planejamento devem passar por uma análise de viabilidade (Tabela 5) antes da execução. Caso falem recursos, materiais, equipamentos ou pessoas com o conhecimento necessário, o órgão competente pode solicitar ajuda a especialistas cadastrados no Programa, ou a atores locais indicados, para apoiar a execução das ações de resposta. Se ainda assim elas não forem viáveis, é preciso retornar ao planejamento (**P28**) para fazer ajustes e encontrar outra solução. Em casos de alta complexidade que requerem investimentos significativos ou a mobilização de equipamentos como embarcações e outros de alto custo ou de difícil obtenção, ou que haja risco de vida, pode-se chegar à conclusão de que a ação de resposta não é viável. Em caso extremo, o Protocolo pode ser encerrado por falta de alternativas. Se as ações de resposta forem viáveis, seguir para **P30**. Caso negativo, volta-se à fase de planejamento (**P28**) para realizar ajustes no plano.

Tabela 5 – Checklist da análise de viabilidade para ações de resposta rápida

Questão da análise de viabilidade	Sim	Não
Os recursos financeiros necessários estão disponíveis?		
Os materiais e equipamentos necessários para realizar a ação de resposta estão disponíveis? (caso negativo, se podem ser comprados imediatamente, responder “sim”)		
Existe transporte disponível para o deslocamento? (caso o deslocamento não requeira transporte, responder “sim”)		
Existe pessoal preparado para realizar as ações de resposta?		
Caso alguma das respostas acima tenha sido negativa, existe a possibilidade de essa lacuna ser suprida em poucos dias (idealmente menos de 5 dias)?		
Caso alguma das respostas acima tenha sido negativa, existe a possibilidade de essas necessidades serem supridas através de parcerias com outras instituições/ pessoas?		
Caso não haja disponibilidade dos recursos, materiais e/ou equipamentos necessários, retornar ao planejamento de resposta e ajustar as ações para assegurar a viabilidade de execução integral.		
Registro de materiais e custos referentes à ação de controle.		

Fonte: Adaptado de ICMBio, 2019

2.3.7 Execução de ações de resposta rápida

Esta é a etapa em que as ações de resposta rápida visando a erradicação e/ou controle da espécie exótica detectada são iniciadas, após análise positiva de viabilidade (**P15**).

P30 – Realizar ações de resposta: Definidas as ações de resposta e confirmada a viabilidade de execução, as ações devem ser implementadas o mais rápido possível em campo e registradas em detalhes para que os resultados possam ser avaliados e

ajustados conforme necessário. As ações de resposta devem seguir os preceitos do manejo adaptativo, realizando-se ajustes a cada etapa de controle a fim de aumentar a eficácia dos métodos adotados. Subentende-se que estas ações são um ciclo que envolve execução (**P30**), verificação de resultados (**P15**), ajustes no planejamento se necessário (**P28**) e nova execução (repasse, **P16**) até atingir a eficácia desejada para, preferencialmente, chegar à erradicação do foco de invasão (**P17**) e encerrar o Protocolo (**P6**). Após a execução das ações de resposta, seguir para **P15**.

2.3.7.1 Estratégias e métodos de erradicação e controle

Esta subseção cobre estratégias e métodos de controle aplicados aos grupos biológicos tratados neste manual. Referências complementares sobre fontes de informação estão indicadas no Apêndice 2. Apresentamos aqui uma abordagem ampla sobre métodos existentes, sem indicação de métodos específicos. A decisão pelos métodos a serem empregados em cada caso depende do contexto e da análise de cada situação, sendo comum a combinação de métodos, sua adaptação ao longo do tempo, ou a substituição, para melhorar a eficácia com base em avaliações de resultados. Além disso, com o passar do tempo haverá novos métodos, técnicas e produtos disponíveis que devem ser considerados. É preciso, ainda, ter atenção à necessidade de autorização das autoridades competentes e buscar apoio técnico-científico, sempre que necessário, para a definição de estratégias e métodos de controle, monitoramento posterior e avaliação de eficácia. O cuidado para evitar impactos a espécies não alvo também deve ser considerado nos processos de controle e erradicação.

Macroalgas

Abaixo são apresentados, de forma geral, alguns métodos de controle de espécies exóticas de macroalgas. As informações sobre produtos químicos e diluições a serem utilizadas no controle devem ser definidas com apoio de especialistas com experiência na área. A estratégia para as ações de resposta começa determinando a área ocupada pelo(s) foco(s) de invasão. Em seguida deve-se proceder com as ações de controle, que podem variar dependendo da espécie e do ambiente, sempre visando a erradicação. Após a retirada do foco, deve-se monitorar a região para verificar se existe o retorno de novos focos de invasão da espécie-alvo.

Mecânico

Os métodos de controle mecânico são aqueles que envolvem a retirada de indivíduos manualmente ou com o uso de ferramentas específicas, como espátulas para a raspagem de substratos consolidados. A técnica utilizada deve ser avaliada dependendo da espécie-alvo. É importante manter as ferramentas utilizadas limpas e conservadas. Na maioria das vezes, assim que as espécies são retiradas, basta retirá-las da água para que pereçam em pouco tempo.

. Remoção manual e/ou com ferramentas

Caso seja possível, as macroalgas podem ser retiradas manualmente dos costões rochosos através de raspagem. Alternativamente, mergulhadores podem remover manualmente as

espécies de macroalgas invasoras em zonas mais profundas de substrato consolidado ou não consolidado.

Químico

Os métodos de controle químico utilizam algum tipo de substância química para eliminar a espécie de macroalga invasora. Métodos químicos são comumente utilizados em combinação com métodos mecânicos. Para o uso desses métodos, é preciso analisar quais impactos podem ser causados nas espécies nativas e o tempo de regeneração dos organismos locais; além disso, é necessário obter autorização do órgão competente.

. Aplicação de hipoclorito de sódio

Esse método foi utilizado para a erradicação de *Caulerpa taxifolia* na Califórnia, Estados Unidos (Anderson, 2005). Devem ser construídas estruturas de PVC, que são colocadas por cima das áreas invadidas pela espécie-alvo e cobertas com lonas de PVC pretas, cujas bordas são enterradas no fundo marinho. Em seguida deve-se inserir hipoclorito de sódio por baixo das lonas através de uma abertura na parte de cima feita com um tubo de PVC e realizar a vedação delas. As colônias menores podem ser cobertas diretamente com lona de PVC preta, sem a estrutura de PVC.

Invertebrados incrustantes

A estratégia para combater EEIs incrustantes é parecida com a das macroalgas. Deve-se, primeiramente, determinar a área ocupada pelo foco de invasão da EEI. Em seguida iniciam-se as ações de resposta com a metodologia adequada para começar a retirar os focos de invasão. Quando estiver terminado, deve-se monitorar a área, por períodos que dependem da espécie-alvo, em busca de novos focos. Se forem encontrados, deve-se recomeçar com as ações de controle. Se não forem encontrados, é provável que as ações de resposta tenham sido bem-sucedidas.

Mecânico

Os métodos de controle mecânico são aqueles que envolvem a retirada de indivíduos manualmente ou com o uso de ferramentas específicas, como espátulas para a raspagem de substratos consolidados ou ponteira e martelo para o controle do coral-sol. A técnica utilizada deve ser definida de acordo com a espécie-alvo. Por exemplo, se a EEI for o coral-sol (*Tubastraea* spp.), usam-se a ponteira e o martelo; caso seja uma espécie de craca, utiliza-se o método de raspagem. É importante manter as ferramentas utilizadas limpas e conservadas. Na maioria das vezes, assim que as espécies são removidas, basta retirá-las da água para que sejam eliminadas em pouco tempo.

. Remoção com ferramentas

Existem métodos de controle com eficácia comprovada para algumas espécies, como o coral-sol, que é retirado com uso de uma ponteira e um martelo (Creed *et al.*, 2017b). Antes de iniciar o manejo das espécies de coral-sol, deve-se tocar nos tentáculos para que eles se fechem. No momento da remoção, as colônias devem ser colocadas em sacos plásticos ou caixas e levadas para a embarcação de apoio e/ou para a terra, para destinação adequada.

No caso de outras espécies, em geral é possível utilizar uma espátula para raspar o substrato. Entretanto, é muito difícil tirar somente a espécie-alvo caso esteja entre espécies nativas. Se a EEI estiver em áreas onde é dominante, esse método se torna mais facilmente exequível sem danos a espécies não alvo. Todo o material raspado deve ser acondicionado em sacos e/ou caixas e retirados da água para evitar a dispersão a novas áreas.

Ensacamento

Este método foi testado nas espécies de coral *Sansibia* spp. porque a remoção manual é difícil, visto que as colônias ficam fortemente fixas ao substrato e podem soltar fragmentos. O método consiste em colocar as colônias em sacos pretos de polietileno grosso que são fechados *in situ*. Foi verificado que as colônias morrem em duas semanas após o ensacamento. É importante frisar que, além das colônias da espécie-alvo, indivíduos de espécies nativas também podem ser afetados. Sendo assim, deve-se ponderar o impacto a alguns indivíduos de espécies nativas em relação ao benefício da eliminação da EEI, que é de longo prazo. Deve-se considerar também que a ocorrência de espécies nativas na área ao redor permite a recolonização do local afetado.

Invertebrados de vida livre

A estratégia para combater espécies de invertebrados de vida livre exóticas se inicia procurando-se determinar até onde vai a invasão. Todavia, como são organismos de vida livre, é mais difícil determinar de forma exata a área de invasão. A dificuldade é ainda maior se forem organismos intersticiais, o que implica coletar amostras de sedimento e triar em laboratório. Apesar das dificuldades, é necessário saber a extensão da invasão para calcular o número de pessoas a serem empregadas nas ações de erradicação e decidir o melhor método a ser empregado. Tendo sido determinados a extensão da invasão e o método a ser usado, iniciam-se as ações de controle. Após o processo de erradicação, é necessário monitorar o local para ter certeza de que nenhum foco de invasão retornará.

