

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



**Brasília/DF**  
**MMA**  
**2024**

© 2024 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima ou sítio da Internet no qual podem ser encontrados os originais em [https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manual\\_invasoras\\_terrestre\\_24.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manual_invasoras_terrestre_24.pdf)

## Equipe Técnica:

### Texto

Sziller Planejamento e Consultoria Ambiental

### Equipe técnica MMA

Carlos Targino

José Renato

Rodrigo Braga

Ronaldo Morato

Tatiane 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

*Callithrix jacchus* - ©Humberto Tan - WWF

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 terrestre no Brasil, incluindo protocolo específico [recurso eletrônico] / Departamento de Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade – Brasília, DF: MMA, 2024.

92 p. : il.

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88265-67-3 (on-line)

1. Ecossistemas terrestres. 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

Biblioteca Nacional do Meio Ambiente  
Ana Lúcia C. Alves – CRB1/2017

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Campos recomendados para o registro de notificações de ocorrência de espécies exóticas.....	40
<b>Tabela 2</b> – Fontes de informação para verificação de antecedentes de invasão de espécies exóticas .....	44
<b>Tabela 3</b> – Respostas a níveis de risco para invasões biológicas, conforme resultados da avaliação de risco .....	51
<b>Tabela 4</b> – 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 de detecção precoce e resposta rápida.....	52
<b>Tabela 5</b> – <i>Checklist</i> da análise de viabilidade para ações de resposta rápida .....	54
<b>Tabela 6</b> – Técnicas de controle de plantas exóticas invasoras .....	57
<b>Tabela 7</b> – Métodos de controle de fauna exótica invasora .....	61

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Diagrama da fase de preparo de programas de detecção precoce e resposta rápida .....	26
<b>Figura 2</b> – Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras.....	37
<b>Figura 3</b> – Detecção precoce de gramínea exótica em UC estadual .....	90
<b>Figura 4</b> – Detecção precoce de ave exótica em ambiente terrestre .....	92

## LISTA DE ABREVIATURAS

CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica

EEl – espécie exótica invasora

EPI – equipamento de proteção individual

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

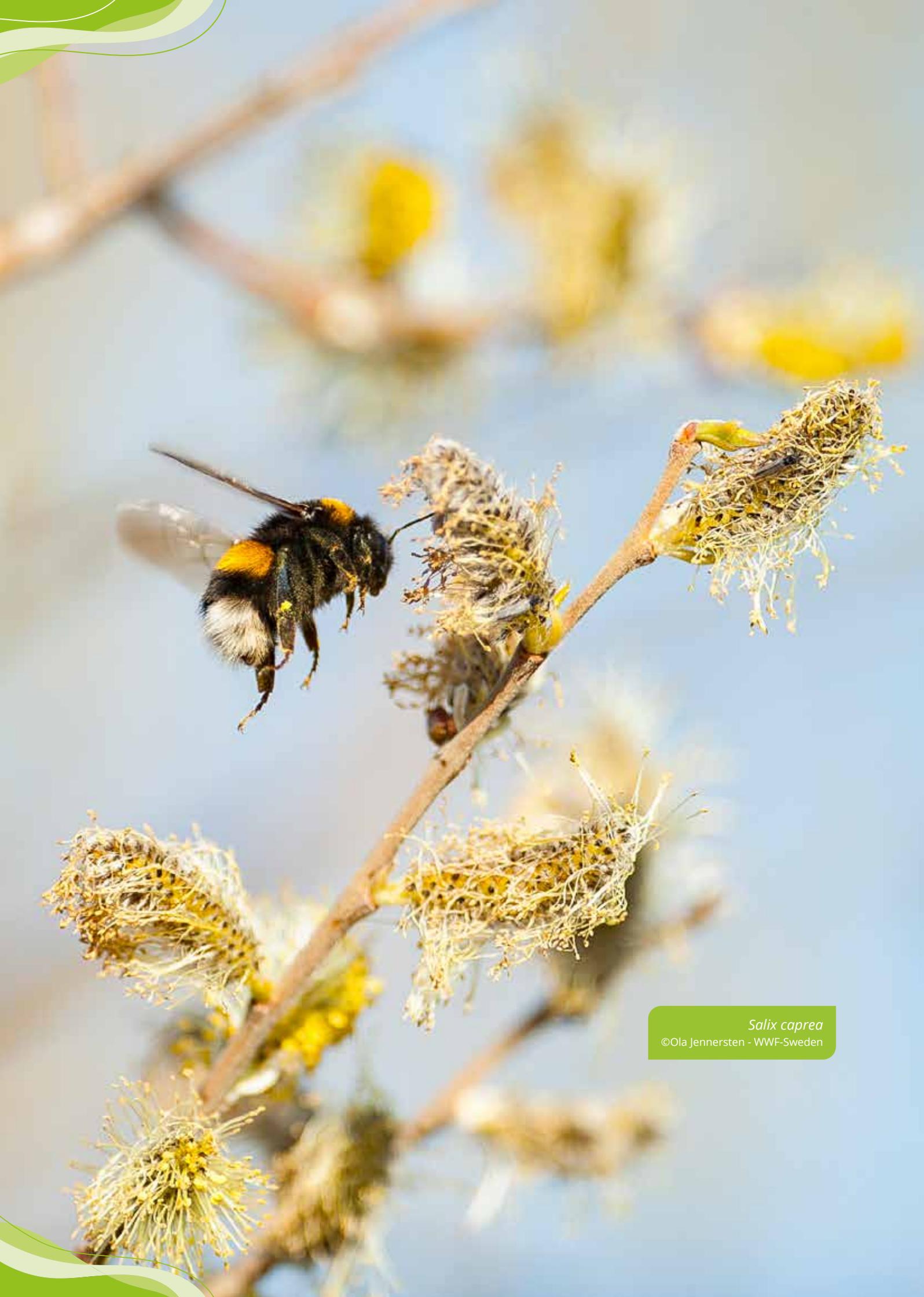
PAN – Plano de Ação Nacional

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



*Salix caprea*  
©Ola Jennersten - WWF-Sweden



# SUMÁRIO

<b>Apresentação .....</b>	<b>11</b>
<b>1 Informações básicas .....</b>	<b>13</b>
1.1 Ecossistemas e grupos biológicos contemplados .....	13
1.1.1 Os ecossistemas terrestres no Brasil .....	13
1.1.2 Os grupos biológicos contemplados neste manual .....	15
1.2 Vias/vetores de introdução e dispersão .....	17
1.3 Definição de áreas de relevância para detecção precoce .....	18
1.3.1 Áreas sob proteção legal.....	18
1.3.2 Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas.....	19
1.3.3 Suscetibilidade à chegada de propágulos de espécies exóticas invasoras (EELs) .....	19
1.3.4 Ocorrência de iniciativas de produção, cultivo ou criação .....	21
<b>2 Detecção precoce e resposta rápida para espécies exóticas invasoras.....</b>	<b>23</b>
2.1 Fase de preparo .....	23
2.2 Etapas do processo de detecção precoce e resposta rápida.....	24
2.2.1 Vigilância e monitoramento .....	27
2.2.1.1 Tipos de vigilância e monitoramento .....	28
Vigilância e monitoramento passivos.....	28
Vigilância e monitoramento ativos .....	29
2.2.1.2 Métodos de vigilância e monitoramento .....	30
Plantas.....	30
Monitoramento e vigilância em áreas naturais, incluindo unidades de conservação (UCs) .....	31
Animais.....	33
Invertebrados .....	33
Anfíbios e répteis .....	34
Aves.....	34
Mamíferos.....	34

2.3 Interpretação do Protocolo .....	36
2.3.1 Notificação .....	36
2.3.2 Identificação e triagem.....	37
2.3.2.1 Processo de identificação .....	38
2.3.2.2 Avaliação de risco rápida.....	40
2.3.3 Alerta .....	42
2.3.4 Vistoria, caracterização da invasão e erradicação imediata.....	42
2.3.5 Avaliação de risco .....	46
2.3.6 Planos de resposta rápida .....	49
2.3.6.1 Análise de viabilidade .....	51
2.3.7 Execução de ações de resposta rápida.....	52
2.3.7.1 Estratégias e métodos de erradicação e controle.....	52
Plantas.....	53
Controle mecânico.....	53
Queima prescrita .....	54
Controle químico.....	55
Controle biológico.....	56
Animais.....	57
Captura.....	57
Abate com arpão.....	57
Abate com arma de fogo.....	58
Uso de iscas de veneno.....	58
Métodos contraceptivos.....	58
Cercas para isolamento.....	58
2.3.8 Monitoramento posterior e repasse .....	60
2.3.8.1 Avaliação de eficácia das ações de resposta.....	60
Plantas.....	61
Animais.....	62
<b>3 Considerações finais.....</b>	<b>65</b>
<b>Referências .....</b>	<b>66</b>

<b>Glossário .....</b>	<b>69</b>
<b>Apêndice .....</b>	<b>71</b>
Apêndice 1 – Vias e vetores de introdução e dispersão .....	71
Apêndice 2 – Diretório de fontes de informação e contatos.....	80
Apêndice 2.1 – Potenciais colaboradores e contatos de especialistas .....	80
Apêndice 2.2 – Fontes de informação sobre manejo e espécies.....	82
Apêndice 2.3 – Listas de espécies exóticas invasoras (EElS).....	82
Apêndice 2.4 – Protocolos de análise de risco .....	82
Apêndice 3 – Exemplos de plano de resposta rápida no ambiente terrestre.....	83
Apêndice 3.1 – Detecção precoce de gramínea exótica invasora em UC estadual .....	83
Apêndice 3.2 – Detecção precoce de ave em ambiente terrestre .....	85
Apêndice 4 – Materiais e equipamentos para monitoramento e controle .....	87
Apêndice 4.1 – Plantas .....	87
Apêndice 4.2 – Animais .....	88
Apêndice 5 – Exemplos de aplicação do Protocolo .....	89
Apêndice 5.1 – Detecção precoce de gramínea em Unidade de Conservação Estadual....	89
Apêndice 5.2 – Detecção precoce de ave em ambiente terrestre .....	91



*Anolis carolinensis*  
©Kenny Onufrock - WWF-US

# 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 terrestres. O Protocolo se fundamenta no modelo do Protocolo Geral, elaborado como produto anterior desta consultoria (Produto 5.1), porém este manual inclui 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). O objetivo principal é facilitar a compreensão do processo de detecção precoce e das alternativas disponíveis para cada etapa de aplicação do Protocolo, 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.

Este manual foi submetido a consulta pública juntamente com os demais protocolos para ambientes dulcícolas e marinhos. 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.



*Streptopelia decaocto*  
©Ola Jennersten - WWF-Sweden



# 1 INFORMAÇÕES BÁSICAS

Este manual para uso do Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida contempla o grupo de espécies terrestres e visa prover orientação detalhada sobre a aplicação das distintas etapas do processo de detecção precoce e resposta rápida. Contempla a indicação das vias e vetores de introdução e dispersão de espécies terrestres, uma proposta de critérios para priorização de áreas de relevância para vigilância e monitoramento focados na detecção precoce, a estrutura básica para a elaboração de planos de resposta rápida, orientação para a avaliação da eficácia de ações de resposta e uma explicação sobre o passo a passo do Protocolo que deverá guiar a tomada de decisão, além de sugestões de métodos de monitoramento e controle para distintos grupos biológicos. Os apêndices trazem indicações de fontes complementares de informação e exemplos de planos de resposta rápida e de aplicação do Protocolo.

O estabelecimento de parcerias com instituições que mantêm coleções zoológicas e herbários é de alta relevância para viabilizar a identificação de espécies detectadas, com apoio de taxonomistas, assim como para envolver profissionais na emissão de notificações de ocorrência. Alguns exemplos providos no decorrer do texto são ilustrativos e se referem a espécies amplamente disseminadas no território nacional às quais a abordagem de detecção precoce e resposta rápida é aplicável quando chegam a novas áreas de ocorrência, como pode ser o caso do caracol-gigante-africano (*Achatina fulica*) no estado do Rio Grande do Sul. De forma análoga, espécies nativas do Brasil, como alguns saguis (*Callithrix* spp.), foram levados para fora de sua área de distribuição natural e são exóticos invasores em diversos estados no bioma Mata Atlântica. A dispersão dessas populações em novas áreas igualmente deve ser foco de detecção precoce e de ações de resposta rápida a fim de evitar a expansão da invasão no território nacional.

## 1.1 ECOSISTEMAS E GRUPOS BIOLÓGICOS CONTEMPLADOS

### 1.1.1 Os ecossistemas terrestres no Brasil

Os ecossistemas terrestres brasileiros estão classificados em formações vegetacionais com subdivisões para cada tipo (IBGE, 2012):

- a) **Floresta:** vegetação dominada por árvores de alto porte, chegando a quatro estratos bem definidos (herbáceo, arbustivo, arvoreta/arbóreo baixo e arbóreo). As subformações florestais compreendem a Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Sempre Verde, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, estas também subdivididas de acordo com variações altitudinais ou edáficas, entre outros fatores ambientais. São exemplos de EEs nesses ambientes a leucena (*Leucaena leucocephala*) em áreas

degradadas, a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) e o dendê (*Elaeis guineenses*) na Floresta Atlântica, especialmente na região Nordeste, a uva-do-japão (*Hovenia dulcis*) e alfeneiros (*Ligustrum* spp.) na região Sul. Em termos de animais, várias áreas de Floresta Atlântica estão invadidas por saguis (*Callithrix* spp.) nativos na região Nordeste, assim como pela rã-touro (*Aquarana catesbeiana*) e pelo javali (*Sus scrofa*), sendo também comum a predação de espécies nativas por animais domésticos, especialmente cães (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis catus*).