Mecânico

Os métodos de controle mecânico são aqueles que envolvem a retirada de indivíduos manualmente ou com o uso de ferramentas específicas, como armadilhas, redes ou puçás. A técnica utilizada deve ser ajustada à espécie-alvo, por exemplo, o tipo de armadilha ou o tamanho das redes devem ser coerentes com o tamanho da espécie-alvo. É importante manter as ferramentas usadas limpas e conservadas. Na maioria das vezes, assim que as espécies são removidas, basta retirá-las da água para que sejam eliminadas em pouco tempo.

. Captura

Os métodos de captura para controle e erradicação de espécies de camarão por meio de armadilhas ou redes *fyke* e *seine* são recomendados no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (ICMBio, 2019). A utilização contínua de armadilhas é preferível à utilização intensiva no curto prazo, que pode provocar uma resposta populacional de estímulo à maturação precoce e à maior produção de ovos (ICMBio, 2019). O uso de iscas pode facilitar a captura de indivíduos da espécie-alvo. Este método pode ser usado para outros organismos, como siris e lagostas.

Para capturar indivíduos de *Ophiothela mirabilis*, que geralmente ocorrem sobre hospedeiros (ICMBio, 2019), primeiramente se utiliza vinagre (ácido acético) para que os indivíduos se soltem dos hospedeiros. Em seguida, os indivíduos de *Ophiothela mirabilis* são recolhidos com puçá e retirados da água para eliminação.

O arrasto é outro método de captura possível para o controle de espécies de invertebrados não sésseis (camarões, por exemplo). Entretanto, assim como o uso de armadilhas, outras espécies nativas tendem a ser capturadas junto com a espécie-alvo. É importante avaliar os impactos da utilização de cada método anteriormente à aplicação, sempre em concomitância com os impactos de não realizar as ações de controle, já que a invasão biológica tende a ser um impacto mais duradouro a nativas e ao meio.

Plâncton

Não há métodos de controle e erradicação definidos para EEIs de plâncton marinho até o presente momento.

Peixes

Determinar a extensão da invasão de uma espécie de peixe é ainda mais difícil e, por isso, deve ser levado em consideração na estratégia para erradicação dessas espécies. Os peixes são organismos que podem estar espalhados por uma grande extensão de área, além de poderem se deslocar rapidamente. Pode-se estabelecer uma área de invasão observando os indivíduos no local, mas provavelmente nunca haverá certeza se todos os indivíduos foram contabilizados. Se a área observada for uma baía, as chances de saber a extensão da invasão são maiores do que em mar aberto, visto que as baías são áreas relativamente fechadas. Após levar essas informações em consideração, iniciam-se as ações de resposta e o posterior monitoramento para verificar se haverá retorno de focos de invasão.

Mecânico

Os métodos de controle mecânico envolvem a eliminação ou captura de indivíduos através do uso de ferramentas específicas, como armadilhas, redes, puçás, arpões e lanças. A técnica utilizada deve ser avaliada e ajustada à espécie-alvo. É importante manter as ferramentas usadas limpas e conservadas. Na maioria das vezes, assim que as espécies são removidas, basta retirá-las da água para que sejam eliminadas em pouco tempo. Alguns métodos não permitem fazer distinção entre espécies exóticas e nativas, como armadilhas para peixes, por exemplo. Mesmo nesses casos, as ações de controle são importantes, dentro do possível, com métodos ou equipamentos que permitam a triagem e posterior soltura das espécies nativas capturadas.

. Arpão e lança

Neste método, mergulhadores utilizam um arpão ou lança e precisam acertar o indivíduo da espécie-alvo. Quanto menor for o organismo, mais difícil a ação se torna. Sendo assim, é preciso haver treinamento anterior. O arpão e a lança são usados no controle do peixe-leão (*Pterois spp.*).

. Captura

Mergulhadores utilizam puçá na captura de peixes invasores, especialmente os de tama-

nho menor, para os quais o arpão e a lança são menos eficazes. Este método também é usado para o controle do peixe-leão.

Armadilhas de pesca também podem ser usadas para a captura de peixes, embora não exista um tipo de armadilha que apanhe somente a espécie-alvo. Nesse caso, é preferível o uso de armadilhas que permitam a triagem dos indivíduos e a soltura das espécies não alvo.

O arrasto é outro método de captura possível para o controle de peixes invasores. Entretanto, assim como no caso de armadilhas, peixes nativos e outros organismos podem ser capturados junto com a espécie-alvo.

Tabela 6 – Resumo dos métodos de controle de EEIs em ambientes marinhos

Grupo	Controle mecânico	Controle químico
Macroalgas	Remoção manual Raspagem com espátula	Utilização de hipoclorito de sódio (<i>Caulerpa</i> spp.)
Invertebrados incrustantes	Remoção manual Remoção com espátula Remoção com ponteira e martelo (<i>Tubastraea</i> spp.) Ensacamento (<i>Sansibia</i> sp.)	Não disponível
Invertebrados de vida livre	Captura manual Captura com armadilhas Captura com redes <i>fyke</i> e/ou <i>seine</i> Captura por arrasto	Utilização de ácido acético para separar o hospedeiro (<i>Ophiothela mirabilis</i>)
Plâncton	Desconhecido	Não disponível
Vertebrados	Eliminação com arpão e/ou lança Captura com puçá Captura com armadilhas Captura por arrasto	Não disponível

Fonte: Compilação do autor

2.3.8 Monitoramento posterior e repasse

Esta etapa é realizada após as ações de resposta rápida para verificar o surgimento de novos focos de invasão e, caso positivo, continuar com as ações de resposta. Esta etapa foi detalhada anteriormente na descrição dos métodos de monitoramento, que também podem ser usados para o monitoramento posterior, da vistoria, que envolve a possibilidade de erradicação imediata (**P16**), assim como a repetição de esforços de controle (repasse do controle) com a aplicação dos mesmos métodos ou de métodos ajustados para melhorar

a eficácia dos resultados, com vistas a atingir a erradicação.

Dois exemplos de aplicação do Protocolo para o ambiente marinho estão disponíveis no Apêndice 5.

2.3.8.1 Avaliação de eficácia das ações de resposta

A avaliação de eficácia das ações de resposta (**P15**) precisa ser realizada a fim de:

verificar se os métodos de controle aplicados estão funcionando ou não, caso em que precisam ser revistos e ajustados para ganharem eficácia (voltar à etapa **P28**);

fundamentar a tomada de decisão quanto à continuidade ou não das ações de controle com vistas à erradicação.

O objetivo de implementar medidas de controle é, idealmente, a erradicação da EEI. A maior parte dos métodos empregados são mecânicos e a sua eficácia depende do nível da invasão e da resposta rápida. Sendo assim, quanto mais rápido ocorrer a detecção, maior será a eficácia do método empregado, pois menores serão as chances de que a espécie-alvo tenha se reproduzido e, presumivelmente, ainda ocupará uma área pequena.

As avaliações de eficácia de uma ação de resposta devem ser baseadas na verificação da redução ou não da população da espécie-alvo e são obtidas através de atividades de monitoramento. A técnica de monitoramento a ser empregada deve ser ajustada à espécie e ao local. A Rede de Colaboradores pode apoiar essas definições, quando necessário. Por exemplo: foi realizado monitoramento da população de uma macroalga exótica invasora através de transectos para estimar o tamanho da área de invasão; após as ações de resposta rápida, na etapa de monitoramento seguinte, a população dessa macroalga invasora deverá ser menor.

Podemos considerar que, se a população da EEI diminuiu ou foi erradicada após as primeiras ações de resposta rápida, o controle teve boa eficácia; se continuou do mesmo tamanho, a eficácia foi baixa; e, se a população aumentou, não foi eficaz. Nesse último caso, será necessário retornar às ações de planejamento para definir outro método ou ajustar o utilizado, para que o controle possa ser mais eficaz. Se, depois de todas as tentativas possíveis (métodos, parcerias, recursos etc.), a população da EEI não for reduzida, será preciso discutir se as ações devem continuar no âmbito da detecção precoce e resposta rápida ou ser transferidas para outro programa, levando ao encerramento do Protocolo, já que possivelmente passará a ser um caso de controle continuado.

Caso a erradicação não seja possível logo nas primeiras ações de resposta, espera-se que se retire pelo menos 80% da população invasora para que o método utilizado demonstre boa eficácia e para que diminua o esforço em cada repasse realizado, aumentando as chances de erradicação.

Ascidella aspersa
©Jesus Cobaleda



3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das dificuldades impostas por cada tipo de ambiente, existem métodos e técnicas que permitem estabelecer rotinas em áreas de relevância para a conservação da diversidade biológica visando facilitar a detecção precoce. Propágulos de organismos invasores muitas vezes alcançam áreas muito distantes de onde o organismo foi detectado e o fazem com a ajuda das correntes marinhas ou de vetores ligados a atividades humanas. Sendo assim, mesmo que haja monitoramento no local da detecção, não significa que a EEI não possa se estabelecer em outros locais. Por isso o monitoramento periódico e a formação de redes para esse fim, principalmente em áreas de relevância, conforme indicadas na primeira seção deste manual, é de extrema importância para viabilizar a detecção precoce de focos de invasão biológica.

A integração e a comunicação entre as instituições e pessoas envolvidas nas ações de resposta rápida são essenciais para o funcionamento e a efetividade dessas ações. A participação de especialistas na escolha dos métodos utilizados para diferentes grupos de organismos pode ser de grande valia, especialmente no caso de espécies menos conhecidas ou pelo fato de um mesmo grupo poder estar presente em diferentes substratos, que por sua vez requerem tratamentos diferenciados.

No processo de análise das notificações recebidas pelo órgão competente, os casos que oferecem maior risco de danos à biodiversidade serão priorizados. Por esse motivo, o Protocolo apresentado neste manual tem foco em espécies cujo risco de invasão é alto. Ainda assim, espécies analisadas como de risco moderado ou baixo serão registradas e consideradas em outras atividades de controle, na medida do possível e do envolvimento de outras instituições e colaboradores. Um desafio adicional está no tratamento de organismos de pequenas dimensões, que são de difícil detecção e controle, como a maior parte dos organismos planctônicos. Mesmo não havendo métodos de controle disponíveis para esse grupo no presente momento, o registro da ocorrência desses organismos é importante para oferecer referência futura e guiar a gestão de vias e vetores de introdução de espécies, no âmbito do estabelecimento de medidas preventivas à sua introdução e dispersão.

Neste manual apresentamos informações para a execução das etapas previstas no Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida de Espécies Exóticas Invasoras no ambiente marinho. Essas informações não são estáticas, devendo ser atualizadas à medida que surgirem novos dados para a detecção e o controle de organismos marinhos. Entre eles estão a criação de novas técnicas de monitoramento e controle, e a inclusão de novos participantes no Programa, assim como de novos órgãos governamentais. Do mesmo modo, informações também poderão ser retiradas, especialmente no caso de técnicas obsoletas ou comprovadamente ineficientes.

Esperamos que este Manual de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras em Ambiente Marinho no Brasil seja utilizado por órgãos federais, estaduais e municipais, assim como pelo setor privado, pelo terceiro setor e outros grupos interessados na conservação da diversidade biológica, ganhando a maior abrangência possível no território nacional. Em consequência disso, esperamos que diminuam as ameaças e os danos causados por EEIs em ecossistemas marinhos brasileiros.

REFERÊNCIAS

- Anderson, L. W. J. 2005. California's reaction to *Caulerpa taxifolia*: A model for invasive species rapid response. *Biological Invasions*, 7(6): 1003-1016.
- Bailey, S. A. 2015. An overview of thirty years of research on ballast water as a vector for aquatic invasive species to freshwater and marine environments. *Aquatic Ecosystem Health; Management*, 18(3): 1-8.
- Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E., Geeves, W. 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*, 27: 313-323.
- Betancur, R., Hines, A., Acero, A., Ortí, G., Wilbur, A. E., Freshwater, W. 2011. Reconstructing the lionfish invasion: insights into Greater Caribbean biogeography. *Journal of Biogeography*, 38: 1281-1293.
- 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. *Tropical Oceanography*, 33(1), 33-38.
- Bohmann, K., Evans, A., Gilbert, M. T. P., Carvalho, G. R., Creer, S., Knapp, M., Yum D. W., de Bruyn, M. 2014. Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring. *Trends in Ecology; Evolution*, 29(6): 358-367.
- Butchart, S. H. M. *et al.* 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328(5892), 1164-1168.
- Castellanos-Galindo, G. A., Baos, R., Alonso, L. 2016. Mariculture-induced introduction of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766), a large predatory fish, in the Tropical Eastern Pacific. *BioInvasions Records*, 5(1): 55-58.
- Convention on Biological Diversity 2014. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management.
- Couto, T. D. T. C., Omena, E. P., Oigman-Pszczol, S., Junqueira, A. O. R. 2021. A Method to Assess the Risk of Sun Coral Invasion in Marine Protected Areas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93(Suppl. 3).
- Couto, T., Patrício, J., Neto, J. M., Ceia, F. R., Franco, J., Marques, J. C. 2010. The influence of mesh size in the environment quality assessment of estuarine macrobenthic communities. *Ecological Indicators*, 10: 1162-1173.
- Creed, J. C., Fenner, D., Sammarco, P., Cairns, S., Capel, K., Junqueira, A. O. R., Cruz, I., Miranda, R. J., Carlos-Júnior, L., Mantelatto, M. C., Oigman-Pszczol, S. 2017a. The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, 19, 283-305.
- Creed, J. C., Junqueira, A. O., Fleury, B. G., Mantelatto, M. C., Oigman-Pszczol, S. S. 2017b. The Sun-Coral Project: the first social-environmental initiative to manage the biological invasion of *Tubastraea* spp. in Brazil. *Management of Biological Invasion*, 8(2): 181-195.

- De Paula, J. C., Lopes-Filho, E. A. P., Carvalho, W. F., Coração, A. C. S., Yoneshigue-Valentin, Y. 2020. Long-term changes in macroalgae assemblages reveal a gradual biodiversity loss over the last 200 years in the hypereutrophic Guanabara Bay. *Marine Environmental Research*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105153>.
- Essl, F., Bacher, S., Blackburn, T. M., Booy, O., Brundu, G., Brunel, S., Cardoso, A. C., Eschen, R., Gallardo, B., Galil, B., García-Berthou, E., Genovesi, P., Groom, Q., Harrower, C., Hulme, P. E., Katsanevakis, S., Kenis, M., Kuhn, I., Kumschick, S., Martinou, A. F., Nentwig, W., O'Flynn, C., Pagad, S., Pergl, J., Pysek, P., Rabitsch, W., Richardson, D. M., Roques, A., Roy, H. E., Scalera, R., Schindler, S., Seebens, H., Vanderhoeven, S., Vilà, M., Wilson, J. R. U., Zenetos, A., Jeschke, J. M. 2015. Crossing frontiers in tackling pathways of biological invasions. *BioScience*, 65: 769-782.
- European Commission. 2011. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. COM/2011/0244_final.
- Falcão, C., Széchy, M. T. M. 2005. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina*, 48: 208-217.
- Faulkner, K. T., Robertson, M. P., Rouget, M., Wilson, J. R. U. 2016. Understanding and managing the introduction pathways of alien taxa: South Africa as a case study. *Biological Invasions*, 18: 73-87. DOI 10.1007/s10530-015-0990-4.
- Ferreira, C. E. L., Luiz, O. J., Floeter, S. R., Lucena, M. B., Barbosa, M. C., Rocha, C. R., Rocha, L. A. 2015. First Record of Invasive Lionfish (*Pterois volitans*) for the Brazilian Coast. *PLOS ONE*.
- Ferry, R., Buske, Y., Poupin, J., Smith-Ravin, J. 2017. First record of the invasive swimming crab *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Crustacea, Portunidae) off Martinique, French Lesser Antilles. *BioInvasions Records*, 6(3): 239-247.
- Gallucci, F., Christofolletti, R. A., Fonseca, G., Dias, G. M. 2020. The Effects of Habitat Heterogeneity at Distinct Spatioal Scales on Hard-Bottom-Associated Communities. *Diversity*, 12(1).
- Garrison, T. 2010. *Fundamentos de Oceanografia Biológica*. Cengage Learning, São Paulo, SP, 426 pp.
- Geheb, K., Kalloch, S., Medard, M., Nyapendi, A. T., Lwenya, C., Kyagwa, M. 2008. Nile perch and the hungry of Lake Victoria: Gender, status and food in an East African fishery. *Food Policy*, 33: 85-98.
- Grosholz, E. D., Crafton, R. E., Fontana, R. E., Pasari, J. R., Williams, S. L., Zabin, C. J. 2015. Aquaculture as a vector for marine invasions in California. *Biological Invasions*, 17: 1471-1484.

- Harrower, C. A., Scalera, R., Pagad, S., Schönrogge, K., Roy, H. E. 2018. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Convention on Biological Diversity.
- Hine, P. M.; MacDiarmid, S. C. 1997. Contamination of fish products: risk and prevention. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 16(1): 135-145.
- Hofling, J. C. 2000. *Introdução à Biologia Marinha e Oceanografia*. Autor-Editor, 71 pp.
- Hulme, P. E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46: 10-18.
- ICMBio 2019. *Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais*.
- Kelly, R. P., Port, J. A., Yamahara, K. M., Crowder, L. B. 2014. Using Environmental DNA to Census Marine Fishes in a Large Mesocosm. *PLoS ONE*, 9(1): doi.org/10.1371/journal.pone.0086175
- Kohler, K. E.; Gill, S. M. 2006. Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe): a visual basic program for the determination of coral substrate coverage using random point count methodology. *Computers; Geosciences*, 32(9): 1259-1269.
- Leonard, K., Hewitt, C. L., Campbel, M. L., Primo, C., Miller, S. D. 2017. Epibiotic pressure contributes to biofouling invader success. *Scientific Reports*, 7: 1-7.
- Marques, L. V.; Creed, J. C. 2008. *Biologia e ecologia das fanerógamas marinhas do Brasil*. *Oecologia brasiliensis*, 12(2): 315-331.
- McGeoch, M.A. and Squires, Z.E. 2015. An Essential Biodiversity Variable approach to monitoring biological invasions: Guide for Countries. GEO BON Technical Series 2, 13 pp. <http://www.geobon.org/Downloads/reports/GEOBON/2015/MonitoringBiologicalInvasions.pdf>
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- MMA 2018. *Manual de Monitoramento Reef Check Brasil*. 109 p.
- Molnar, J. M., Gamboa, R. L., Revenga, C., Spalding, M. D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6: 485-492.
- Moura, R. I. 2021. Tropical rhodolith beds are a major and belittled reef fish habitat. *Scientific Reports*, 11: 794.
- Pereira, R. C., Soares-Gomes, A. 2002. Editora Interciência, Rio de Janeiro, RJ, 382 pp.
- Puga, C. A., Torres, A. S. S., Paiva, P. C., Yoneshigue-Valentin, Y., Junqueira, A. O. R. 2019. Multi0year changes of a benthic community in the mid-intertidal rocky shore of a eutrophic tropical bay (Guanabara Bay, RJ – Brazil). *Estuarine, Coastal and Shekf Science*, 226. doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106265

- Rodrigues-Barreto, N., Shimada-Brotto, D. V., Guterres-Giordano, R., Andrade Bertoncini, A., Santos, L. N. 2017. The rocky reef fishes of Vermelha Beach, a marine-estuarine transitional zone at Guanabara Bay, Brazil. *Latin America Journal of Aquatic Research*, 45(1): 33-40.
- Silva, J. S. V.; Souza, R. C. C. L. 2004. *Água de Lastro e Bioinvasão*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, RJ. 224 pp.
- Souza, W. O.; Lavrado, H. P. 2017. Population structure and temporal variation of the roughneck shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeoidea) in a coastal bay of the Southwestern Atlantic. *Marine Biology Research*. doi.org/10.1080/17451000.2017.1342846
- Silva, D. R., Paranhos, R., Vianna, M. 2016. Spatial patterns of distribution and the influence of seasonal and abiotic factors on demersal ichthyofauna in an estuarine tropical bay. *Journal of Fish Biology*, 89: 821-846.
- Teixeira, L. M. P.; Creed, J. C. 2020. A decade on: an update assessment of the status of marine non-indigenous species in Brazil. *Aquatic Invasions*, 15(1): 30-43.
- US Department of the Interior 2016. *Safeguarding America's lands and waters from invasive species: a national framework for early detection and rapid response*, Washington DC. https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/uploads/national_edrr_framework_2016.pdf.
- Valentin, J. I., Leles, S. G., Tenenbaum, D. R., Figueiredo, G. M. 2021. Frequent upwelling intrusions and rainfall events drive shifts in plankton community in a highly eutrophic estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 257.