- b) **Savana:** vegetação com dominância compartilhada de estratos arbóreos e herbáceos, sendo as árvores relativamente pequenas (3-10 m de altura), em geral espaçadas e com copas amplas. A vegetação herbácea é praticamente contínua, formando um tapete entre as árvores e os arbustos. A savana compreende quatro subformações: savana florestada ou cerradão, savana arborizada ou campo cerrado, savana parque e savana gramíneo-lenhosa. O principal problema de invasão biológica nesses ambientes está relacionado à introdução de gramíneas forrageiras, em geral de origem africana, como braquiária (*Urochloa* spp.), capim-de-rhodes (*Andropogon gayanus*), capim-colonião (*Megathyrsus maximus*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*), além da cana-do-reino (*Arundo donax*). Entre as espécies animais, podemos citar o javali (*Sus scrofa*), sendo também comum a predação de espécies nativas por animais domésticos como cães (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis catus*).
- c) **Savana-Estépica:** refere-se à formação de Caatinga nas áreas áridas interplanálticas nordestinas (Sertão), no Alto Surumu em Roraima, na Depressão Mato-Grossense-do-Sul entre a Serra da Bodoquena e o Rio Paraguai (Chaco) e na interface da Barra do Rio Quaraí com o Rio Uruguai, no Rio Grande do Sul. As invasões biológicas mais expressivas nessas formações são representadas por algaroba (*Prosopis* spp.) e nim (*Azadirachta indica*) na Caatinga nordestina. Na Barra do Quaraí observa-se invasão do veado-axis (*Axis axis*) e do javali (*Sus scrofa*).
- d) **Estepe:** áreas de relevo plano ou suave ondulado recobertas por vegetação herbácea contínua, como a Campanha Gaúcha e os Campos Gerais na região Sul do Brasil. Subdivide-se em Estepe Arborizada ou Arbórea Aberta, Estepe Parque ou Campo Sujo e Estepe Gramíneo-Lenhosa ou Campo Limpo entremeado por florestas de galeria ao longo de cursos d'água. Nesses ambientes, ocorre invasão por pínus (*Pinus* spp.) sobre ecossistemas campestres e áreas degradadas, tojo (*Ulex europaeus*) e gramíneas africanas como braquiária (*Urochloa* spp.) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*). Estes ambientes se encontram invadidos pelo javali (*Sus scrofa*).
- e) **Campinarana:** termo regionalista brasileiro aplicado à área do alto Rio Negro, denominando áreas planas e alagadas de fisionomia variada, desde formações campestres até florestais de árvores finas, sobre Espodossolos. Não há registros específicos de invasão biológica nesses ambientes até o presente momento.
- f) **Formações Pioneiras:** referem-se a áreas caracterizadas pelo primeiro processo de ocupação por vegetação, sendo subdivididas em restingas, comunidades

aluviais e manguezais e campos salinos. As restingas são suscetíveis à invasão por pinus (*Pinus* spp.), acácias (*Acacia mangium*, *A. longifolia*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), castanheira (*Terminalia catappa*), aspargos ornamentais (*Asparagus* spp.) e gramíneas como braquiária (*Urochloa* spp.). As comunidades aluviais são invadidas por gramíneas como braquiárias aquáticas (*Urochloa plantaginea*, *U. ruziziensis*) e lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). Os manguezais e campos salinos são invadidos pela castanheira (*Terminalia catappa*), especialmente nos fundos de áreas de mangue.

- g) **Refúgios Vegetacionais:** áreas condicionadas por parâmetros ambientais muito específicos, como áreas de solo turfoso e cumes de serras, configurando relictos vegetacionais. Podem ser dominados por espécies herbáceas e arbustivas, como os campos de altitude, ou arbórea, como as matas nebulares em altitudes elevadas na borda leste do Planalto Meridional, caracterizadas por alta precipitação e presença de nuvens devido à condensação da umidade do mar. Esses ambientes são de alta fragilidade, sendo frequente a ocorrência de espécies endêmicas em função do grau de isolamento e das peculiaridades do ambiente. Os campos de altitude são especialmente suscetíveis à invasão por pinus (*Pinus* spp.), cujas sementes são carregadas pelo vento a partir de áreas mais baixas, assim como por gramíneas africanas como braquiárias (*Urochloa* spp.), capim-colonião (*Megathyrsus maximus*) e capim-elefante (*Pennisetum* spp.), entre outras.

A área de contato entre formações distintas, onde ocorre a mistura de duas ou mais floras, é denominada de ecótono. Cada um dos ecossistemas pode ser caracterizado, atualmente, por vegetação primária ou secundária em diferentes estágios sucessionais. Ambientes convertidos para uso agrícola, florestal ou urbanizados são considerados como parte dos ecossistemas acima listados, ainda que as prioridades de gestão e manejo desta iniciativa tenham foco em ambientes naturais. Ressaltamos que a degradação dos ambientes facilita a invasão por espécies exóticas, mesmo porque nem ecossistemas conservados estão imunes à invasão.

### 1.1.2 Os grupos biológicos contemplados

Este manual faz referência aos seguintes grupos biológicos de ambientes terrestres, para os quais estão citados alguns exemplos de EEIs:

- a) **Plantas:** este grupo contempla todos os tipos de plantas terrestres, como árvores, arbustos, palmeiras, ervas, gramíneas, trepadeiras, cactos, samambaias, briófitas (musgos) e suculentas. Mais da metade das plantas exóticas invasoras presentes no Brasil foi introduzida para uso ornamental, a exemplo da trapoeraba-roxa (*Tradescantia zebrina*), beijinho (*Impatiens walleriana*), aspargo-ornamental (*Asparagus* spp.), jiboia (*Epipremnum pinnatum*), singônio (*Syngonium* spp.), comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia* spp.), cheflera (*Schefflera* spp.), piteira (*Furcraea foetida*), trepadeiras como madressilva (*Lonicera japonica*) e amarelinha (*Thunbergia*

*alata*), plantas arbóreas como ipê-de-jardim (*Tecoma stans*), castanheira (*Terminalia catappa*) e jambo (*Syzygium jambos*) e palmeiras como rabo-de-peixe (*Caryota urens*), palmeira--leque-da-china (*Livistona chinensis*), palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix cunnighamiana*) e palmeira-imperial (*Roystonea oleracea*), entre outras. Entre as árvores cultivadas para fins alimentares e para sombra destacam-se jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), dendê (*Elaeis guineensis*), goiabeira (*Psidium guajava*), nêspera (*Eriobotrya japonica*) e uva-do-japão (*Hovenia dulcis*). Árvores empregadas na produção florestal incluem os gêneros *Pinus*, *Eucalyptus* e *Acacia*, assim como nim (*Azadirachta indica*) e munguba (*Pachira aquatica*) para fins agroflorestais. Entre as plantas forrageiras, estão amplamente disseminadas braquiárias (*Urochloa* spp.), capim-colonião (*Megathyrsus maximus*), capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), capim-andropogon (*Andropogon gayanus*), capim-gordura (*Melinis minutiflora*), capim-annoni (*Eragrostis plana*) e grama-bermuda (*Cynodon dactylon*), assim como espécies arbóreas como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e a algaroba (*Prosopis* spp.).

- b) **Invertebrados:** neste grupo está incluída uma diversidade de espécies, como aranhas, centopeias, escorpiões, crustáceos, insetos, isópodos, minhocas, moluscos, nematoides e outros. São exemplos de invertebrados exóticos invasores no Brasil a abelha-africanizada *Apis mellifera*, o mosquito-da-dengue (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*), o caracol-gigante-africano (*Achatina fulica*), o besouro-rola-bosta-africano (*Digitonthophagus gazela*), a joaninha (*Harmonia axyridis*), a formiga-cabeçuda (*Pheidole megacephala*) e a minhoca-vermelha-da-califórnia (*Eisenia fetida*).
- c) **Vertebrados:** este grupo está subdividido em quatro classes de animais terrestres, a saber:
- d) **anfíbios** (sapos, rãs, pererecas, cobras-cegas, salamandras, jias), como rã-touro (*Aquarana catesbeiana*), perereca-das-bromélias (*Phyllodites luteolus*), perereca-assobiadora (*Eleutherodactylus johnstonei*), perereca-de-banheiro (*Scinax x-signatus*) e rã-pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*);
- répteis (serpentes, lagartos, jacarés, tartarugas, cágados, jabutis) como tigre-d'água-americano (*Trachemys scripta*) e tigre-d'água (*T. dorbigni*), nativo no Rio Grande do Sul, comercializados como animais de companhia;
  - aves, como estorninho (*Sturnus vulgaris*), corvo (*Corvus albus*), pombo-doméstico (*Columba livia*), caturrita (*Myiopsitta monachus*), periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), periquito-rico (*Brotogeris tirica*), bico-de-lacre (*Estrilda astrild*), pardal (*Passer domesticus*) e garça-vaqueira (*Bubulcus íbis*); e
  - mamíferos (roedores, coelhos, lebres, primatas, felinos, canídeos, mustelídeos etc.), como javali (*Sus scrofa*), lebre-europeia (*Lepus europaeus*), cervo-axis (*Axis axis*) e algumas espécies de primatas deslocados de seus ambientes de origem dentro do território brasileiro, como sagui (*Callithrix* spp.), mico-leão-de-cara-

-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) e mico-de-cheiro (*Saimiri sciureus*), cão doméstico (*Canis familiaris*), gato doméstico (*Felis catus*), rato (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*) e camundongo (*Mus musculus*).

Listagens de EEl de risco iminente de introdução (denominadas de contidas ou ausentes) e de espécies presentes no Brasil estão disponíveis para referência no Apêndice 2.

## 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 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 EEl 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.

As categorias de vias/vetores de introdução mais relevantes são: soltura na natureza (como espécies com interesse de caça), escape de confinamento (como fuga ou soltura de animais de estimação e dispersão de plantas ornamentais), transporte como contaminante (como espécies transportadas junto a material de viveiro), transporte como clandestino (como espécies transportadas em cargas que não são percebidas, como larvas de insetos em embalagens de madeira ou larvas aquáticas em água de lastro), corredor (por passagem através de estradas ou pontes) e sem ajuda humana (por dispersão natural após ser introduzida em um local) (Harrower *et al.* 2018 in CBD/SBSTTA/22/INF/9). Uma descrição das vias/vetores está disponível no Apêndice 1 e mais detalhes sobre as vias/vetores podem ser obtidos no [documento guia da Convenção sobre Diversidade Biológica \(Harrower \*et al.\*, 2018 in CBD/SBSTTA/22/INF/9\)](#).

A maior parte das introduções de plantas e vertebrados terrestres se deve ao escape ou à soltura de espécies introduzidas intencionalmente a partir de cultivo ou criação (Faulkner *et al.*, 2016; Hulme *et al.*, 2008). A principal via/vetor de introdução e dispersão de plantas exóticas invasoras em ambientes terrestres no Brasil é o comércio de plantas para fins ornamentais (MMA, 2020; Zenni, 2013), que se destaca fortemente em relação a outras vias, como fins forrageiros em segundo lugar e, em menor proporção, agricultura, agrofloresta, produção florestal, introdução acidental e recuperação de áreas degradadas – nesse último caso, quando do uso de espécies exóticas sem conhecimento do risco de invasão (Zenni, 2013). Por outro lado, graminéas forrageiras e árvores introduzidas para produção florestal, ainda que representadas

por um número menor de espécies, estão amplamente disseminadas no país, como no caso de braquiárias (*Urochloa* spp.), pínus (*Pinus* spp.) e acácias (*Acacia mangium*, *A. mearnsii*), assim como espécies usadas em sistemas agroflorestais, como nim (*Azadirachta indica*), munguba (*Pachira aquatica*), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e frutíferas exóticas (Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2022).

Para a fauna de vertebrados, a principal via/vetor de introdução em termos globais é o comércio de animais de estimação e de animais para terrários, assim como de animais de criação e introduzidos para fins de caça. No caso dos invertebrados, observa-se uma mudança ao longo do tempo, pois até o final do século XX o volume de introduções não intencionais era dominante para artrópodos, especialmente como contaminantes em mercadorias, passando para segundo lugar em função de outros interesses (Essl *et al.*, 2015), como fins alimentares para pessoas e animais de criação, produção de seda, uso em laboratório, reabilitação de solos, terrários, exibição de animais vivos, polinização, relocação para fins de conservação, processamento de resíduos, produção de tinturas, animais de companhia, comida para animais de companhia, uso ornamental, isca viva para pesca, uso medicinal e armas biológicas (Kumshick *et al.*, 2015).

### **1.3 DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RELEVÂNCIA PARA DETECÇÃO PRECOCE**

A definição de áreas de relevância para monitoramento visando a detecção precoce é necessária para que se possa otimizar esforços e maximizar oportunidades de erradicação de focos de invasão biológica em áreas importantes para a conservação da biodiversidade e a manutenção de serviços ecossistêmicos, assim como para cobrir áreas com elevada probabilidade de chegada ou de dispersão de propágulos de espécies exóticas. A fim de definir essas áreas, entende-se que é importante, antes de tudo, definir critérios que orientem essas escolhas. Para ser efetiva, a priorização deve considerar não somente as EEIs e as vias/vetores de introdução e dispersão, mas também os ambientes e as áreas mais sensíveis e suscetíveis à invasão (McGeoch *et al.*, 2016).

Apresentamos a seguir uma proposta de critérios que devem ser levados em consideração quando da definição de áreas de relevância para detecção precoce de EEIs. O cruzamento de informações entre esses critérios leva à melhor indicação possível para a definição de prioridades. Assim sendo, esse processo é dinâmico e deve ser aperfeiçoado e atualizado com o passar do tempo.

#### **1.3.1 Áreas sob proteção legal**

Áreas legalmente destinadas à conservação ambiental, como 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, como, por exemplo, 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.

A formação de guarda-parques e gestores e a provisão de materiais e equipamentos são imprescindíveis para viabilizar a implementação de ações de resposta rápida.

### **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 (EEIs)**

Em função do trânsito de pessoas, áreas onde há transporte ou atividades produtivas que incluem EEIs 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 aeroportos e portos, pela chegada de pessoas e cargas, assim como atividades comerciais que utilizem EEIs ou usem meios de transporte que dispersam propágulos através de veículos, mercadorias ou material ambiental, entre outros.