GLOSSÁRIO

Análise de risco – Análise da probabilidade de introdução, estabelecimento e invasão de uma espécie exótica e da magnitude das consequências, usando informação de base científica e identificação de medidas que podem ser implementadas para reduzir ou gerenciar esses riscos, levando em consideração questões socioeconômicas e culturais (CDB, Decisão VI-23). O procedimento completo inclui identificação dos perigos, avaliação, caracterização, gestão e comunicação dos riscos.

Controle – Medidas de manejo que, por meio de métodos mecânicos, químicos ou biológicos, reduzem a abundância e/ou densidade de uma EEI para minimizar seu crescimento populacional, dispersão e impactos.

Deteção precoce e resposta rápida – Conjunto de ações coordenadas que visam encontrar e erradicar espécies com potencial de invasão antes que se disseminem e causem danos (United States Department of the Interior, 2016).

Erradicação – Medidas de manejo que levam à remoção total da população de uma EEI em determinada área.

Espécie nativa – Espécie, subespécie ou táxon de hierarquia inferior ocorrendo dentro de sua área de distribuição natural (passada ou presente), incluindo a área que pode alcançar e ocupar através de seus sistemas naturais de dispersão (CDB).

Espécie exótica – Espécie, subespécie ou táxon de hierarquia inferior ocorrendo fora de sua área de distribuição natural passada ou presente, incluindo qualquer parte, como gametas, sementes, ovos ou propágulos, que possa sobreviver e subsequentemente reproduzir-se (CDB, Decisão VI-23).

Espécie exótica invasora (EEI) – Espécie exótica cuja introdução e/ou dispersão ameaçam a diversidade biológica (CDB, Decisão VI-23).

Estabelecimento – Processo de reprodução de uma EEI num ambiente novo, com descendentes viáveis e probabilidade de sobrevivência contínua (CDB, Decisão VI-23).

Introdução de espécies – Movimento por ação humana, direta ou indireta, de uma espécie exótica para fora de sua área de distribuição natural (passada ou presente). Esse movimento pode ocorrer dentro de um país, entre países ou em áreas além da jurisdição nacional (CDB, Decisão VI-23).

Invasão biológica – Processo pelo qual uma espécie ou população é transportada para fora de sua área de distribuição natural e introduzida em um novo ambiente onde se reproduz gerando descendentes viáveis e se dissemina ampliando a distribuição geográfica e ameaçando a diversidade biológica, com potenciais impactos à sociedade, à economia e à saúde.

Monitoramento – Série de observações regulares ou irregulares no tempo feitas para mostrar o grau de conformidade com um padrão ou o grau de desvio das observações esperadas.

Prevenção – Estratégias e medidas de gestão e manejo para evitar ou minimizar a chegada ou a introdução de espécies exóticas em um dado ambiente ou local.

Princípio da precaução – Preceito que estabelece que, quando existir ameaça de sensível redução ou perda de diversidade biológica, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar medidas que evitam ou minimizam essa ameaça (CDB, Decreto Legislativo nº 2, de 5 de junho de 1992). Estratégia para lidar com as incertezas científicas na avaliação e gestão de riscos (UNESCO, 2005).

Repasse do controle – ações subsequentes à primeira ação de controle para nova aplicação dos métodos já utilizados ou modificados a fim de melhorar a eficácia dos resultados.

Serviços ecossistêmicos – São os benefícios da natureza para as pessoas, vitais para o bem-estar humano e para as atividades econômicas. A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM), publicada em 2005, classifica serviços ecossistêmicos em quatro categorias: de provisão, de regulação, culturais e de suporte, também chamados de apoio ou hábitat.

Vetor de introdução ou dispersão (*vector*) – Meio de introdução, como, por exemplo, navio, contêiner de carga, materiais de embalagem, equipamentos ou veículos de transporte.

Via de introdução ou dispersão (*pathway*) – Processos que resultam na introdução de uma espécie exótica de uma área geográfica para outra.

Vigilância – processo oficial em que dados de ocorrência de espécies são coletados e registrados utilizando pesquisas, monitoramento ou outros procedimentos.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 – EXPLICAÇÃO SOBRE AS VIAS/VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO (CDB)

Apresentamos a seguir um resumo das definições de vias/vetores de introdução e dispersão de EEIs, conforme o [guia de interpretação](#) elaborado por Harrower *et al.* (2018) e adotado pela CDB. As categorias são: soltura na natureza, escape de confinamento, transporte como contaminante, transporte como clandestino, corredores e sem ajuda humana. Dentro de cada categoria há subcategorias que são detalhadas a seguir.

1 Soltura na natureza

As espécies são transportadas intencionalmente e liberadas em ambiente natural para servir a um propósito específico (mesmo que isso possa implicar que a espécie seja mantida por um período em cativeiro ou em condições controladas antes da liberação).

1.1 Pesca na natureza (incluindo pesca desportiva)

Peixes e outros animais aquáticos soltos no ambiente natural para fornecer subsistência adicional ou alternativa e/ou oportunidades de pesca comercial ou recreativa. Esta via não inclui pragas, patógenos ou outra espécie que tenha sido introduzida de forma não intencional com essas espécies. A perca-do-nilo, por exemplo, foi introduzida no lago Victória, na África, para impulsionar a indústria pesqueira (Geheb *et al.*, 2008).

1.2 Outra soltura intencional

Espécies soltas no ambiente natural por razões diferentes das opções anteriores, como soltura de animais em celebrações religiosas. Diante dessa possibilidade, os grupos incluídos são todos os invertebrados e vertebrados marinhos.

2 Escape de confinamento

Espécies que escaparam de ambientes confinados e controlados onde foram mantidas para uma série de objetivos. Inclui-se aqui a liberação acidental ou despejo/soltura por criadores irresponsáveis.

2.1 Aquicultura / maricultura

Espécies de fungos, algas e animais (vertebrados e invertebrados) que escaparam do confinamento ou de situações controladas em ambientes de água doce ou marinhos para a produção de alimentos, consumo humano ou animal, ou outros produtos, incluindo produtos de bioenergia. Sendo assim, todos os grupos foram inseridos (algas, invertebrados incrustantes, invertebrados de vida livre e peixes). Como exemplo, o peixe bijupirá (*Rachycentron canadum*) (Castellanos-Galindo *et al.*, 2016).

2.2 Jardim botânico / zoológico / aquário (exceto aquários domésticos)

Espécies que escaparam do confinamento e que foram mantidas para exibição, educação ambiental ou programas de reprodução de conservação em jardins botânicos, zoológicos ou aquários. Nesta subcategoria foram inseridos as algas e todos os invertebrados e peixes marinhos. Como exemplo, temos a invasão da alga verde (*Caulerpa taxifolia*) no Mar Mediterrâneo.

2.3 Espécie de aquário / terrário / pet (inclusive comida viva para essas espécies)

Espécies que escaparam do confinamento ou de ambientes controlados onde foram mantidas por colecionadores particulares ou amadores para recreação, diversão, companhia e/ou comércio. Como todos os grupos (algas, invertebrados e peixes) podem estar presentes em aquários domésticos, todos eles foram inseridos nesta subcategoria. Como exemplo, pode ser citado o peixe-leão *Pterois volitans* (Ferreira *et al.*, 2015).

2.4 Fins ornamentais (exceto produção alimentar)

Espécies da flora que escaparam de ambientes confinados ou controlados onde foram introduzidas por razões decorativas ou ornamentais, excluindo a horticultura comercial. Refere-se a escape de coleções particulares/ambientes paisagísticos mantidos por amadores. Refere-se apenas à flora, e não à fauna, pois neste último caso entra na via do tópico 2.3. Foram inseridas as algas, já que também podem ser cultivadas para ornamentação.

2.5 Pesquisa e criação ex situ (em instituições)

Espécies que escaparam do confinamento ou ambientes controlados onde foram mantidas e/ou criadas para uso em pesquisas. Essa via inclui a soltura irresponsável ou “fuga facilitada” de espécies no ambiente.

Existem instituições realizando experimentos com todos os grupos mencionados, de maneira que todos foram aqui inseridos.

2.6 Comida viva e isca viva

Espécies que escaparam do confinamento ou ambientes controlados onde foram mantidas e/ou transportadas como alimento vivo (para consumo de humanos ou animais), ou isca viva (exceto alimentos vivos dados a espécies de animais de estimação). Existem tipos de pescaria que são feitas com isca viva, seja ela um invertebrado de vida livre ou uma espécie de peixe, de modo que esses dois grupos foram incluídos aqui.