A partir do conhecimento da presença de EEIs em países vizinhos, podem ser identificados pontos de fronteira onde é mais importante estabelecer medidas de vigilância e monitoramento para prevenir a entrada de plantas ou animais exóticos. Esta

abordagem tem ligação com o tráfico de animais silvestres, caso em que poderia se encaixar o javali (*Sus scrofa*), trazido para o Brasil a partir do Uruguai pelo interesse de criação e caça (Deberdt; Scherer, 2007; Desbiez *et al.*, 2011). Também se refere ao trânsito de animais exóticos introduzidos em países vizinhos que vêm expandindo sua área de ocorrência, como cervo-axis (*Axis axis*), que entrou no Brasil a partir do Uruguai (Sponchiado *et al.*, 2011), a lebre-europeia (*Lepus europaeus*), que entrou no país a partir da Argentina (Grigera; Rapoport, 1983), e o estorninho (*Sturnus vulgaris*), que também entrou a partir da Argentina, onde foi introduzido na década de 1980 (Silva *et al.*, 2019).

Ainda, serviços postais e de encomendas são considerados uma via de entrada importante, especialmente para a chegada de sementes de plantas ornamentais ou de uso agrícola adquiridas por comércio via internet. A partir da chegada, viveiros de plantas ornamentais e para fins de agricultura são fontes potenciais de dispersão de EEIs, a exemplo da introdução de capim-annoni (*Eragrostis plana*) no Rio Grande do Sul por contaminação de sementes de gramíneas forrageiras na década de 1950.

### **1.3.4 Ocorrência de iniciativas de produção, cultivo ou criação**

As áreas próximas a estruturas ou áreas de produção, cultivo ou criação de EEIs, especialmente quando localizadas em áreas importantes para a conservação da biodiversidade, incluindo zonas de amortecimento de UCs de proteção integral, tendem a ser invadidas primeiro em caso de escape de indivíduos. A existência de iniciativas de produção de espécies com potencial invasor deve ser considerada como um critério adicional para indicar prioridades para monitoramento e controle em áreas consideradas relevantes nas proximidades. Informações disponíveis a partir de processos de licenças e cadastros devem ser aproveitadas como base para análise e verificação da ocorrência de EEIs.

Dada a vasta distribuição de iniciativas de produção, cultivo ou criação com EEIs no país, desde plantios florestais, cultivo de plantas ornamentais ou criação de animais, estas áreas podem ser usadas para indicar, de duas formas, a necessidade de monitoramento ou vigilância: primeiro, pela inclusão, em processos de licenças, de atividades de monitoramento e controle contínuos; segundo, como critério adicional na escolha de áreas prioritárias, como UCs ou áreas de ocorrência de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção localizadas nas proximidades.



*Arundo donax*  
©Nicole Franco - WWF-US

# 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 as autoridades competentes. 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, ou 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:

- a) **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 *Pinus*, *Ligustrum* ou *Urochloa*. 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 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 que devem receber o alerta 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:** explica as avaliações que fazem parte do Protocolo e quando realizar avaliação de risco completa. As avaliações de risco visam corroborar a necessidade de realizar intervenções de controle, partindo de uma versão simplificada que 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, 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 inexecuível. 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, incluindo listas estaduais de espécies.

### **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. A aplicação de programas de monitoramento e de processos de vigilância visam 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 de fauna e flora, instituições públicas e não governamentais ligadas ao meio ambiente, podendo também ser realizadas pela sociedade civil, como controladores de javali, amantes da natureza, turistas 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 a 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 se caracterizam pela observação e posterior notificação de espécies exóticas com potencial invasor feitas em 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) e do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) podem informar a ocorrência de espécies exóticas, quando encontradas.

Para tanto, devem ser buscadas alianças com instituições de ensino, pesquisa e extensão rural, e 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 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 EEIs 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 EEIs no contexto em questão é importante para fundamentar as estratégias de prevenção, detecção precoce, erradicação e controle necessárias, 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 das áreas 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 visitação 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 de sementes de plantas e outros propágulos 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 no manual.

Esses métodos foram compilados a partir de referências bibliográficas, experiência profissional e documentos recomendados pela CDB, sendo 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 a marcação de parcelas permanentes ao invés de aleatórias para áreas prioritárias (McGeoch; Squires, 2015).

Ressalta-se 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 nível nacional ou regional, desde que a gestão seja centralizada para a distribuição das demandas.

A verificação de informações em plataformas de observação e registro de espécies, como iNaturalist, WikiAves e outras, pode ser interessante, embora o volume de material a ser analisado e a incerteza na identificação por fotografias que muitas vezes não são claras possam dificultar a utilização. 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.

#### **Plantas**

O monitoramento ativo é realizado através do estabelecimento de rotinas de vistoria ou, sempre que possível, de amostragem, em áreas prioritárias. Podem ser levantamentos por observação, genéricos ou dirigidos a espécies em particular (Wittenberg;

Cock, 2001). A periodicidade de verificação se fundamenta no tempo necessário para que as plantas atinjam a idade reprodutiva, devendo ser menor para o caso de gramíneas e outras plantas herbáceas e maior para plantas arbóreas (Ziller *et al.*, 2020). Idealmente, a detecção deve ser realizada antes que haja estabelecimento de um banco de sementes no solo. A fim de maximizar as possibilidades de detecção precoce, devem ser disponibilizados listagens e outros materiais de referência sobre plantas exóticas invasoras ocorrentes na região, assim como realizados eventos de treinamento para reconhecimento de plantas exóticas invasoras já conhecidas na região (McGeoch; Squires, 2015). Independentemente das técnicas de monitoramento empregadas, o estabelecimento de cooperação com instituições de pesquisa científica, profissionais, especialistas e voluntários, no âmbito da ciência cidadã, é importante para potencializar a detecção de novas espécies e de novas ocorrências de espécies já introduzidas.

As ações de monitoramento ou vigilância podem ser realizadas por observação direta, por exemplo ao longo do percurso realizado rotineiramente por guarda-parques em UCs, ou com base em amostragem periódica, no caso de haver oportunidade de parceria com instituições de pesquisa, organizações da sociedade civil ou outros interessados. Esse procedimento pode ser necessário para determinados tipos de ambiente onde a ocorrência de EEIs seria pouco evidente nos estágios iniciais, como plantas herbáceas ou gramíneas em formações campestres. A dificuldade desses processos é que eles requerem conhecimento especializado e treinamento de pessoal para o reconhecimento de espécies (Wittenberg; Cock, 2001).

### **Monitoramento e vigilância em áreas naturais, incluindo UCs**

Quanto mais frágeis as áreas, mais difícil a restauração do ambiente ou, havendo ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas, maior a relevância para detecção precoce a fim de evitar o estabelecimento de EEIs. Por exemplo, formações campestres e de restinga são compostas por espécies herbáceas e arbustivas que não costumam ser produzidas em viveiros, ao mesmo tempo que são altamente suscetíveis à invasão por gramíneas exóticas ou árvores que invadem ecossistemas abertos (ex.: pínus *Pinus* spp., acácia *Acacia mangium*, leucena *Leucaena leucocephala*). Além disso, muitas dessas áreas são pouco acessíveis por veículos, requerendo horas de caminhada, por vezes em altas altitudes.

As trilhas de travessia de montanha em campos de altitude, por exemplo, atualmente oferecidas em algumas UCs, requerem monitoramento constante para evitar o estabelecimento de focos de invasão biológica. A limpeza de calçados, mochilas e equipamentos de visitantes e guias, antes do acesso às trilhas, é essencial para prevenir o aporte de sementes e outros propágulos a partir de áreas com EEIs. A limpeza de materiais e equipamentos deve ser feita de forma constante, inclusive após o uso de trilhas ou acesso a áreas remotas, para evitar a dispersão de propágulos. Ainda assim, o monitoramento periódico é fundamental para maximizar as oportunidades de erradicação de focos de invasão biológica e assegurar a proteção desses ambientes.

Uma verificação deve ser realizada pelo menos a cada 2-3 meses em trilhas de caminhada e pontos de visitação e acesso público, assim como em áreas onde seja realizado qualquer tipo de trabalho interno ou externo. A periodicidade precisa ser adaptada às condições

climáticas locais, por exemplo, em função de haver estação seca ou inverno pronunciado em que as plantas secam ou entram em dormência, ou a condições de alta fragilidade ambiental ou ocorrência de espécies ameaçadas de extinção. A vistoria a pé é importante para a identificação e eliminação imediata de focos de gramíneas exóticas, por exemplo, que comumente se instalam ao longo de vias de passagem. Guias de visitantes podem ser treinados para realizar essas vistorias e assegurar que não sejam deixados propágulos levados por visitantes, ou que focos iniciais de invasão sejam erradicados na primeira oportunidade. Em estradas e caminhos onde transitam veículos, o monitoramento pode ser realizado com uso de veículo, em baixa velocidade, vistoriando um lado de uma estrada no percurso de ida e o outro lado no percurso de retorno. A marcação com GPS de pontos de ocorrência dessas espécies facilita a produção de mapas para a identificação de vias de dispersão e o planejamento posterior para fins de erradicação ou controle.

No caso de gramíneas e plantas herbáceas de pequeno porte, o monitoramento em curtos espaços de tempo, mensalmente ou até menos a depender da espécie, ao menos nas estações favoráveis ao crescimento, é importante no intuito de prevenir a produção de sementes e o estabelecimento de banco de sementes no solo. Gramíneas como braquiárias podem atingir a idade reprodutiva em menos de 30 dias sob condições climáticas favoráveis.

A rotina de observação em ambientes florestais, quando focada apenas em plantas arbóreas ou arbustivas de maior porte, pode ser semestral ou mesmo anual, pois o tempo necessário para que essas espécies atinjam a maturidade tende a ser superior a um ou dois anos, pelo menos. De toda forma, a periodicidade de monitoramento deve ser ajustada a cada condição e grupo de espécies-alvo, quando definido.

Também se recomenda percorrer, ao menos uma ou duas vezes ao ano, ou com maior frequência quando houver fluxo de pessoas e veículos, áreas com presença de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção, a fim de assegurar que haja proteção delas contra invasão biológica. Nessas áreas, o cuidado com a limpeza prévia de calçados, roupas, materiais e equipamentos é ainda mais importante.

O uso de drones pode ser de grande utilidade em ecossistemas abertos para detectar a distribuição de EEIs que se destacam da vegetação natural, como no caso de invasão por árvores de *Pinus* spp. ou *Acacia mangium* em áreas de campo, cerrado ou restinga. Esses equipamentos podem servir como apoio à delimitação de focos de invasão em ecossistemas abertos (Lehmann *et al.*, 2017).

A elaboração de listas de espécies de potencial ocorrência local ou regional é um apoio importante para definir, nos determinados contextos, os tempos ideais de monitoramento com base nas características reprodutivas das espécies de ciclo mais curto em cada ambiente, levando em conta as condições climáticas e outras particularidades locais. De forma complementar, a análise das vias/vetores de introdução e dispersão facilita a identificação de áreas mais suscetíveis à chegada de propágulos e contribui para a definição de áreas de relevância para monitoramento.

O monitoramento deve ser realizado com equipamentos e materiais à mão que viabilizem a aplicação imediata de ações de controle voltadas à erradicação, especialmente em áreas

remotas ou de difícil acesso. Após a execução de ações de controle, cabe também o monitoramento, nesses casos, voltado à verificação da eficácia das ações de controle e reaplicação quando necessário (repasso), até que sejam alcançados os resultados desejados.

## **Animais**

Ações de vigilância e monitoramento focadas em animais se fundamentam igualmente na avaliação de áreas de maior suscetibilidade à chegada de propágulos, por exemplo, a partir de atividades de criação ou presença de espécies animais invasoras nas proximidades ou na região, assim como de animais domésticos, como cães e gatos, em áreas periurbanas ou rurais. De forma complementar, deve-se considerar a proteção de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção que possam ser impactadas em caso de invasão biológica.

Algumas técnicas que podem ser de auxílio na detecção são indicadas a seguir. Independentemente das técnicas empregadas, reiteramos que o estabelecimento de cooperação com instituições de pesquisa científica e amantes da natureza que realizam atividades ao ar livre é importante para potencializar a detecção de novas espécies e de novas ocorrências. Somam-se a isso a disponibilização de listagens e outros materiais de referência sobre animais exóticos que ocorrem na região e a realização de eventos de treinamento para reconhecimento, notificação e manejo de espécies ocorrentes em nível regional.

O envolvimento de instituições que mantêm animais exóticos como zoológicos, criadores e Centros de Triagem de Animais Silvestres pode ajudar a melhorar o nível de segurança para evitar escapes ou solturas indevidas, assim como gerar informação para detecção precoce quando da apreensão ou recolhimento de animais soltos ou abandonados.

## **Invertebrados**

O monitoramento para a detecção de invertebrados exóticos, em especial de novas espécies ou de espécies de pequeno porte, requer conhecimentos mais especializados do que para animais maiores, cujo reconhecimento é mais fácil. As atividades devem ser focadas em espécies particulares, desenhadas para haver repetição em distintas estações do ano, devem considerar habitats específicos e costumam requerer alta frequência para serem eficazes (Wittenberg; Cock, 2001).

O estabelecimento de cooperação com instituições de pesquisa é altamente relevante neste caso, em especial porque pode haver necessidade de realização de amostragens para que a detecção seja factível. Algumas espécies, como o caracol-gigante-africano (*Achatina fulica*) ou a abelha-africanizada (*Apis mellifera*), são amplamente conhecidas e de mais fácil reconhecimento, permitindo que pessoas locais sejam treinadas para fazer a detecção. No caso de organismos menores e pouco conhecidos, é difícil a detecção por pessoas sem treinamento científico.

O método de diagnóstico depende de cada grupo, envolvendo coleta de solo, uso de redes de coleta para lepidópteros e insetos ou uso de armadilhas luminosas. Para qualquer dos grupos, podem ser definidos transectos para observação ou amostragem periódica. A manutenção de esforços de amostragem pode ser bastante complexa e tende a ser melhor justificada no caso de haver espécies-alvo definidas, ou seja, haver iminência de invasão biológica por espécies reconhecidas como ameaça numa área ou região.