2.7 Outro escape de confinamento

Espécies que escaparam de ambientes confinados ou controlados onde foram introduzidas por quaisquer razões diferentes das cobertas pelas outras categorias, como, por exemplo, circos, lojas de animais, fuga de animais usados para práticas e cerimônias religiosas. Inserimos aqui as espécies de peixes e de invertebrados de vida livre.

3 Transporte como contaminante

Espécies introduzidas de forma não intencional ou acidental por meio do movimento de outros organismos ou materiais e produtos orgânicos.

3.1 Isca contaminada

Espécies introduzidas involuntariamente como contaminantes em iscas usadas para consumo animal. Iscas vivas, congeladas ou preservadas, como peixes, vermes e outros táxons (por exemplo, larvas de insetos), são importados e transportados com a finalidade de alimentar ou pegar peixes ou invertebrados. Esses táxons podem abrigar contaminantes, patógenos e parasitas, e, portanto, o armazenamento, uso ou descarte de isca podem ser uma via de introdução para essas espécies contaminantes. Incluímos aqui os invertebrados e os vertebrados (peixes). Alguns estudos mostram que peixes congelados usados como isca podem carregar organismos patogênicos (Hide; Diarmide, 1997).

3.2 Contaminação de comida (inclusive comida viva)

Espécies introduzidas involuntariamente como contaminantes de alimentos, incluindo alimentos vivos. Esporos, fungos, insetos, parasitas, propágulos transportados com produtos agrícolas ou comida viva (comidos ou cozidos vivos). Estão inseridos aqui os invertebrados marinhos e os peixes.

3.3 Contaminantes em animais (exceto parasitas, espécies transportadas pelo hospedeiro/vetor)

Espécies introduzidas acidentalmente como contaminantes em animais (vivos ou não) para criação (além do uso para alimentação) transportados por meio de atividades relacionadas ao homem. Inclui o material/meio usado para seu transporte. Incluem-se aqui material do solo em cascos ou pés, sementes de plantas, invertebrados e outros contaminantes no corpo e pelagem de animais, ou sementes transportadas no trato digestório. Também estão inclusos aqui materiais que são necessários para o transporte dos organismos, como, por exemplo, a água que é utilizada para o transporte de espécies aquáticas. Incluem-se aqui as algas, todos os invertebrados e os peixes marinhos.

3.4 Parasitas em animais (inclusive espécies transportadas pelo hospedeiro/vetor)

Espécies de parasitas transportadas acidentalmente por um animal hospedeiro ou um animal que atua como vetor. Compreendem também organismos patogênicos. Estão inclusos aqui todos os invertebrados marinhos e os peixes.

4 Transporte como clandestino

Espécies introduzidas em ambientes naturais como passageiros clandestinos acidentais ou caronas em uma variedade de vetores.

4.1 Presença clandestina em navio/embarcação (exceto água de lastro e bioincrustação)

Espécies que foram introduzidas involuntariamente por carona em navios, barcos ou outras embarcações (por exemplo, submarinos), mas excluindo-se espécies transportadas na água de lastro ou via incrustação do casco. Esta subcategoria não inclui espécies que são contaminantes de outras espécies transportadas (intencionalmente ou não) por navios ou barcos, nem as espécies que estão associadas a qualquer carga, contêineres, embalagens, pessoas ou bagagens transportados pelo navio ou barco. Incluem-se aqui os invertebrados de vida livre e os peixes marinhos.

4.2 Água de lastro de navio/embarcação

Espécies que foram introduzidas involuntariamente por meio da água de lastro de navios e barcos. Neste tópico, estão incluídas as algas, os invertebrados e os peixes marinhos. Como exemplo, podemos citar o siri *Charybdis hellerii* (Bezerra; Almeida, 2005).

4.3 Bioincrustação em navio/embarcação

Espécies que foram introduzidas involuntariamente como organismos incrustantes de cascos em navios e barcos. Aqui foram incluídas as algas e os invertebrados incrustantes. Como exemplo, temos as espécies de coral-sol *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis* (Creed et al., 2017a).

4.4 Outro meio de transporte

Espécies que foram introduzidas involuntariamente por andarem de carona em outros meios de transporte que não aqueles já cobertos por outras vias clandestinas. Aqui estão considerados todos os meios de transporte marinhos que possam carregar de forma clandestina organismos marinhos e que não foram abordados anteriormente. Incluímos as algas, os invertebrados e os peixes marinhos.

5 Corredores

Espécies se espalhando para novas regiões ao longo de corredores de infraestrutura criados artificialmente, como pontes, túneis e canais (como o canal de Suez).

5.1 Canais/bacias/mares interconectados

Espécies que se espalham para novas regiões ao se dispersar através de cursos d'água artificiais conectando corpos d'água, bacias ou mares anteriormente desconectados. Incluímos aqui as algas, os invertebrados e os peixes marinhos.

6 Sem ajuda humana

Espécies que se espalham para novas regiões por dispersão natural, sem ação ou ajuda humana, de regiões onde eram exóticas e foram introduzidas por uma ou outra categoria de via anterior.

Algas, invertebrados e peixes marinhos são incluídos nesta categoria.

APÊNDICE 2 – DIRETÓRIO DE FONTES DE INFORMAÇÃO E CONTATOS

Apêndice 2.1 – Potenciais colaboradores e contatos de especialistas

Relação de instituições, setores e pessoas com potencial para integração ao PNADPRR na primeira etapa de estruturação, porque já realizam trabalho na área específica ou são taxonomistas em distintos grupos biológicos. Sempre que disponíveis, os nomes das instituições foram vinculados aos respectivos endereços eletrônicos.

Área de atuação	Exemplos de instituições ou setores que já atuam na área de EEIs / Taxonomistas
<p>Instituições de ensino e pesquisa, com foco em profissionais da área ambiental e afins que trabalham na área de invasões biológicas</p> <p>Ações: monitoramento, vistorias técnicas, ações de manejo e identificação de espécies</p>	<p>Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (CEBIMar - USP)</p> <p>Centros de Pesquisa e Conservação ICMBio listados na Portaria nº 74, de 9 de fevereiro de 2017</p> <p>Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências (UNIRIO) Dr. Igor Christo Miyahira</p> <p>Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR – UFC)</p> <p>Instituto Oceanográfico (USP)</p> <p>Laboratório de Ecologia de Invasões, Manejo e Conservação (LEIMAC – UFSC), Profa. Michele de Sá Dechoum</p> <p>Laboratório de Ecologia de Invasões e Conservação da Biodiversidade (UFLA), Prof. Rafael D. Zenni</p> <p>Laboratório de Ecologia Bentônica (Instituto de Biologia – UFBA)</p> <p>Laboratório de Bentos (UFRJ)</p> <p>Laboratório de Ecologia Marinha (LECOM – UFRN)</p> <p>Laboratório de Ecologia Marinha Bêntica (UERJ)</p> <p>Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas (Universidade Estadual de Londrina – UEL)</p> <p>Laboratório de Ictiologia Teórica e Aplicada (LICTA – UNIRIO, RJ) Dr. Luciano Neves dos Santos</p> <p>Laboratório de Botânica, Museu de Ciências (UNIVATES – RS)</p> <p>Laboratório de Ecoanatomia e Ecologia Vegetal (UFAC, Professor Marcus Athaydes)</p> <p>Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA, UNIVASF-PE, Pesquisador Matheus S. Asth, Analista Ambiental Bruna S.R. Souza e Professor Renato Garcia Rodrigues)</p> <p>Coordenação dos Planos de Ação Nacionais para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PAN Espécies Ameaçadas)</p> <p>Coordenação do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD)</p> <p>Coordenação do Programa Monitora – Unidades de Conservação Federais ICMBio</p> <p>Coordenação do Programa Reef Check (ICMBio)</p> <p>Coordenação do Projeto de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras para o Polo Pré-Sal (Bacia de Santos – SP)</p>

Área de atuação	Exemplos de instituições ou setores que já atuam na área de EEIs / Taxonomistas
Taxonomia	<p>Invertebrados marinhos – Ascidiacea, Rosana Rocha (UFPR)</p> <p>Invertebrados marinhos – Bryozoa, Leandro Manzoni Vieira (UFPE)</p> <p>Invertebrados marinhos – Cnidários, Carla Zilberberg (UFRJ) e Clóvis Castro (Museu Nacional do Rio de Janeiro – UFRJ)</p> <p>Invertebrados marinhos – Crustáceos, Cristiana Serejo (Museu Nacional do Rio de Janeiro – UFRJ)</p> <p>Invertebrados marinhos – Equinodermos, Carlos Renato Ventura (UFRJ) e Rafael Moura (UFRJ)</p> <p>Macroalgas, Maria Teresa Szechy (UFRJ)</p> <p>Invertebrados marinhos – Moluscos, Ricardo Absalão (UFRJ), Alexandre Pimenta (UFRJ) e Carlos Caetano (UNIRIO)</p> <p>Invertebrados marinhos – Poríferos, Guilherme Murici (Museu Nacional do Rio de Janeiro – UFRJ)</p> <p>Invertebrados marinhos – Poliquetas, Paulo Paiva (UFRJ)</p> <p>Peixes Marinho, Ana Clara S. Franco (UFRJ Rio de Janeiro – RJ)</p>
Associações de pescadores e piscicultores, criadores de animais, produtores de plantas e outras Ações: monitoramento, ações de manejo	<p>União das Associações Brasileiras de Pesca Subaquática (UABPS)</p> <p>Associação Paranaense de Pesca Subaquática (APAPES)</p> <p>A definir conforme áreas de atuação relevantes do PNADPRR</p>
Organizações da sociedade civil com atuação na área ambiental e/ou outras relacionadas ao tema Ações: manutenção de bases de dados de informações ambientais, geração de notificações, monitoramento, vistorias técnicas, ações de manejo	<p>Instituto Brasileiro de Biodiversidade (BrBio), Rio de Janeiro</p> <p>Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Santa Catarina</p> <p>Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA) – Campinas, SP</p> <p>Conservação Internacional</p> <p>WWF Brasil</p> <p>Instituto Triade</p>
Empresas públicas e/ou privadas que atuam em áreas naturais e/ou educação ambiental, como operadoras de mergulho, concessionárias de parques nacionais, agências de ecoturismo e educadores ambientais Ações: monitoramento, ações de manejo	<p>CCR Brasil, Rio Grande do Norte</p> <p>Pro Diver Centro de Mergulho, Porto Rico – PR</p> <p>Ecowater Technologies, controle de espécies exóticas aquáticas, Jose Luis Soler Martinez.</p> <p>Light Serviços de Eletricidade S.A. – Analista Ambiental Rinaldo Rocha</p> <p>Vale S.A. Instituto Tecnológico Vale – Guilherme Oliveira</p> <p>Vale S.A. Reserva Natural Vale – Márcio Santos Ferreira</p>

Área de atuação	Exemplos de instituições ou setores que já atuam na área de EEIs / Taxonomistas
<p>Conselhos Profissionais afetos à área de interesse Ações: disseminação de informações aos associados</p>	<p>Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV), Conselho Federal de Biologia (CFBio), Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA)</p>
<p>Cidadãos interessados em contribuir com ações de conservação ambiental, como pessoas cadastradas para realizar o abate de javali (<i>Sus scrofa</i>) conforme regulamentação legal, pesquisadores e profissionais autônomos, moradores em áreas de relevância com apreço pela natureza Ações: monitoramento, ações de manejo com orientação da coordenação do processo de alerta</p>	<p>A definir conforme áreas de atuação relevantes do PNADPRR e indicações de integrantes do GAT e de especialistas e/ou instituições para apoiar o PNADPRR</p>

Fonte: Compilação do autor

Apêndice 2.2 – Fontes de informação sobre manejo e espécies

[Base de Dados Global sobre Espécies Exóticas Invasoras](#). Invasive Species Specialist Group (ISSG), Nova Zelândia.

[Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras](#). Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Florianópolis – SC.

[Compêndio sobre Espécies Exóticas Invasoras](#). CABI, Reino Unido.

[Global Biodiversity Information Facility](#) (GBIF).

ICMBio. [Guia de Orientação para o Controle de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades](#)

[de Conservação Federais](#). 2019. Brasília – DF: ICMBio. 135p.

Apêndice 2.3 – Listas de espécies exóticas invasoras (EEIs)

Lista oficial de EEIs do estado do Distrito Federal: [Instrução Normativa nº 409/2018 – Ibram/Presi](#).

Lista oficial de EEIs do estado do Paraná: [Portaria IAP 059/2015](#).

Lista oficial de EEIs do estado do Rio Grande do Sul: [Portaria SEMA RS 79/2013](#).

Lista de EEIs do estado do Rio de Janeiro: Bergallo, H.G.; Silveira Filho, T.B.; Ziller, S.R. 2021. [Primeira lista de referência de espécies exóticas invasoras no estado do Rio de Janeiro – Brasil](#): implicações para pesquisas, políticas e manejo. *Bioinvasiones* 8(1): 3-18.

Lista oficial de EEIs do estado de Santa Catarina: [Resolução CONSEMA nº 8/2012](#) e instruções normativas complementares.

Apêndice 2.4 – Análises de risco e protocolos

O IBAMA vem desenvolvendo protocolos de análise de risco para diversos grupos biológicos. Contato: Ivan Teixeira, e-mail ivan.teixeira@ibama.gov.br

Análises de risco disponíveis no website do Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental: <https://institutohorus.org.br/analise-de-risco-para-especies-exoticas/>

Resultados de análises de risco por espécie disponíveis na Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras: <http://bd.institutohorus.org.br/especies>

APÊNDICE 3 – EXEMPLO DE PLANO DE RESPOSTA RÁPIDA NO AMBIENTE MARINHO

Apêndice 3.1 – Detecção precoce de invertebrado em porto marítimo

Detalhamento do caso e indicação de seguimento do Protocolo no Apêndice 5. Os nomes usados como exemplos são fictícios.

Item do plano	Descrição
Táxon	Nome científico: <i>Tubastraea tagusensis</i> e <i>Tubastraea coccinea</i> Nome comum: coral-sol
Caracterização do local	<i>Breve descrição do local, incluindo o acesso e o tipo de ambiente e quaisquer obstáculos ou dificuldades que a equipe executora possa encontrar para que haja preparação adequada</i> A detecção ocorreu em um porto onde as espécies de coral-sol ainda não tinham sido registradas. O porto não é de difícil acesso, sendo possível chegar de automóvel. O local de ocorrência é uma parede de concreto. A profundidade do local chega até 12 m. A visibilidade embaixo d'água é boa. A invasão não é extensa. Foram contabilizadas 11 colônias, todas próximas umas das outras, a cerca de 7 metros de profundidade.
Quem é responsável pela coordenação e quem apoia?	<i>Nome da(s) pessoa(s) envolvida(s) e funções</i> Mário Andrade – Responsável pela gestão do porto. Autoriza a equipe a entrar no porto e realizar o trabalho, tomando cuidado com o trânsito de embarcações. Dr. João Carlos – Pesquisador especialista da UERJ. Felipe Gusmão – Mergulhador que irá acompanhar o Dr. João Carlos, da operadora de mergulho local.
Método	<i>Indicação do(s) método(s) de controle a ser(em) utilizado(s), preferencialmente considerando métodos adicionais em caso de incerteza sobre a eficácia</i> O método indicado para o controle/erradicação é o que já vem sendo usado pelo Projeto Coral-Sol. As colônias serão retiradas com um ponteiro e martelo. Depois deverão ser armazenadas em sacos plásticos grossos e/ou caixas levadas para a embarcação e transportadas para terra, onde são descartadas como resíduo sólido ou usadas para pesquisa.
Monitoramento	<i>Indicação de quando deve ser realizado o monitoramento de resultados das ações de controle e o que a pessoa responsável deve fazer conforme a eficácia verificada; pode repetir o método já empregado ou utilizar novo método já predefinido</i> Após a retirada das colônias de coral-sol, o local deve ser monitorado a cada seis meses. O monitoramento deverá cobrir toda a região do porto, para verificar se não existe mais nenhum foco de invasão. Caso um novo foco seja detectado, o controle deve ser realizado no menor tempo possível. O monitoramento deverá ser continuado até que se comprove a erradicação, ou seja, que não sejam observadas novas colônias após um período de tempo que será definido com o apoio de especialistas.

Item do plano	Descrição
Comprovação da eficácia	<p><i>Indicação de como deve ser avaliada a eficácia, conforme o grupo biológico e o táxon em questão. Por exemplo, para plantas terrestres, a eficácia pode ser considerada “boa” se a população alvo do controle diminuiu, “média” se não aumentou e “baixa” se cresceu</i></p> <p>Se depois da primeira ação de resposta rápida, durante o monitoramento, não forem encontradas mais colônias de coral-sol, considera-se que a ação de resposta foi eficaz e o foco de invasão foi erradicado. Se houver menos colônias do que havia inicialmente, considera-se o controle eficaz; mas se a quantidade de colônias aumentou, considera-se que não foi eficaz e será preciso rever o método empregado ou estabelecer um programa de controle contínuo fora do PNADPRR.</p>
Materiais, equipamentos	<p><i>Listar os materiais e equipamentos necessários para a realização das ações de controle em campo, de modo que a pessoa responsável facilmente verifique se tem tudo à mão antes de sair a campo e se os equipamentos estão em ordem e funcionais</i></p> <p>Equipamentos e materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ponteira; • martelo; • sacos plásticos grossos; • caixas para acondicionamento do material retirado; • equipamento de mergulho; • água para beber; • veículo para deslocamento ao local; • combustível para o veículo. <p>Tempo estimado de trabalho, incluindo o acesso ao local: 6-7 horas</p>
Estimativa de custos	<p><i>Com base nos materiais, equipamentos e horas ou dias de trabalho necessários, fazer uma estimativa de custos para registro</i></p> <p>Materiais de consumo e combustível por ação de controle: R\$ 300,00 a R\$ 400,00.</p> <p>Equipamentos: R\$ 750,00 a R\$ 850,00.</p> <p>Total: R\$ 1.050,00 a R\$ 1.250,00 na primeira ação de controle com poucas colônias e somente um foco de invasão.</p> <p>Nas próximas saídas serão descontados os custos dos materiais permanentes.</p>
Análise de viabilidade	<p><i>Com base na disponibilidade de pessoas, materiais, equipamentos e recursos de custeio para as ações planejadas, explicar por que o plano de ação é considerado viável ou não. Em caso negativo, buscar apoio de parcerias externas para viabilizar a aplicação ou alterar o plano até chegar a uma alternativa viável</i></p> <p>Ponteiras e martelos são de fácil aquisição, assim como sacos plásticos grossos e caixas. Serão necessários dois mergulhadores que já contam com roupas de mergulho, sendo necessário o aluguel de cilindros de oxigênio para 6 horas de atividade. Verificando-se que o foco de invasão é pequeno, as chances de erradicação são grandes e o material usado no manejo é encontrado facilmente e de baixo custo, o plano de ação é considerado viável.</p>

Fonte: Compilação do autor

Apêndice 3.2 – Detecção de peixe exótico em Reserva Extrativista Marinha Federal

Detalhamento do caso e indicação de seguimento do protocolo no Apêndice 5. Os nomes usados como exemplos são fictícios.