## **Anfíbios e répteis**

O número de EEIs de anfíbios e répteis no país é muito pequeno. A rã-touro (*Aquarana catesbeiana*) está amplamente distribuída, especialmente na Floresta Atlântica, porém pode ser levada para outros ecossistemas e ampliar sua área de invasão. A maioria dos anfíbios demanda rotinas de observação noturna e conhecimento especializado para localização de indivíduos e reconhecimento pela vocalização. O mesmo se aplica a répteis, cujas introduções através do comércio de animais de companhia têm aumentado, ainda que observações diurnas sejam mais factíveis com base nas áreas de descanso e reprodução. Para tanto, é preciso definir áreas específicas e visitá-las rotineiramente, por exemplo ao longo de transectos predefinidos, registrando as observações com base na vocalização ou na observação direta. Há referências sobre o uso de armadilhas não letais que utilizam camundongos como isca viva para captura de ofídios (Wittenberg; Cock, 2001). Buscar parcerias com instituições de ensino e pesquisa que possam contribuir com levantamentos de espécies e verificações periódicas é uma ótima alternativa para somar esforços.

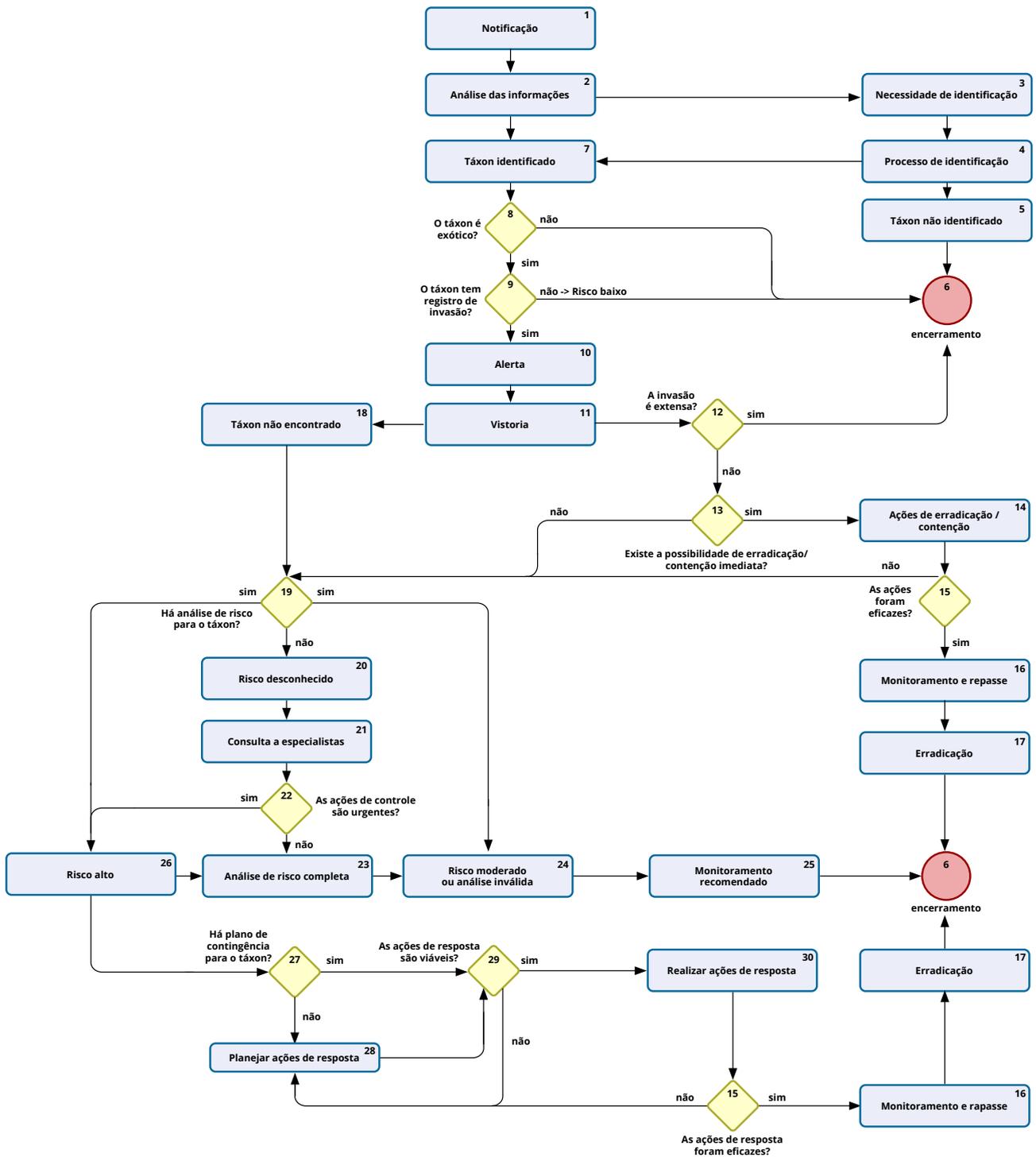
## **Aves**

Ainda que possa ser realizado monitoramento com uso de binóculos, por exemplo ao longo de transectos definidos nas áreas de interesse, a melhor solução é o estabelecimento de parcerias com observadores de aves e pesquisadores, pois o reconhecimento de espécies requer conhecimento especializado. O uso de armadilhas fotográficas e de gravadores autônomos (AudioMoths) também é interessante. A verificação de informações em websites como WikiAves pode prover informações valiosas, especialmente se for possível comunicar-se com observadores de aves e solicitar que, em caso de avistamento de aves exóticas, a informação seja veiculada ao órgão interessado. O primeiro registro de ocorrência do estorninho-europeu (*Sturnus vulgaris*) no Brasil, por exemplo, foi feito no WikiAves. O mapeamento de árvores frutíferas atrativas para aves em determinada estação do ano também pode facilitar esse tipo de monitoramento. Ainda assim, o número de espécies de aves exóticas invasoras no país é muito pequeno, e estabelecer monitoramento sem ter evidências ou alvos definidos pode, nesse caso, não gerar resultados interessantes.

## **Mamíferos**

De forma simples, a instalação de caixas de pegadas em trilhas, pontos de disponibilidade de água ou de alimento, como árvores frutíferas, ou mesmo cevas instaladas com esse objetivo, pode facilitar a detecção de EEIs, em especial de animais de maior porte (Wittenberg; Cock, 2001). Instalar armadilhas fotográficas nesses pontos é também uma alternativa importante. No uso de armadilhas de captura, devem ser usadas aquelas não letais a fim de evitar impacto a espécies não alvo, a não ser que se justifique a necessidade em situações específicas com base em evidências e análise técnica anterior. Animais de pequeno porte tendem a requerer maior intensidade de observações ou amostragem, que são facilitados quando há espécies-alvo definidas e a busca é realizada em habitats particulares e em distintas estações do ano (Wittenberg; Cock, 2001).

**Figura 2** – Protocolo de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida para Espécies Exóticas Invasoras (a numeração não é sequencial porque as alternativas do Protocolo não são lineares; as caixas com o mesmo número indicam etapas equivalentes que podem ocorrer em diferentes momentos)



Fonte: Compilação do autor

Todas as alternativas requerem revisão contínua e organização dos dados de observação, servindo ao mesmo tempo para registro de fauna nativa. Novamente, a disponibilidade de listas de referência de espécies exóticas que podem ocorrer numa região é importante para facilitar a detecção precoce, assim como o preparo técnico das pessoas que serão responsáveis pela tarefa e o uso de guias de pegadas e de identificação de fauna. Também é importante estabelecer parcerias com especialistas em diversos grupos para confirmar a identificação de espécies observadas e buscar referências sobre a ocorrência de espécies e os ambientes que preferencialmente ocupam.

## 2.3 INTERPRETAÇÃO DO PROTOCOLO

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 (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 ao órgão ambiental federal. 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 ou ponto focal designado pelos meios digitais e outros meios disponíveis, incluindo notificação presencial. 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 pelas pessoas ou equipes responsáveis pela execução da resposta rápida. A indicação da localização exata do foco de invasão, preferencialmente através de fotografias e/ou coordenadas geográficas, é fundamental para que o foco de invasão possa ser encontrado nas etapas posteriores para a execução de ações de controle. Igualmente, a indicação da espécie ou outro nível taxonômico, assim como o nome popular, quando conhecido, facilitam a identificação e agilizam o processo de tomada de decisão e a execução de ações de resposta. Os campos de informação considerados essenciais estão indicados na Tabela 1, mas quando houver outros dados é importante que sejam enviados também. Segue-se para **P2**.

### 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 a 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**). Caso a notificação já contenha a identificação, o processo é mais ágil; caso negativo, é preciso realizar uma etapa de identificação. 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, a localização do 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 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 **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.

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

DADOS PARA ENVIO DE NOTIFICAÇÃO À AUTORIDADE NACIONAL	
Nome do campo	Tipo de campo / orientação de preenchimento
Nome do observador	Obrigatório
Profissão	Obrigatório
Telefone	Obrigatório; incluir DDD
Correio eletrônico	Opcional
Data da observação	Obrigatório
Hora da observação	Obrigatório
Ambiente	Obrigatório: Floresta, Estepe, Savana, Savana-Estépica, Campinarana, Formações Pioneiras, Refúgios Vegetacionais ou floresta, campo, cerrado, caatinga, área úmida, manguezal, restinga, campo de altitude, outro (definir)
Organismo observado	Opcional: Plantas: arbusto, árvore, cacto, erva, gramínea/capim, palmeira, samambaia, suculenta, trepadeira; Animais: anfíbio/sapo/rã/perereca, réptil/lagartixa/lagarto/tartaruga/cágado, ave, mamífero/roedor/lebre/felino/canídeo/primata/ungulado, invertebrado, aranha, centopeia, escorpião, crustáceo, inseto, isópoda, minhoca, molusco, nematóide (criar vocabulário controlado).
Nome popular (lista de nomes populares)	Opcional; Nomes populares + opção "Outro" 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 m <sup>2</sup> ou hectares	Opcional; Indicação aproximada
Referência do local para facilitar a verificação	Obrigatório; incluir exemplos, como "Fazenda das Almas", "BR-363 na ponte do Rio Jaú", "sede do Parque Nacional do Itatiaia" 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 serão 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

DADOS PARA ENVIO DE NOTIFICAÇÃO À AUTORIDADE NACIONAL	
<b>A espécie tem histórico de invasão em algum lugar do mundo?</b>	Opcional, mas desejável, em especial se a fonte tem formação técnica e pode fazer essa indicação
<b>Comentários adicionais</b>	Opcional
<b>Imagens</b>	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

**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, ou através do envio de imagens recebidas na notificação, consulta a fontes bibliográficas e trabalhos técnicos realizados na área de ocorrência e, caso estes sejam insuficientes, solicitação às redes vinculadas ao Programa que realizem uma verificação em campo sob orientação do órgão competente ou da 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 responsável 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 vigilância ou monitoramento, ativo ou passivo, no local da ocorrência, na expectativa de que o táxon possa ser novamente observado. Se isso ocorrer, dá-se início novamente ao Protocolo com uma nova notificação de ocorrência. Sendo assim, segue-se para **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, é desejável o monitoramento em busca de nova observação de ocorrência (a) ou para verificação de mudança de *status* da presença de espécies exóticas (c, e).

**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 (segue para **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 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 alto de invasão biológica, ou seja, que já têm histórico de invasão em outros lugares. Nesses casos, é possível que o táxon já conste em listas oficiais de EEIs no país – 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
<b>Ministério do Meio Ambiente</b>	Listagens de EEIs em elaboração, Projeto Pró-Espécies
<b>Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental</b> <a href="https://bd.institutohorus.org.br">https://bd.institutohorus.org.br</a>	Base de dados de EEIs no Brasil
<b>Plataforma Brasileira de Bioinvasão</b> <a href="https://bioinvasaobrasil.org.br">https://bioinvasaobrasil.org.br</a>	Base de dados de EEIs marinhas no Brasil
<b>Global Invasive Species Database (GISD)</b> <a href="https://www.issg.org/database">https://www.issg.org/database</a>	Base de dados global de EEIs
<b>CABI</b> <a href="https://www.cabi.org/isc">https://www.cabi.org/isc</a>	Compêndio global de EEIs
<b>Google Acadêmico: nome científico + invasivo / nome científico + invasor</b>	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 risco ao 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 que a espécie chegou ou não à idade reprodutiva e a 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 animais do que para plantas. 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 extensão. Além da observação de indivíduos, deve-se buscar também observar indícios de presença de animais, como pegadas e fezes. Já no caso de organismos como invertebrados, o monitoramento de mais longo prazo e a realização de amostragens poderão ser necessários para auferir a extensão da invasão.

Segue-se para **P12**. As etapas **P12** a **P15** fazem parte do processo de vistoria, podendo levar ao encerramento do Protocolo quando existir possibilidade e sucesso de erradicação imediata do foco de invasão. Caso o táxon não seja encontrado na vistoria, segue-se para **P18**.

**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 comprovado 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 prazos. A avaliação depende de cada táxon ou grupo biológico em questão, sendo mais facilmente observada em plantas, através da busca de plântulas, frutos ou sementes na área ao redor, do que em animais. 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 atividade de 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, ao menos até que estas 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 sejam observados animais que não ocorrem naturalmente numa área, é importante proceder 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, pois é inviável estimar rapidamente o tamanho da população ou a área invadida, porém os esforços possíveis não deixam de ser realizados. Este passo, referente à contenção ou eliminação de espécimes, portanto, deve fazer parte da vistoria sempre que possível. Caso uma intervenção imediata não seja considerada factível ou produtiva, dá-se prosseguimento ao Protocolo. Se a resposta é afirmativa, segue-se para **P14**; em caso negativo, 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 a situação e tê-los disponíveis para realizar ações de resposta rápida. Entre os invertebrados, assim como as gramíneas e plantas herbáceas, há táxons com 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 ou do estabelecimento de um banco de sementes persistente no solo. 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 precisa, 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 de controle 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. Segue-se 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 fase de planejamento (**P28**), a fim de definir um método de controle de maior 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, 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 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. Se a resposta é afirmativa, segue-se para **P16**; caso negativa, segue-se para **P19**. No caso desta avaliação, após a aplicação de ações de resposta, já na base da figura do Protocolo, se a resposta é negativa, é preciso retornar à etapa de planejamento (**P28**).