Item do plano	Descrição
Táxon	Nome científico: <i>Pterois volitans</i> ; Nome comum: peixe-leão
Caracterização do local	Breve descrição do local, incluindo o acesso e o tipo de ambiente e quaisquer obstáculos ou dificuldades que a equipe executora possa encontrar para que haja preparação adequada A detecção foi feita por pescadores profissionais durante o trabalho em uma Reserva Extrativista Federal. Os pescadores pegaram a espécie exótica mais de uma vez no tempo de uma semana.
Quem é responsável pela coordenação e quem apoia?	Nome da(s) pessoa(s) envolvida(s) e funções Dr. Daniel Andrade – Professor da UFRJ. Marcelo Rabelo – Mergulhador que irá acompanhar o Dr. Daniel, da operadora de mergulho Scuba Rio.
Método	Indicação do(s) método(s) de controle a ser(em) utilizado(s), preferencialmente considerando métodos adicionais em caso de incerteza sobre a eficácia Dois mergulhadores utilizarão arpões para tentar a erradicação da EEI.
Monitoramento	Indicação de quando deve ser realizado o monitoramento de resultados das ações de controle e o que a pessoa responsável deve fazer conforme a eficácia verificada; pode repetir o método já empregado ou utilizar novo método já predefinido Após a eliminação dos indivíduos de peixe-leão, uma vistoria de monitoramento deverá ser realizada a cada seis meses. O monitoramento deverá cobrir toda a área onde foi realizado o avistamento, para verificar a presença de mais indivíduos. Caso novos indivíduos sejam detectados, serão planejados novos esforços de captura e eliminação. O monitoramento deve ser continuado até que não sejam avistados novos indivíduos no prazo de um ano após a ação de controle.

Item do plano	Descrição
Comprovação da eficácia	<p>Indicação de como deve ser avaliada a eficácia, conforme o grupo biológico e o táxon em questão. Por exemplo, para plantas terrestres, a eficácia pode ser considerada “boa” se a população alvo do controle diminuiu, “média” se não aumentou e “baixa” se cresceu</p> <p>Se depois da primeira ação de resposta rápida, durante o monitoramento, não forem encontrados mais indivíduos de peixe-leão, considera-se que a ação de resposta foi eficaz e o foco de invasão foi erradicado. Se houver menos indivíduos do que havia inicialmente, considera-se o controle eficaz; mas se a quantidade aumentou, considera-se que não foi eficaz e será preciso rever o método empregado ou estabelecer um programa de controle contínuo fora do PNADPRR.</p>
Materiais, equipamentos	<p>Listar os materiais e equipamentos necessários para a realização das ações de controle em campo, de modo que a pessoa responsável facilmente verifique se tem tudo à mão antes de sair a campo e se os equipamentos estão em ordem e funcionais</p> <p>Equipamentos e materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • arpão; • sacos para armazenamento; • equipamentos de mergulho para duas pessoas durante 5 horas de trabalho; • água para beber; • embarcação para deslocamento ao local; • combustível. <p>Tempo estimado de trabalho, incluindo o acesso ao local: 6-7 horas.</p>
Estimativa de custos	<p>Com base nos materiais, equipamentos e horas ou dias de trabalho necessários, fazer uma estimativa de custos para registro</p> <p>Materiais de consumo e aluguel de embarcação por ação de controle: R\$ 800,00.</p> <p>Equipamentos: R\$ 600,00.</p> <p>Diária do piloto da embarcação: R\$ 500,00.</p> <p>Diária do mergulhador: R\$ 400,00.</p> <p>Total de R\$ 2.300,00 por dia de trabalho, que neste caso equivale a uma ação de controle, dado que são poucos os indivíduos avistados.</p>
Análise de viabilidade	<p>Com base na disponibilidade de pessoas, materiais, equipamentos e recursos de custeio para as ações planejadas, explicar por que o plano de ação é considerado viável ou não. Em caso negativo, buscar apoio de parcerias externas para viabilizar a aplicação ou alterar o plano até chegar a uma alternativa viável</p> <p>Os equipamentos de mergulho para pelo menos dois mergulhadores, pesca submarina e embarcação para aluguel podem ser encontrados na ilha, em operadoras de mergulho. Verificando-se que o número de indivíduos da EEI é pequeno, as chances de erradicação são grandes e o material usado no manejo é encontrado facilmente, o plano de ação é considerado viável.</p>

Fonte: Compilação do autor

APÊNDICE 4 – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA MONITORAMENTO E CONTROLE

Apresentamos a seguir uma lista de materiais básicos para as ações de resposta rápida, conforme mencionados na descrição de métodos de monitoramento e controle.

Material permanente	Unidade	Finalidade
Macroalgas		
Estrutura de PVC para fotoquadrado	Unid.	Monitoramento
Máquina fotográfica digital	Unid.	Monitoramento
Quadrado de alumínio para raspagem	Unid.	Monitoramento
Espátula	Unid.	Raspagem de substrato consolidado em monitoramento e/ou controle
Sacos plásticos grossos	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Caixas	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Luvas de proteção	Pares	Proteção para o manuseamento dos equipamentos usados para o controle
Hipoclorito de sódio	Litros	Controle de macroalgas
Lona preta de PVC	Unid.	Controle de macroalgas
Invertebrados incrustantes		
Máquina fotográfica digital	Unid.	Monitoramento
Quadrado de alumínio para raspagem	Unid.	Monitoramento
Ponteira	Unid.	Controle de espécies incrustantes
Martelo	Unid.	Controle de espécies incrustantes
Espátula	Unid.	Raspagem de espécies de substrato consolidado
Sacos plásticos grossos	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Caixas	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Luvas de proteção	Pares	Proteção para o manuseamento dos equipamentos usados para o controle
Sacos pretos de polietileno grossos	Unid.	Controle de corais moles

Invertebrados de vida livre		
Busca-fundo	Unid.	Captura de comunidade intersticial (monitoramento)
Sacos de malha (0,5 mm)	Unid.	Separação de organismos intersticiais do sedimento (monitoramento)
Peneira (0,5 mm)	Unid.	Separação de organismos intersticiais do sedimento (monitoramento)
Rede fyke	Unid.	Captura de invertebrados
Rede seine	Unid.	Captura de invertebrados
Armadilha de pesca	Unid.	Monitoramento e captura
Ácido acético	Litro	Separação de <i>Ophiothela mirabilis</i> do hospedeiro
Sacos plásticos grossos	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Caixas	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Luvas de proteção	Pares	Proteção para o manuseamento dos equipamentos usados para o controle
Plâncton		
Garrafa Niskin	Unid.	Monitoramento do nano e microplâncton
Rede de plâncton	Unid.	Monitoramento do mesoplâncton
Vertebrados (peixes)		
Placa de PVC	Unid.	Monitoramento (anotação do censo visual)
Arpão	Unid.	Eliminação de EEIs de peixes
Lança	Unid.	Eliminação de EEIs de peixes
Puçá	Unid.	Captura de EEIs de peixes
Armadilha de pesca para peixes	Unid.	Captura de EEIs de peixes
Sacos de armazenamento	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Caixas	Unid.	Armazenamento após a retirada de EEIs
Outros equipamentos		
Embarcação de pesca de arrasto	-	Monitoramento e controle de invertebrados de vida livre e peixes
Embarcações de transporte	-	Caso necessário, levar a equipe de monitoramento e/ou de controle até os locais da detecção
Equipamento de mergulho	-	Equipamento para ações de monitoramento e/ou controle em regiões mais profundas