**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, que é obtido ao longo do processo; 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 animais de difícil observação, 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, integrantes da Rede de Colaboradores. 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, sendo mais longo para espécies que demoram mais para atingir a idade reprodutiva. 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 procurar 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. Segue-se para **P6**.

**P18 – Táxon não encontrado.** Este passo deriva do **P11** (“Vistoria”). É importante que a pessoa ou equipe responsável pela vistoria tenha em mãos todas as informações disponíveis sobre a ocorrência do foco de invasão, como a identidade do táxon sempre que identificado, 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. 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. Na falta de dados de campo, o Protocolo segue-se para **P19**.

### 2.3.5 Avaliação de risco

A avaliação de risco completa é um procedimento padronizado com base num questionário 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. 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, impactos potenciais ao meio ambiente, à economia e à sociedade, a viabilidade de manejo, entre outros. Nesta etapa, separam-se as espécies de risco alto e risco moderado, dando prioridade de controle às primeiras.

**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**). Segue-se 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** caso indique 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. Segue-se para **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 das redes vinculadas ao programa. Os resultados desta consulta devem indicar se as ações de controle a serem aplicadas têm ou não urgência. Segue-se 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. A consulta e os resultados devem ser registrados e disponibilizados a fim de subsidiar ações futuras. Segue-se para **P26**.

**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 análise antes de decidir se o manejo é necessário. A consulta e os resultados devem ser registrados e disponibilizados a fim de subsidiar ações futuras. Segue-se para **P23**.

**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 ten-

de a gerar demora nas 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 de avaliações realizadas em vários países 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 e do tempo necessário para sua elaboração. Os resultados devem ser registrados e disponibilizados para referência futura. Se o resultado da avaliação é de risco moderado ou a avaliação é inválida, segue-se para **P24**. Se o resultado é de risco alto, segue-se para **P26**.

**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). Segue-se 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 EEIs com maior potencial de dano ambiental. Nesses casos, recomenda-se como alternativa realizar ações de vigilância ou monitoramento periódico, sempre que possa ser realizado por atores locais, idealmente, integrantes das redes vinculadas 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 esta 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, seu histórico de invasão em outros lugares, a viabilidade de manejo e impactos potenciais. À medida que houver inúmeras demandas, poderá 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. Segue-se para **P27**.

**Tabela 3** – Respostas a níveis de risco para invasões biológicas, conforme resultados da avaliação de risco

Nível de risco	Ações recomendadas
<b>Baixo</b>	Espécies que não têm antecedentes de invasão em algum lugar do mundo são consideradas de risco baixo no Protocolo. 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.
<b>Moderado</b>	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.  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. 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.
<b>Alto</b>	Espécies que resultam em alto risco avançam sobre o ambiente ao qual foram introduzidas, ao longo do tempo dominando o espaço, excluindo espécies nativas e/ou causando alterações estruturais, físicas ou químicas no ambiente.  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.
<b>Análise inválida</b>	Quando não existe informação disponível para que uma análise 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 análise 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.  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.

Fonte: Compilação do autor

### 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 uma orientação para elaboração desses planos (Tabela 4), de forma básica. A necessidade de maior detalhamento e inclusão de outros itens dependerá de cada situação. Para fins de orientação, alguns planos hipotéticos foram desenvolvidos e estão disponíveis no Apêndice 3 deste manual.

**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 de detecção precoce e resposta rápida

Item do plano	Descrição
<b>Táxon</b>	Nome científico e família (incluir hierarquia superior caso seja necessário) e nomes comuns
<b>Caracterização do local</b>	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. Sempre que possível, inserir as coordenadas geográficas.
<b>Quem é responsável pela coordenação e quem apoia?</b>	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.
<b>Método</b>	Indicação do(s) método(s) de controle a ser(em) utilizado(s), preferencialmente considerando métodos adicionais em caso de incerteza sobre a eficácia.
<b>Monitoramento</b>	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 predefinido. Prover informações sobre o monitoramento posterior ao controle, conforme estimativas possíveis.
<b>Comprovação da eficácia</b>	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.
<b>Materiais, equipamentos</b>	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.
<b>Estimativa de custos</b>	Projetar custos com base nos materiais, equipamentos (ou sua depreciação), transporte (combustível, pedágio etc.) e mão de obra, quando necessária.
<b>Destinação</b>	Verificar e escolher a melhor forma possível e local para enviar os organismos coletados.
<b>Análise de viabilidade</b>	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.** Esta etapa resulta na elaboração do plano de ação de resposta rápida, que 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. Segue-se 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 ao planejamento das 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 às redes vinculadas ao Programa, ou a atores locais indicados através das redes, 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 respostas forem viáveis, segue-se 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 requiera 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)?		
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: Compilação do autor

### 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**). Uma listagem de materiais importantes para o controle de EEs em ambientes terrestres está disponível no Apêndice 4.

**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 da eficácia. O cuidado para evitar impactos a espécies não alvo também deve ser considerado nos processos de controle e erradicação.

## **Plantas**

A estratégia visando alcançar a erradicação de plantas envolve o controle continuado até o esgotamento do banco de sementes no solo, quando já estabelecido, o que varia grandemente de espécie para espécie. Por isso a intervenção imediata é tão importante no caso da detecção de focos de plantas que ainda não atingiram a idade reprodutiva, caso em que é possível atingir a rápida erradicação. No caso de populações em geral, a eliminação é iniciada pelas plantas que estão espalhadas a partir de um foco principal, para então este ser eliminado. Também é importante eliminar primeiro as plantas de menor porte, especialmente se passíveis de arranquio manual, antes das plantas maiores, pois estas, ao cair, cobrem o solo e impedem a localização das menores. Por isso, as árvores de maior porte são eliminadas por último. Quando há ocorrência de focos de invasão em áreas extensas em ambientes abertos, o uso de VANT (drones) pode ser muito útil para mapear as plantas e definir a estratégia de eliminação.

Estão apresentados a seguir, de forma genérica, os principais métodos utilizados para o controle de plantas exóticas invasoras, com um resumo apresentado na Tabela 6. Detalhes técnicos referentes à concentração de herbicidas para cada espécie e particularidades do contexto local devem ser definidos por técnicos com experiência no controle ou com base em referências técnicas disponíveis. A [Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras](#) contém uma seção sobre manejo que pode ser útil na definição de métodos adequados para cada espécie. Toda ação de controle de plantas exóticas invasoras deve ser realizada com EPI completo, tanto para operadores de motosserra como para aplicadores de herbicida e auxiliares de campo. As ferramentas utilizadas devem receber limpeza (para evitar a dispersão de propágulos a novas áreas) e manutenção constantes e ser levadas ao campo após verificação de funcionamento e afiação, a fim de evitar desperdício de tempo e recursos.

### *Controle mecânico*

As técnicas de controle mecânico envolvem o arranquio manual de plântulas e a eliminação, com ferramentas diversas, de plantas adultas. A limpeza de plantas de pequeno porte antes da eliminação de plantas maiores é desejável para evitar que não sejam percebidas depois, como no caso de corte de árvores que deixa grande quantidade de biomassa no solo. A técnica a ser utilizada vai depender da espécie e do ambiente, pois algumas plantas quebram facilmente na base quando arrancadas e voltam a brotar depois, outras regeneram de partes de caules e raízes que precisam ser removidos do local, e outras ainda voltam a enraizar se deixadas sobre o solo, seja

de ramos ou partes de caules. Por isso é importante verificar o método mais adequado antes de dar início ao controle. Na grande parte dos casos, o controle mecânico é combinado ao controle químico para melhorar a eficácia, pois permite evitar a emissão de rebrotas das plantas, otimizando tempo e recursos. Ainda que possa parecer menos impactante, o controle mecânico pode dificultar a regeneração natural porque não é seletivo, ou seja, ao roçar uma gramínea invasora, não é viável deixar de roçar espécies nativas. Por isso é importante avaliar cada situação antes de decidir que método tem melhores chances de produzir resultados positivos. O arranquio manual pode também levar a impactos sobre solos frágeis e gerar processos erosivos, o que é especialmente preocupante em áreas de declive e margens de cursos d'água.

### *Queima prescrita*

Essa técnica é mais adequada para ecossistemas cuja história evolutiva inclui incêndios naturais, como é o caso do Cerrado no Brasil, e requer o apoio de profissionais especializados. A queima prescrita é, porém, mais indicada quando ocorre dominância da EEI, o que não é o caso dos focos de invasão alvo de programas de detecção precoce e resposta rápida, pois comprometeria também a sobrevivência de plantas nativas.

A queima prescrita pode ser utilizada como meio de controle mecânico complementar para algumas espécies, visando eliminar o banco de sementes no solo ou reduzir a biomassa em ambientes abertos dominados especialmente por gramíneas. Para que possa ser utilizada como ferramenta de controle, é preciso preparar a área através da implantação de aceiros, geralmente molhados com água ou espuma, para a contenção do fogo. A época de realização preferencial é a reprodutiva no caso de espécies herbáceas e arbustivas, antes que as plantas atinjam a fase de dispersão de sementes. No caso de plantas arbóreas, o fogo pode ser usado para eliminar plântulas e reduzir o tamanho das populações (DiTomaso; Johnson, 2006). É fundamental realizar a queima prescrita sob condições climáticas favoráveis para a queima ao mesmo tempo que o controle da queima sejam factíveis, ou seja, em dias sem ou com pouco vento, com umidade entre 10 e 80% e temperaturas entre 0 e 40 °C. Somente deve-se sair da área depois de não haver mais fogo ativo, nem brasas, e aguardar uma hora até assegurar que não haja novos focos de incêndio (Bidwell *et al.*, 2018).

Quando a queima não é suficiente para controlar uma planta invasora, ela pode ser usada para melhorar significativamente a eficácia de outras técnicas de controle. É utilizada como pré-tratamento para estimular a germinação e esgotar mais rapidamente o banco de sementes de plantas que se beneficiam do fogo, como tojo (*Ulex europaeus*), cana-do-reino (*Arundo donax*), capim-annoni (*Eragrostis plana*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*). As plântulas são então eliminadas com uso de controle químico (DiTomaso; Johnson, 2006).

O fogo pode também ser utilizado como pós-tratamento para aumentar a eficácia do controle após a aplicação de controle químico. Uma vez que as plantas-alvo estejam secas, procede-se à queima prescrita para eliminar os resíduos e estimular a germinação do banco de sementes no solo (DiTomaso; Johnson, 2006).

### Controle químico

O uso de herbicidas é importante no controle de grande parte das plantas exóticas invasoras a fim de evitar a rebrota, reduzir custos e a frequência das intervenções, aumentar a eficácia do controle e facilitar a regeneração natural de espécies nativas. A indicação de que produto usar, assim como a diluição, a forma de aplicação e o uso de aditivos como surfactantes requerem conhecimentos especializados e variam entre as espécies e seu estágio de desenvolvimento. Herbicidas são empregados para eliminar plantas inteiras ou para estancar rebrotas de tocos de arbustos ou árvores. Entre os produtos mais utilizados em termos globais para o controle de plantas invasoras estão os herbicidas à base de Triclopir para plantas lenhosas e à base de Glifosato para plantas herbáceas e gramíneas, ambos com produtos registrados no Brasil para fins de uso não agrícola, que inclui a aplicação em áreas naturais (ICMBio, 2019).

**Tabela 6** – Técnicas de controle de plantas exóticas invasoras (ICMBio, 2019; Tu *et al.*, 2001)

Grupo	Controle mecânico	Controle químico
<b>Gramíneas e herbáceas</b>	Arranquio com ferramenta tipo enxada ou manual, quando for possível remover com as raízes.	Aspersão foliar com herbicida, empregando corante na mistura para facilitar a visualização e melhorar a eficácia.
<b>Árvores e arbustos</b>	Arranquio de plântulas sempre que possível.	Corte na base do tronco e aplicação imediata de herbicida no toco, empregando corante na mistura para facilitar a visualização e melhorar a eficácia.
<b>Palmeiras</b>	Arranquio de plântulas sempre que possível.	Injeção de herbicida no tronco, em média 10 mL/furo, com furos espaçados 15-20 cm a depender do diâmetro da planta.
<b>Macrófitas aquáticas</b>	Remoção manual ou por arraste com apoio de embarcações ou outros equipamentos.	A aspersão com herbicida somente pode ser feita com produtos registrados para uso aquático.

Fonte: Compilação do autor

No caso de gramíneas e plantas herbáceas, é comum a aplicação via aspersão foliar, enquanto, no caso de árvores, a aplicação de herbicida nos tocos é a técnica mais indicada (Tu *et al.*, 2001; Dechoum; Ziller, 2013). Já no caso de palmeiras, a injeção de herbicida no tronco é a melhor alternativa e de mais baixo impacto (ICMBio, 2019).

O uso de herbicidas para controle de plantas exóticas invasoras deve ser realizado por pessoas com treinamento específico, preferencialmente para aplicação em áreas naturais onde evitar impacto sobre espécies não alvo é relevante. Devem ser seguidos protocolos de segurança do trabalho, uso de EPI completo, desde o preparo das soluções até o

final da aplicação, e equipamentos em bom estado de conservação, que não vazem nem gotejem, com bom controle da aplicação das soluções. Projetos de manejo de EEIs devem ter como objetivo maior a restauração de ambientes naturais, com responsabilidade técnica definida e as devidas permissões, assim como planejamento para acompanhamento após o tratamento e repasse, pois nem sempre o controle tem eficácia de 100%. Medidas adicionais de segurança envolvem o uso de herbicidas com degradação ambiental rápida (em geral, 20-45 dias), a não ser em casos excepcionais de espécies que requerem produtos de maior persistência e que não sejam exsudados pelas raízes das plantas. Essas características asseguram que, aplicados sobre o toco de plantas cortadas, não haja possibilidade de contaminação do solo ou da água. A aspersão foliar é feita usando herbicidas não específicos e desenhados para uso em gramíneas e plantas herbáceas. A aplicação não pode ser realizada em dias chuvosos ou na iminência de chuva, nem de vento forte, e deve ser evitada nas horas mais quentes do dia em função de potencial evaporação das soluções e perda de eficácia (Tu *et al.*, 2001). Não há herbicidas registrados no Brasil para controle de plantas no meio aquático, com exceções para algumas poucas espécies, o que ressalta a importância da detecção precoce nesses ambientes para remoção mecânica nas fases iniciais de processos de invasão.

### *Controle biológico*

O controle biológico prescinde da liberação de organismos que atacam as plantas a serem controladas e prejudicam, de distintas formas, o seu desenvolvimento. Podem ser predadores de sementes, que ajudam a conter a dispersão, ou de brotos de crescimento, levando as plantas à morte. Com maior frequência são utilizados insetos porque têm dieta altamente específica, sendo selecionadas espécies que somente atacam a espécie-alvo, sem causar dano a outras. Para alcançar este resultado, testes de especificidade são realizados em laboratório a fim de verificar se as espécies identificadas como agentes potenciais de controle atacam outras plantas, que são oferecidas em condições controladas. Essas avaliações podem levar anos, mas, uma vez identificados agentes de alta especificidade, o controle biológico é uma ferramenta de controle de alta valia, especialmente para invasões biológicas de grande escala ou de plantas às quais a aplicação de outros métodos é muito difícil. Por exemplo, a invasão por lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*) em brejos de solos não consolidados, como Organossolos, de modo geral não têm solução porque não é possível acessar essas áreas caminhando e porque não há um herbicida disponível para uso em ambientes aquáticos registrado no Brasil, que poderia ser aplicado por aspersão com uso de drones. Ademais, em função da vasta dispersão da espécie principalmente na Floresta Atlântica e do vigor de persistência, a erradicação não é considerada viável. O controle biológico é ideal para esses casos e serve igualmente para conter novos focos de invasão por espécies como essa em novas áreas, nesses casos no contexto da detecção precoce, em função de alcançarem áreas amplas, incluindo áreas de difícil acesso, com especificidade às plantas-alvo. A adoção de controle biológico é facilitada quando há referências de controle para a espécie, ou para espécies congêneres, em outros países, com agentes já identificados. Precisa, porém, ser realizado com base científica, seguindo protocolos específicos por instituições especializadas no assunto e a legislação vigente, incluindo análise de risco

anterior à introdução e as devidas autorizações concedidas pelo IBAMA.

## **Animais**

A definição de métodos de controle para animais exóticos invasores depende diretamente da espécie em questão. No caso de plantas, é mais viável definir métodos de trabalho com base nas formas de vida das espécies, porém as espécies animais estão distribuídas em um número infinitamente maior de grupos biológicos e formas de vida. A aplicação da estratégia de detecção precoce através do estabelecimento de rotinas de vigilância ou monitoramento para espécies e áreas prioritárias é chave para maximizar as oportunidades de erradicação. Para tanto, podem ser usadas armadilhas fotográficas e outros meios digitais de vigilância, aproveitar programas de monitoramento ambiental existentes e envolver o público no âmbito da ciência cidadã. Um panorama geral de métodos de controle é apresentado a seguir para prover base técnica, porém as distintas situações de invasão requerem planejamento específico e não podem ser generalizadas.

O controle de animais exóticos invasores tende a incluir a necessidade de realização de ajustes ao longo do tempo, pois os animais tendem a aprender a evitar ou se defender de técnicas empregadas repetidamente. Isso significa que, com o tempo, a aplicação de um método repetitivo perde eficácia, sendo preciso mudar de método ou de estratégia de controle. Assim, é importante considerar, desde o início, um bom universo de opções, conforme apresentadas em materiais de referência como o Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (ICMBio, 2019) e o Manual Prático para o Controle de Vertebrados em Ilhas de Espanha e Portugal (Orueta, 2002), e aplicá-las em momentos distintos, conforme o contexto. Um apanhado de técnicas está organizado na Tabela 7, por grupo biológico. Sempre que possível, o apoio de pessoas com experiência em manejo e de especialistas nos distintos grupos ou espécies é importante para aumentar a eficácia das ações e maximizar as oportunidades de erradicação dos focos de invasão detectados. É comum, ainda, o uso de mais de um método nas ações de controle, para complementação e aumento da eficácia.

### *Captura*

A captura de animais exóticos invasores pode ser realizada através do uso de ferramentas diversas, como armadilhas do tipo jaula, no caso de mamíferos, puçás, covos, e redes, no caso de répteis e anfíbios que também usam o meio aquático, como a tartaruga-tigre-d'água (*Trachemys* spp.) e a rã-touro (*Aquarana catesbeiana*). A fim de evitar impactos sobre a fauna nativa, costuma-se utilizar armadilhas de captura não letais. Isso implica a necessidade de revisar as armadilhas ao amanhecer, evitando assim deixar algum animal preso que possa sofrer estresse excessivo ou desidratação. Animais nativos capturados são liberados, e animais exóticos, apreendidos. Animais exóticos capturados não podem ser devolvidos à natureza (art. 33 da Instrução Normativa IBAMA nº 19, de 19 de dezembro de 2014; e arts. 21-22-23 da Instrução Normativa IBAMA nº 23, de 31 de dezembro de 2014).

### *Abate com arpão*

No caso da rã-touro (*Aquarana catesbeiana*), pode ser utilizado arpão no controle, levando ao abate do animal. O trabalho é realizado à noite, geralmente ao redor de açudes ou lago-

as, com uso de lanternas para facilitar a visualização das rãs, já que os olhos delas brilham quando atingidos pelo fecho da lanterna.

#### *Abate com arma de fogo*

O abate com arma de fogo é permitido para o javali (*Sus scrofa*) no Brasil, regulamentado pela Instrução Normativa IBAMA nº 3, de 31 de janeiro de 2019, e a Instrução Normativa IBAMA nº 12, de 25 de março de 2019. O abate de outros animais exóticos invasores requer autorização do IBAMA, porém está em processo de elaboração uma norma específica para esse fim, em função de processos de invasão biológica por outras espécies de mamíferos como o cervo axis (*Axis axis*).

#### *Uso de iscas de veneno*

O uso de iscas de veneno para controle de animais exóticos invasores é realizado em condições controladas ou em ilhas oceânicas onde o risco de eliminação de espécies não alvo é baixo, seja porque não ocorrem espécies nativas que podem consumir o veneno, seja porque são criadas condições de baixo risco por confinamento, cevas monitoradas, ou armadilhas concebidas para esse fim, como no caso de roedores. Requer autorização específica do órgão ambiental responsável.

No Brasil, a lei de proteção à fauna silvestre (Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967) inclui, no art. 10, a determinação de que “a utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha de espécimes da fauna silvestre são proibidas a) com visgos, atiradeiras, fundas, bodoques, veneno, incêndio ou armadilhas que maltratem a caça”. Esta lei se aplica à fauna silvestre e não distingue entre espécies nativas e exóticas invasoras, além de mencionar a caça.

#### *Métodos contraceptivos*

A captura de animais exóticos seguida de esterilização ou castração não é um método de alta eficiência, pois, se devolvidos à natureza, ainda que não reproduzam mais, muitos seguem impactando a fauna nativa durante muitos anos, como no caso de saguis (*Callithrix* spp.), que, embora nativos do Brasil, são invasores fora de suas áreas de distribuição natural. O mesmo se aplica a cães (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis catus*) ferais, porém a esterilização de cães e gatos domésticos é desejável a fim de reduzir a população desses animais e a tendência ao abandono de crias.

#### *Cercas para isolamento*

O uso de cercas pode ser de utilidade para isolar áreas que ficam livres de EEIs e ajudam a promover a recuperação de populações de espécies nativas, como no caso de aves marinhas em ilhas oceânicas invadidas por gatos ferais, ou a restauração da vegetação, como no caso de áreas invadidas por cabras (*Capra hircus*) e javalis (*Sus scrofa*).

**Tabela 7** – Métodos de controle de fauna exótica invasora

Grupo	Controle mecânico	Controle químico / outros
<b>Invertebrados</b>	<p>Coleta manual com uso de luvas</p> <p>Captura com uso de puçá</p> <p>Coleta e incineração</p> <p>Eliminação de estruturas com água parada para evitar a proliferação de mosquitos</p> <p>Remoção manual de colmeias de abelhas e insetos análogos</p>	<p>Uso de iscas como atrativos químicos</p> <p>Uso de iscas de veneno (ex.: formigas)</p> <p>Aplicação de inseticidas e pesticidas em situações controladas</p>
<b>Anfíbios</b>	<p>Coleta de ovos na época reprodutiva</p> <p>Captura com puçá ou rede</p> <p>Abate com arma de pressão (preferencialmente arma com refil de gás, calibre 5,5 mm) ou arpão</p> <p>Captura com rede de arrasto (tipo 'picaré' com mínimo 10 m de comprimento, malha inferior a 20 mm e 2 m de altura) para remoção de indivíduos adultos, durante a fase clara do dia</p> <p>Captura de indivíduos em estágio larval e jovens com o uso de redes de arrasto e puçás (preferencialmente malha fina – tela de mosquiteiro)</p> <p>Realização de eutanásia com o uso de solução formada por álcool absoluto (100%) e água, na proporção de um para um (1:1), em recipiente próprio para esta função (vasilha com tampa)</p> <p>Incineração ou enterro dos indivíduos capturados</p>	
<b>Répteis</b>	Captura e abate/eutanásia	

Grupo	Controle mecânico	Controle químico / outros
<b>Aves</b>	Captura e eutanásia Doação para zoológico ou posse responsável, se possível	
<b>Mamíferos</b>	<u>Métodos aplicados a vários grupos</u> Abate com arma de fogo Captura e abate/eutanásia  <u>Roedores</u> Captura com armadilha de gaiola ou pitfall e eutanásia  <u>Animais domésticos em áreas naturais</u> Captura e confinamento; devolução ao dono com aviso para contenção em casa Captura e doação a terceiros fora da UC, quando não feral Quando feral, captura e eutanásia  <u>Espécies nativas de outra região do Brasil</u> Captura e repatriação, quando viável Captura e eutanásia, quando a repatriação não é viável	<u>Roedores</u> Uso de iscas de veneno em condições controladas, especialmente Brodifacoum  <u>Animais domésticos em áreas naturais</u> Uso de iscas de veneno em condições controladas

Fonte: Compilação do autor

### 2.3.8 Monitoramento posterior e repasse

Esta etapa é realizada após as ações de resposta rápida para verificar a eficácia dos resultados de controle, monitorar o surgimento de novos focos de invasão e, em caso positivo, continuar com as ações de resposta. Esta etapa foi detalhada anteriormente na descrição da vistoria, que envolve a possibilidade de erradicação imediata (**P16 e P17**), 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 e o encerramento do Protocolo (**P6**).

Dois exemplos de aplicação do Protocolo para o ambiente terrestre 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 (**P15**), 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 (**P17**).

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, obtida através de atividades de monitoramento. A técnica de monitoramento a ser empregada deve ser ajustada à espécie e ao local. Especialistas da Rede de Colaboradores podem apoiar essas definições quando necessário. Por exemplo: foi realizado monitoramento da população de um anfíbio exótico invasor através de transectos para estimar o tamanho da área de invasão; após as ações de resposta rápida, na etapa de monitoramento seguinte, a população, ou o número de registros do táxon, 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 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 elimine 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.

## **Plantas**

De modo geral, avalia-se a eficácia do controle com base na mortandade das plantas-alvo após a ação de controle. O tempo de avaliação é menor para gramíneas e plantas herbáceas, entre 15 e 40 dias, e mais longo para arbustos e, especialmente, para árvores, que podem reagir em até seis meses ou mais, dependendo da espécie, do contexto ambiental e do método empregado. Sabendo-se que o ideal é atingir 100% de mortandade, resultados na casa de 70 a 80% são aceitáveis, devendo ser ajustados para ganhar eficácia sempre que factível. Resultados inferiores a essas proporções, porém, indicam que os métodos devem ser revistos.

A avaliação de eficácia do controle mecânico de plantas é bastante simples, pois o indicador de resultado é a produção ou não de novos brotos. Se a planta tem capacidade de brotação após o corte e não pode ser eliminada por arranquio, é preciso usar métodos de controle químico para estancar a brotação. A quase totalidade das plantas rebrota quando cortada; portanto, é fundamental verificar essa característica na etapa de planejamento a fim de evitar perda de tempo com métodos previsivelmente ineficazes.

No uso de controle químico, a eficácia desejada é de 100% de mortalidade. Ao eliminar 70 ou 80% das plantas-alvo, pode-se aumentar a concentração de um herbicida na solução aplicada ou agregar aditivos como surfactantes, emulsionantes e outros para melhorar a absorção. Essa decisão depende das características das plantas-alvo, por exemplo, folhas pilosas, cutícula grossa, folhas transformadas em espinhos e outras características que dificultam a absorção do herbicida. Em geral, se a eficácia é muito baixa, o princípio ativo pode não ser adequado à espécie e é preciso buscar informação sobre outros princípios ativos, ou mesclar diferentes produtos. Para tanto, recomenda-se buscar apoio técnico de pessoas com experiência no manejo de plantas exóticas invasoras em ambientes naturais. O apoio de pessoas com experiência no controle de plantas daninhas em ambientes agrícolas é também importante, devendo-se sempre verificar as características de produtos indicados, em especial a persistência ambiental, a exsudação pelo sistema radicular e o potencial de contaminação de solo e água e de impacto a espécies não alvo.

Quando, apesar de mudanças de métodos e múltiplas tentativas de erradicação, a invasão não é controlada e aumenta, fugindo do controle, ou ainda quando os recursos disponíveis são exauridos, não há pessoal disponível nem oportunidades para estabelecer parcerias, pode-se chegar à conclusão de que a erradicação é inviável e encerrar o Protocolo. Nesses casos, é importante que o problema seja comunicado às pessoas responsáveis pela área em questão, devendo-se buscar formas de manter o controle para tentar evitar a expansão do processo de invasão.