Fonte: Compilação do autor

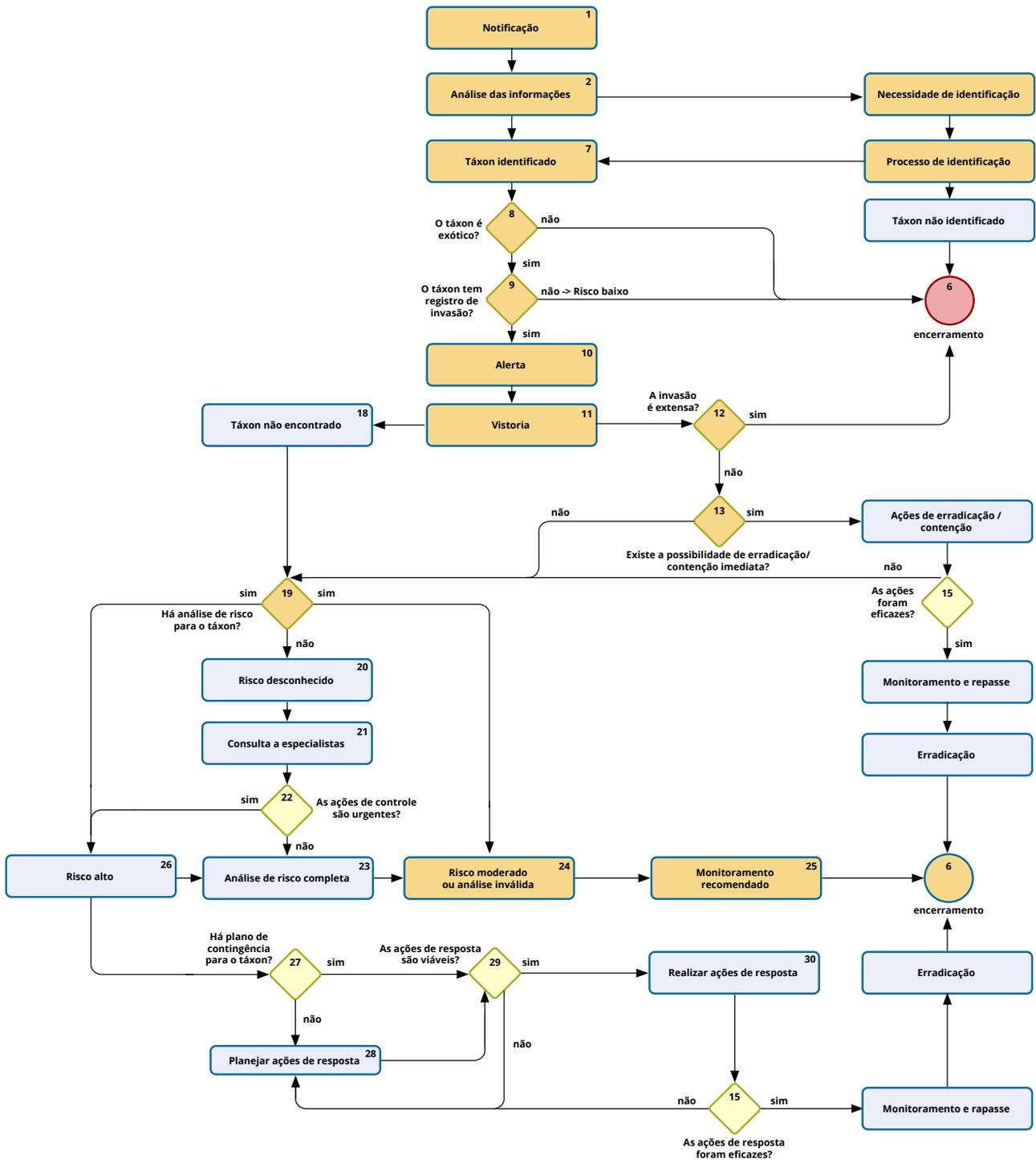
APÊNDICE 5 – EXEMPLOS DE USO DO PROTOCOLO APLICADO PARA O AMBIENTE MARINHO

A seguir apresentamos exemplos hipotéticos de notificações e seguimento do Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para o ambiente marinho. O caminho seguido no Protocolo está destacado nas figuras referentes a cada exemplo e a numeração está indicada no texto.

Apêndice 5.1 – Detecção precoce de invertebrado em porto marítimo

A partir de um programa de monitoramento, uma espécie de invertebrado incrustante nunca avistada antes num porto marítimo é detectada. Uma notificação é enviada ao órgão competente (1). Como as pessoas presentes no local não conhecem o táxon (2 e 3), o órgão competente solicita ajuda a especialistas para a identificação (4). As pessoas que fizeram a detecção coletaram o material e tiraram fotografias. As fotografias e as amostras biológicas são enviadas aos taxonomistas. O táxon é identificado (7) a um nível taxonômico que permite confirmar que é exótico ao local da ocorrência (8) e tem antecedentes de invasão (9). Nesse momento, o órgão competente emite um alerta (10) ao GAT e a pessoas e institutos cadastrados no programa de detecção precoce e resposta rápida para dar início às ações de resposta. Conforme verificado na vistoria (11), a invasão não é extensa (12), mas tampouco existe possibilidade de erradicação ou de contenção imediata (13). Verifica-se, então, se existe alguma análise de risco para a espécie (19). Uma análise de risco é encontrada para a espécie detectada e verifica-se que o risco é moderado (24). Nesse caso, nenhuma resposta é requerida, mas recomenda-se o monitoramento periódico (25) para verificar se o status de risco moderado se mantém. Em seguida encerra-se o Protocolo (6). O caminho seguido nesse exemplo é demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Detecção precoce de táxon exótico de invertebrado em porto marítimo (as etapas do Protocolo destacadas indicam o caminho seguido no exemplo)

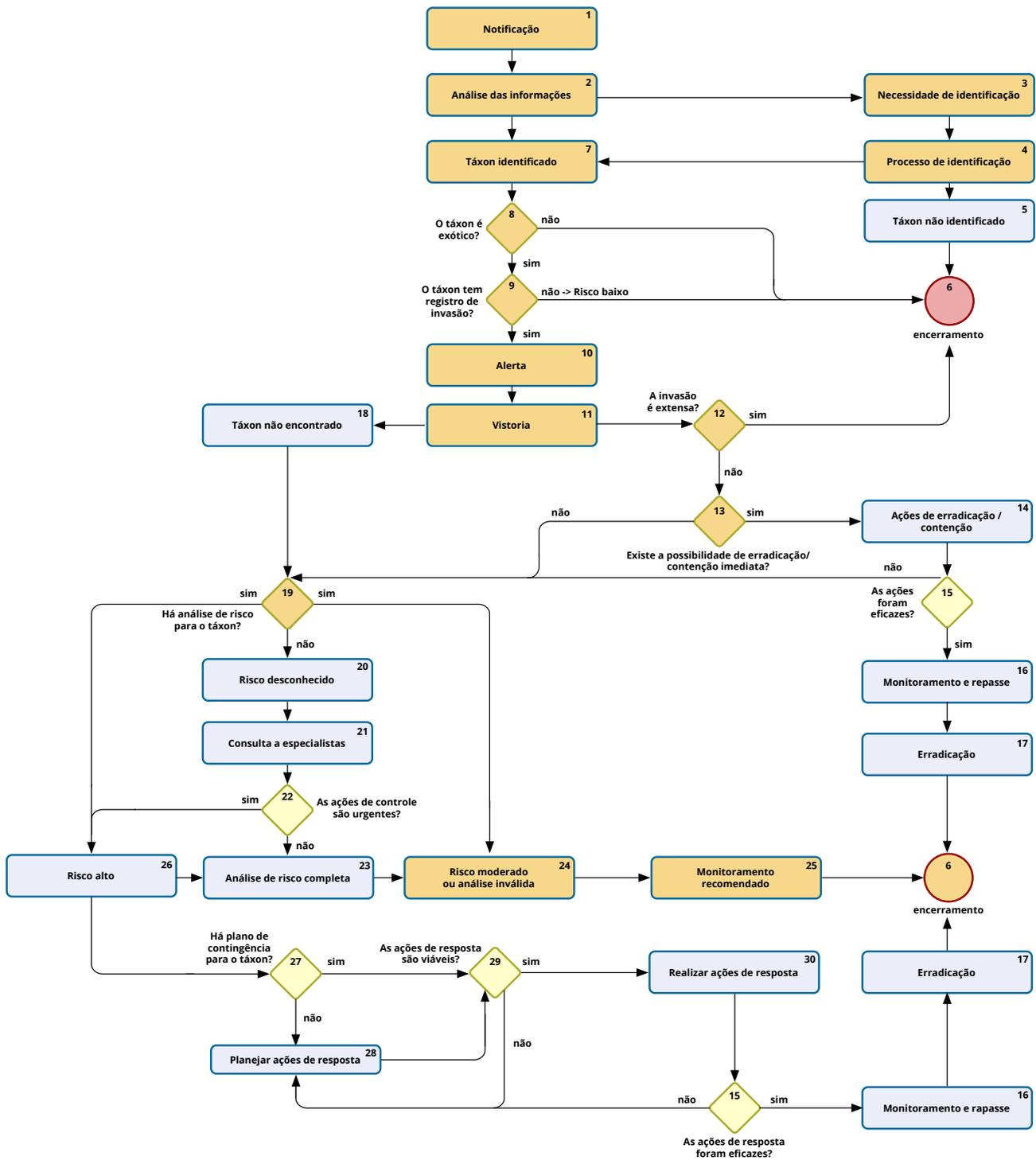


Fonte: Compilação do autor

Apêndice 5.2 – Detecção de peixe exótico em Reserva Extrativista Marinha Federal

Um grupo de pescadores profissionais, durante uma semana de trabalho em uma reserva extrativista, pescam mais de uma vez na semana um peixe que nunca havia sido visto antes, determinando uma detecção ocasional. Sem saber como proceder, eles entram em contato com a agência ambiental local. Os funcionários da agência ambiental tampouco têm conhecimento sobre a espécie (3), mas os pescadores entregam alguns indivíduos que foram capturados durante a pesca, viabilizando o registro através de fotografias. Uma notificação é enviada para o órgão competente (1) com as imagens dos indivíduos coletados. O órgão competente envia as fotografias para um taxonomista, que identifica o táxon (7), constata que é exótico ao local da detecção (8) e indica que ele tem histórico de invasão em outras regiões com base em referências científicas e técnicas (9). Em seguida, o órgão competente emite o alerta ao GAT e às pessoas responsáveis para dar início às medidas de resposta (10). Em se tratando de uma reserva extrativista federal, o ICMBio é designado para fazer a vistoria no local juntamente com um especialista (11). Na região são encontrados alguns indivíduos do táxon exótico. Todavia, durante a vistoria não é possível estimar o tamanho da população (12), tampouco se considera viável a erradicação ou o controle imediatos (13). Como o tamanho do foco de invasão não é conhecido, dá-se prosseguimento ao Protocolo. São encontradas análises de risco para o táxon (19). O risco é alto (26). É encontrado um plano de contingência (27). Feita a análise de viabilidade com resultado positivo (29), dá-se prosseguimento ao protocolo com a implementação de ações de controle visando a erradicação da EEI (30). Após algum tempo, estabelecido no planejamento com a ajuda de especialistas, verifica-se que a ação de resposta não foi eficaz (15), pois mais indivíduos são encontrados do que durante a vistoria inicial. Isso indica que é necessário retornar à etapa de planejamento (28). Mais uma vez, chegando a uma proposta viável (29), executam-se as ações de resposta (30). Dessa vez verifica-se que a população do táxon exótico diminuiu significativamente, provando a eficácia do método utilizado (15). Inicia-se então a fase de monitoramento e repasse (16). Mais nenhum indivíduo é encontrado durante o tempo de monitoramento (17) e dá-se por encerrado o Protocolo (6). O caminho seguido nesse exemplo é demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Detecção precoce de peixe exótico em Reserva Extrativista Marinha Federal (as etapas do Protocolo destacadas indicam o caminho seguido no exemplo)



Fonte: Compilação do autor



ESTRATÉGIA NACIONAL PARA
**ESPÉCIES EXÓTICAS
INVASORAS**



PRÓ
ESPÉCIES

Todos contra a extinção



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