O tempo de monitoramento posterior às ações de controle depende, basicamente, da viabilidade do banco de sementes da espécie no solo, que também define o período em que é preciso manter ações de controle de forma contínua. Na falta dessas informações (pois nem sempre estão disponíveis), é importante estabelecer rotinas de monitoramento periódico para avaliação da eficácia de métodos já aplicados, ao mesmo tempo que se mantêm em curso ações de eliminação de novas plântulas ou rebrotas.

## **Animais**

A lógica de fazer inferências sobre a eficácia do controle se fundamenta na redução da população-alvo ao longo do tempo. A eficácia de 100% é a meta, ou seja, busca-se acima de tudo a erradicação da espécie ou do foco de invasão no local em questão. A eficácia é estimada a partir da redução gradativa da população, com a eliminação de espécimes superior à geração de novos indivíduos, até atingir o extermínio. A fim de mensurar o progresso com populações animais, é preciso realizar amostragens ou observações sistemáticas. Esse processo envolve alguns desafios, como encontrar indivíduos que, ao se deslocarem em função de ações de controle, podem dar a impressão de terem sido eliminados, ou ainda desenvolver comportamento fugidivo, dificultando sua localização e interferindo nos resultados.

O uso de métodos utilizados para fins de diagnóstico, envolvendo armadilhas fotográficas, caixas de pegadas e rotinas de monitoramento em campo, é acessório à definição da eficácia de controle. Podem ser estabelecidos transectos fixos para monitoramento periódico, fazendo-se a contagem de indivíduos ou a verificação de pegadas. No caso de invertebrados, é preciso realizar coleta. Recomenda-se realizar o monitoramento ao menos



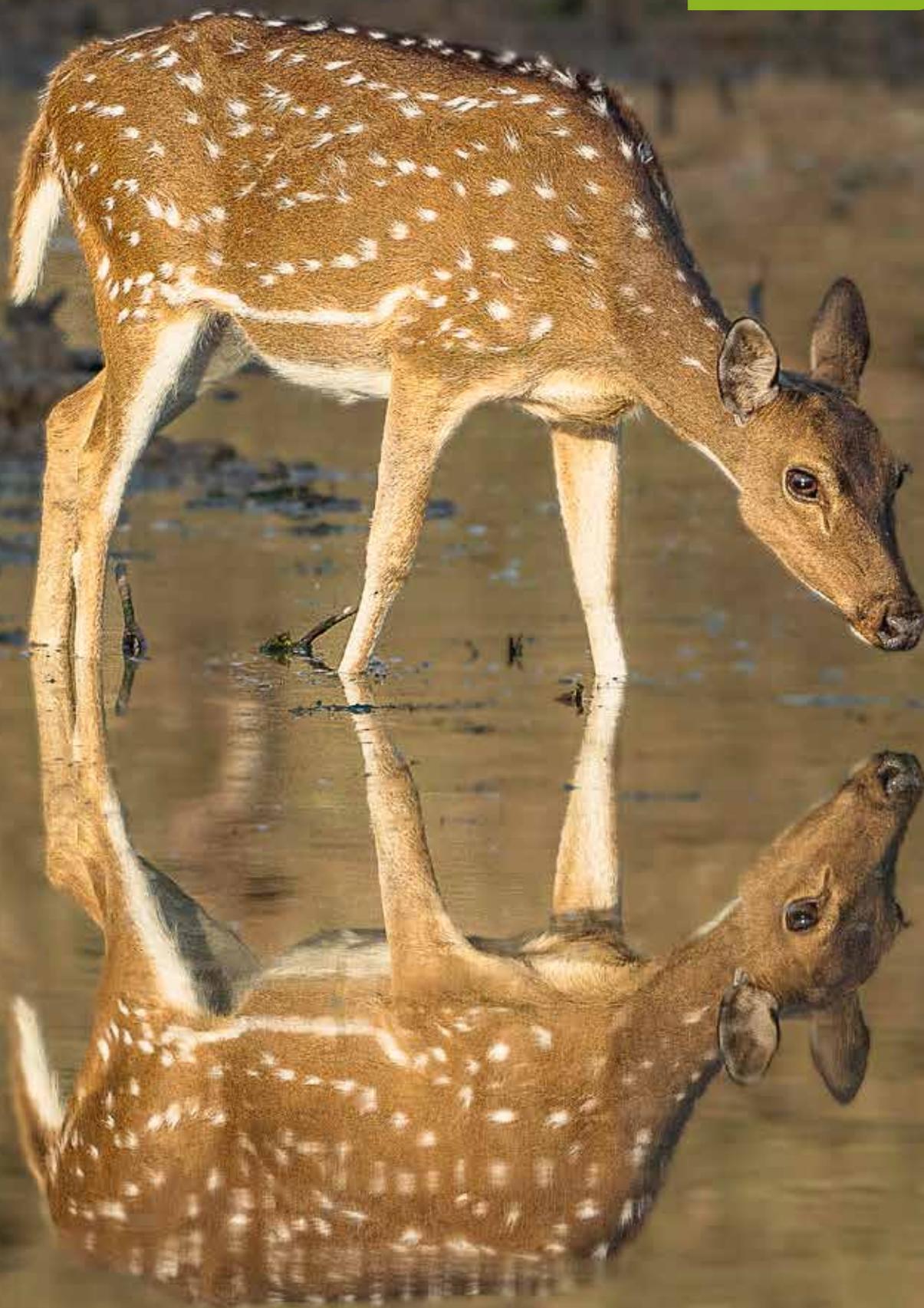
a cada três meses, porém o tempo deve ser ajustado de acordo com o ciclo reprodutivo das espécies. Animais que têm ciclos reprodutivos curtos e podem compensar a redução populacional devida ao controle pela intensificação da reprodução precisam ser monitorados e controlados com frequência maior, sempre com vistas a evitar que atinjam a idade reprodutiva. Em áreas onde não existe informação prévia, pode ser preciso realizar um inventário inicial para estabelecer uma linha de base para o monitoramento.

Estimativas de taxa reprodutiva e geração de descendentes ajudam a definir a eficácia do controle (Berry; Kirkwood, 2010), portanto caracterizam processos prolongados e não ações isoladas. Técnicas mais recentes incluem análises com marcadores de DNA para verificar a chegada de indivíduos de outras áreas ou populações em uma população de animais invasores. Além disso, a supressão de indivíduos adultos pode levar ao aumento da taxa reprodutiva como mecanismo de compensação da população (Berry; Kirkwood, 2010), sendo importante avaliar que indivíduos devem ser eliminados com maior prioridade.

Recomenda-se buscar parcerias com especialistas em distintos grupos biológicos, conforme o caso, para apoiar a avaliação de eficácia do controle. Isso é especialmente importante porque haverá necessidade, em algumas situações, da realização de amostragem e coleta de material biológico, assim como de apoio especializado para confirmar a identidade de espécies.

*Axis axis*

©Ola Jennersten - WWF-Sweden



# 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos desafios precisam ser vencidos para que a implementação de programas de detecção precoce e resposta rápida possa ser realizada com sucesso, o que inclui a formação de pessoas para que o processo seja compreendido e posto em prática de forma eficaz, com base no estabelecimento das Redes de Apoio e de Colaboradores. Para tanto, é também essencial prover segurança jurídica para as pessoas envolvidas, com processos ágeis de concessão de autorizações para coleta de espécimes e realização de ações de controle.

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 de métodos de monitoramento e controle para diferentes grupos de organismos pode ser de grande valia, pois sua definição envolve múltiplos fatores e condições ambientais que precisam ser levados em conta.

Considerando que, uma vez em funcionamento, o órgão ambiental competente pode receber um número de notificações que extrapola a capacidade de resposta das organizações envolvidas, a análise dos casos é fundamental para que os recursos disponíveis sejam aplicados a situações com maior viabilidade de erradicação de EEl e/ou focos de invasão biológica. Em função dessa realidade, o Protocolo foi ajustado para focar em espécies de alto risco, buscando-se soluções paralelas para espécies de risco moderado e de risco baixo, que requerem monitoramento, na medida do possível. As ações de resposta devem ter foco em situações viáveis e os resultados devem ser amplamente divulgados a fim de estimular a replicação das iniciativas no território nacional.

Ainda que o Protocolo possa ser aplicado a organismos de qualquer grupo biológico, o controle de espécies em alguns grupos é mais factível do que em outros. Esses são os grupos que devem receber atenção prioritária. Por exemplo, espécies microscópicas ou até mesmo de pequeno porte são de difícil detecção, assim como sua identificação, fatores que dificultam o controle efetivo. Dado que a capacidade de atuação é limitada em função da dimensão continental do país, a menos que no futuro venham a surgir métodos que no momento não estão disponíveis para controlar esse tipo de organismo, o foco da detecção precoce deve ser voltado para casos de detecção que possam ter resultados positivos, com efetiva ação de erradicação ou controle eficaz. Espera-se que, ao longo do tempo e com experiência acumulada, planos de resposta rápida disponíveis e uma série de ações executadas, as iniciativas possam gradativamente contemplar também espécies consideradas de risco moderado ou baixo.

A veiculação de informações em campanhas públicas constitui uma estratégia complementar importante, tanto para facilitar a detecção de espécies como para viabilizar o controle. Isso se aplica principalmente a espécies que podem ter impacto à saúde ou ao bem-estar humano por serem agressivas ou vetores de doenças.

Pessoas interessadas em contribuir com programas de detecção precoce e resposta rápida devem compreender o escopo de cada programa, os objetivos principais e os preceitos utilizados. É importante que profissionais vinculados a esses programas se atualizem continuamente sobre métodos de detecção precoce e alternativas de erradicação e controle. Além disso, o apoio à formação de novos colaboradores é extremamente necessário e de alto valor para qualificar a atuação dos agentes e melhorar a eficácia da detecção precoce e das ações de resposta rápida.

# REFERÊNCIAS

- Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras 2022. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Florianópolis – SC.
- Berry, O.; Kirkwood, R. 2010. Measuring Recruitment in an Invasive Species to Determine Eradication Potential. *The Journal of Wildlife Management* 74(8). <https://doi.org/10.2193/2009-482>
- Bidwell, T.G.; Weir, J.R.; Carlson, J.D.; Masters, R.E.; Engle, D.M. 2018. Fire prescriptions for restoration and maintenance of native plant communities. Oklahoma Cooperative Extension Service. NREM-2878. Oklahoma State University Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. 8p.
- Butchart, S.H.M. *et al.* 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328(5892), 1164–1168.
- Convention on Biological Diversity (CBD). 2014. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management. (5 May 2014; <https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>).
- Dechoum, M.S.; Ziller, S.R. 2013. Métodos para o controle de plantas exóticas invasoras. *Biotemas* 26(1): 69-77. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n1p69>
- Deberdt, A.J.; Scherer, S.B. 2007. O javali asselvajado: ocorrência e manejo da espécie no Brasil. *Natureza e Conservação*, 5(2): 31-44.
- Desbiez, A.L.J.; Keuroghlian, A.; Piovezan, U.; Bodmer, R.E. 2011. Invasive species and bushmeat hunting contributing to wildlife conservation: the case of feral pigs in a Neotropical wetland. *Oryx*, 45(1): 78-83. <https://doi:10.1017/S0030605310001304>
- DiTomaso, J.M.; Johnson D.W. (eds.). 2006. The use of fire as a tool for controlling invasive plants. Cal-IPC Publication 2006-01. California Invasive Plant Council: Berkeley, CA, EUA. 56 pp.
- 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., Kühn, I., Kumschick, S., Martinou, A.F., Nentwig, W., O'Flynn, C., Pagad, S., Pergl, J., Pyšek, 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. and 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.

- 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.
- Forti, L. R.; Becker, C. G.; Tacioli, L.; Pereira, V. R.; Santos, A. C. F. A.; Oliveira, I.; Haddad, C. F. B.; Toledo, L. F. 2017. Perspectives on invasive amphibians in Brazil. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184703>
- Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. 2016. Exóticos invasores – plantas ornamentais, animais de estimação e peixes para perca desportiva.
- Grigera, D.E.; Rapoport, E.H. 1983. Status and distribution of the European hare in South America. *Journal of Mammalogy*, 64(1): 163–166.
- Harrower, C.A., Scalera, R., Pagad, S., Schönrogge, K., Roy, H.E. 2018. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. CBD/SBSTTA/22/INF/9. <https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>
- Hulme P.E.; Bacher S.; Kenis M.; Klotz S.; Kühn I.; Minchin D.; Nentwig W.; Olenin S.; Panov V.; Pergl J.; Pysek P.; Roques A.; Sol D.; Solarz W.; Vilà M. 2008. Grasping the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *J Appl Ecol* 45:403–414.
- Hulme, P.E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46: 10–18.
- IBGE 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. 2ed. Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1. Rio de Janeiro: IBGE. 275p.
- ICMBio 2019. [Guia de Orientação para o Controle de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais](#). Brasília – DF: ICMBio. 135p.
- Kumschick S.; Devenish A.; Kenis M.; Rabitsch W.; Richardson D. M.; Wilson J. R. U. 2016. Intentionally introduced terrestrial invertebrates: patterns, risks, and options for management. *Biological Invasions*. DOI 10.1007/s10530-016-1086-5
- Lehmann J.R.K., Prinz T., Ziller S.R., Thiele J., Heringer G., Meira-Neto J.A.A., Buttschardt T.K. 2017. Open-source processing and analysis of aerial imagery acquired with a low-cost unmanned aerial system to support invasive plant management. *Frontiers in Environmental Science* 5:44. DOI: 10.3389/fenvs.2017.00044
- McGeoch M., Genovesi P., Bellingham P.J., Costello M.J., McGrannachan C., Sheppard A. 2016. Prioritizing species, pathways, and sites to achieve conservation targets for biological invasion. *Biological Invasions* 18: 299-314. DOI [10.1007/s10530-015-1013-1](https://doi.org/10.1007/s10530-015-1013-1).
- 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.

- Ministério do Meio Ambiente 2020. Análise de Vias de Introdução e Dispersão de Espécies Exóticas Potencialmente Invasoras no Brasil – relatório preliminar. MMA: Brasília – DF. 36p.
- Miashike, R.L. 2015. Invasão por Pinus sp. Em fisionomias campestres do Cerrado, no Estado de São Paulo. Universidade de São Paulo.
- Orueta, J.F. 2002. [Manual prático para o controle de vertebrados em ilhas de Portugal e Espanha](#). Madrid, Espanha: Gestión y Estudio de Espacios Naturales - Projeto Life. 195p.
- Pessato, R.D.; Dechoum, M.S. 2010. Invasões biológicas: uma ameaça invisível. Recife: AMA-NE (Associação para Proteção da Mata Atlântica).
- Silva, F.C.; Pinto, J.M.P.; Mäder, A. 2019. Registros reprodutivos de estorninho-europeu, *Sturnus vulgaris* (Passeriformes: Sturnidae) no extremo sul do Brasil. *Atualidades ornitológicas* 208: 6-9.
- Simões, K. C. C. 2013. Ocorrência e caracterização da espécie invasora *Arundo donax* L. (CANA-DO-REINO) no Distrito Federal, Brasil. Universidade de Brasília.
- Sponchiado, J.; Melo, G. L.; Cáceres, N. C. 2011. First record of the invasive alien species *Axis axis* (Erxleben, 1777) (Artiodactyla: Cervidae) in Brazil. *Biota Neotropica* 11(3). <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000300032>
- Tu, M.; Hurd, C.; Randall, J.M. [Weed control methods handbook](#): tools and techniques for use in natural areas. Davis, California: The Nature Conservancy. 219p.
- 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](https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/uploads/national_edrr_framework_2016.pdf).
- Wittenberg R.; Cock, M.J.W. (eds.) 2001. *Invasive alien species: a toolkit for best prevention and management practices*. Reino Unido: Wallingford, Oxon: CAB International. 228p.
- Zenni, R.D. 2013. Analysis of introduction history of invasive plants in Brazil reveals patterns of association between biogeographical origin and reason for introduction. *Austral Ecology*. <http://doi:10.1111/aec.12097>

# 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.

**Detecção 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 subseqüentes 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 os 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)** – Processo que resulta 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 por meio de pesquisas, monitoramento ou outros procedimentos.

# APÊNDICE

## APÊNDICE 1 – VIAS E VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO

Apresentamos a seguir um resumo das definições de vias/vetores de introdução e dispersão de EEl, 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 Controle biológico

Espécies soltas no ambiente natural com a finalidade de controlar populações de um ou mais organismos, como pragas e/ou patógenos, em sistemas agrícolas, florestais; controlar espécies que representam uma ameaça direta à saúde humana; ou controlar EEl.

Vertebrados e invertebrados terrestres são introduzidos para controle biológico. Por exemplo, a espécie de anfíbio *Rhinella jimi* sapo-cururu foi introduzida em Fernando de Noronha entre as décadas de 1890 e 1970 com o objetivo de controlar insetos-praga (Forti *et al.*, 2017). O caramujo-da-malásia (*Melanoides tuberculatus*) foi introduzido em vários lugares do Brasil para controle biológico de caramujos do gênero *Biomphalaria*, hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni*, agente causador da esquistossomose (Bógea *et al.*, 2005).

#### 1.2 Controle de erosão/estabilização de dunas (quebra-vento, cerca viva...)

Espécies soltas no ambiente natural para controlar o meio ambiente ou atuar como barreiras físicas (por exemplo, estabilizar o substrato, controlar o movimento de animais ou controlar a ação do vento, água ou fogo).

Plantas terrestres são introduzidas para controle de erosão e estabilização de dunas. O sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), por exemplo, é originário da Caatinga, mas foi introduzido como cerca viva em áreas de Mata Atlântica. Essa planta se expande rapidamente na Mata Atlântica e impede que as espécies nativas se estabeleçam (Pessato; Dechoum, 2010).

#### 1.3 Caça na natureza

Animais soltos no ambiente natural para serem caçados para alimentação e/ou para fornecer oportunidades de caça recreativa (incluindo coleta de troféus de caça).

Vertebrados terrestres são introduzidos para caça na natureza. A rã-touro (*Aquarana catesbeiana*), por exemplo, é uma espécie introduzida em muitas regiões do mundo com

o propósito de criar estoques na natureza a fim de ser caçada para consumo humano (Harrower *et al.*, 2017).

#### **1.4 Melhoria de paisagem / flora / fauna na natureza**

Espécies soltas no ambiente natural apenas por razões estéticas (incluindo os colonizadores no passado) para “melhorar” a flora ou fauna e/ou tornar novas regiões mais familiares.

Foi comum na colonização europeia; hoje podem ser introduzidas também na construção de infraestruturas verdes em obras de engenharia.

Plantas e vertebrados terrestres são introduzidos para melhoria de paisagem.

#### **1.5 Introdução para fins de conservação**

Espécies soltas no ambiente natural para auxiliar na sua conservação ou manejo da vida selvagem. Introdução, reintrodução ou translocação de espécies a novas áreas para manutenção de uma espécie, ou soltura de espécies que sirvam de alimento ou moradia para espécies nativas. O objetivo principal da soltura de espécies nessa via é a de conservação de alguma espécie nativa ou de um ambiente.

Plantas e vertebrados terrestres são introduzidos para fins de conservação.

#### **1.6 Soltura na natureza para uso (outros fins além dos citados acima)**

Espécies soltas no ambiente natural para serem usadas por humanos para outros fins que não caça, pesca, controle/barreiras ambientais ou conservação, e não introduzidas apenas por razões estéticas, por exemplo, introdução para fins alimentares, mercado de pele, biorremediação, fauna polinizadora.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são considerados nesta subcategoria.

#### **1.7 Outra soltura intencional**

Espécies soltas no ambiente natural por razões diferentes das opções anteriores, como soltura de animais em celebrações religiosas.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são considerados nesta subcategoria.

## **2 Escape de confinamento**

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

#### **2.1 Agricultura (inclusive biocombustíveis a partir de biomassa)**

Espécies que escaparam do confinamento ou ambientes controlados onde foram cultivadas por razões agrícolas, incluindo a produção de bioenergia de culturas/*commodities* agrícolas e excluindo animais e espécies aquáticas que são cultivadas.

Plantas terrestres são incluídas nesta subcategoria. Por exemplo, a cana-do-reino (*Arundo donax*) é cultivada por ter crescimento rápido e usada para produção de combustível, fibras e celulose. Ameaça, principalmente, habitats ribeirinhos. No Brasil, há registro de invasão pela espécie em Brasília (Simões, 2013).

## **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.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

## **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. Essa via não inclui os parasitas transportados junto com as espécies e inclui a soltura irresponsável de espécies no ambiente.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria. Por exemplo, a tartaruga *Trachemys scripta* é nativa da América do Norte e foi introduzida em muitas regiões do mundo. Esta espécie é um dos répteis mais comumente comercializados no comércio de animais de estimação, e em muitas regiões as introduções são por meio da fuga ou liberação de animais de estimação (Harrower *et al.*, 2017).

## **2.4 Animais domésticos (inclusive animais de criação sob controle limitado)**

Espécies que escaparam do confinamento, em ambiente terrestre, onde foram mantidas com o objetivo principal de fornecer alimentos, recursos (como lã, couro) e/ou como animais de trabalho, inclusive usados para produção de bioenergia. São excluídas espécies aquáticas e usadas para o mercado de pele.

Vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

## **2.5 Animais domésticos (inclusive animais de criação sob controle limitado)**

Espécies que escaparam de ambientes controlados ou confinados onde são cultivadas e manejadas para silvicultura e/ou produção de madeira ou lenha.

Plantas terrestres são incluídas nesta subcategoria.

## **2.6 Produção florestal (inclusive reflorestamento)**

Espécies que escaparam de ambientes controlados ou confinados onde são cultivadas e manejadas para silvicultura e/ou produção de madeira ou lenha.

Plantas terrestres são incluídas nesta categoria. Por exemplo, espécies do gênero *Pinus* são cultivadas no Brasil para silvicultura e invadem ambientes campestres e restingas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Miashike, 2015).

## **2.7 Fazendas de peles de animais**

Espécies que escaparam do cativeiro ou de ambientes controlados onde foram criadas para produzir pele. Esta via inclui a soltura irresponsável ou “fuga facilitada” de espécies no ambiente.

Vertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

## **2.8 Plantas cultivadas**

Espécies de plantas terrestres que escaparam de ambientes confinados ou controlados onde foram cultivadas comercialmente para outros fins que não agricultura, silvicultura ou aquicultura/maricultura. Espécies de plantas mantidas para fins medicinais, de decoração, em viveiros, estufas, de onde podem escapar, ou durante o transporte.

Não se inclui a flora do aquário e do terrário, bem como outras espécies (inclusive algas, fungos etc.) mantidas em relação ao comércio de aquários e terrários, que devem ser consideradas em “Espécie de aquário / terrário / pet (inclusive comida viva para essas espécies)”, a não ser que o escape se dê nas instalações de cultivo.

Plantas terrestres são incluídas nesta subcategoria.

## **2.9 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.

Abrange apenas a flora, e não a fauna, que nesse caso entra na via de “Espécie de aquário / terrário / pet (inclusive comida viva para essas espécies)”.

Plantas terrestres são incluídas nesta subcategoria. Por exemplo, a trepadeira madressilva (*Lonicera japonica*) é nativa do Japão e amplamente cultivada para fins ornamentais. Invade ambientes de Floresta Ombrófila Mista, onde pode sufocar a floresta nativa por formar tapete contínuo sobre a vegetação (Fatma, 2016).

## **2.10 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.

Vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

## **2.11 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).

Vertebrados e invertebrados terrestres foram incluídos nesta subcategoria.

## ***2.12 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. Vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

## **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 Contaminação em material para viveiros***

Espécies como propágulos de plantas, animais e fungos, liberadas involuntariamente como contaminantes em plantas ou material vegetal associado ao comércio de viveiros comerciais, excluindo contaminantes transportados por sementes ou contaminantes que são parasitas.

Contaminantes incluídos em materiais associados a plantas cultivadas ou transportadas (solo, turfa, cobertura morta, serrapilheira, vasos) apenas para a manutenção da planta devem ser considerados nesta subcategoria.

Plantas e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### ***3.2 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.

Invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### ***3.3 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).

Plantas e invertebrados terrestres foram incluídos nesta subcategoria.

### ***3.4 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 o 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.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### ***3.5 Parasitas em animais (inclusive espécies transportadas pelo hospedeiro e vetor)***

Espécies de parasitas transportadas acidentalmente por um animal hospedeiro ou um animal que atua como vetor. Incluem-se também organismos patogênicos.

Invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### ***3.6 Contaminantes em plantas (exceto parasitas, espécies transportadas pelo hospedeiro / vetor)***

Espécies introduzidas acidentalmente como contaminantes em plantas ou produtos vegetais transportados por meio de atividades relacionadas ao homem (excluindo parasitas, sementes e espécies associadas a comércio de viveiro).

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### ***3.7 Parasitas em plantas (inclusive espécies transportadas pelo hospedeiro e vetor)***

Introdução não intencional de organismos parasitas transportados por uma planta hospedeira ou por uma planta que atua como vetor..

Invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### ***3.8 Contaminação em sementes***

Espécies introduzidas como contaminantes de sementes, com exceção das sementes utilizadas para consumo humano.

Plantas e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### ***3.9 Comércio de madeira***

Espécies introduzidas acidentalmente como contaminantes na madeira ou produtos derivados da madeira, como patógenos, fungos ou sementes de outras espécies. Essa via se refere ao comércio de madeira não processada.

Plantas e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### **3.10 Transporte de material natural (solo, vegetação etc.)**

Espécies introduzidas involuntariamente como contaminantes do material do hábitat que inclui solo, vegetação, produtos de madeira, como lascas e cobertura morta, palha etc., quando esses produtos são o foco do comércio e não simplesmente transportados com plantas.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

## **4 Transporte como clandestino**

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

### **4.1 Contêiner/volume**

Espécies introduzidas como passageiros clandestinos acidentais em contêineres, frete a granel, frete aéreo, frete ferroviário etc. (por exemplo, contêineres de transporte, outra carga em caixas).

Os passageiros clandestinos acidentais (incluindo insetos, répteis, mamíferos e até pássaros) escondidos em ou sobre contêineres de transporte podem ser transportados entre locais e países por terra, mar ou ar e introduzidos em novos ambientes.

Vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### **4.2 Presença clandestina sobre/dentro de avião**

Espécies que foram introduzidas acidentalmente por ser um carona em ou sobre aviões e outras aeronaves (por exemplo, helicópteros, planadores).

Vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### **4.3 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 espécies transportadas em água de lastro ou via incrustação do casco. Esta subcategoria não inclui espécies contaminantes de outras espécies transportadas (intencionalmente ou não) por navios ou barcos, nem espécies associadas a qualquer carga, contêineres, embalagens, pessoas ou bagagem transportada pelo navio ou barco.

Vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### **4.4 Maquinário/equipamento**

Espécies que foram introduzidas involuntariamente por ser um carona em ou sobre máquinas ou equipamentos, como veículos, equipamento militar e qualquer outro material

transportado entre locais, por exemplo no caso de missões de socorro e resgate, sendo transportados entre locais.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

#### ***4.5 Pessoas e bagagens/equipamento (especialmente turismo)***

Espécies que foram introduzidas involuntariamente por serem clandestinos em ou sobre pessoas e suas bagagens ou equipamentos pessoais entre locais (em escala local, nacional, regional ou internacional) para fins de lazer, recreação, pesquisa, turismo. A categoria é voltada especialmente para turistas, mas abrange todas as pessoas que viajam entre as regiões.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

#### ***4.6 Material de embalagem orgânico, em especial de madeira***

Espécies que foram introduzidas involuntariamente por serem clandestinos em ou sobre materiais de embalagem, como paletes, caixas, sacos, cestos, embalagens, tubos, engradados, carretéis, estrume etc., provenientes de material orgânico, como madeira não processada, cana, produtos vegetais etc., usados para transportar mercadorias e cargas.

Plantas e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

#### ***4.7 Veículos (carro, trem etc.)***

Espécies que foram introduzidas acidentalmente por andar de carona em ou sobre veículos como carros, vans, caminhões, trens etc., que não são cobertos por outras vias clandestinas. Essa via inclui qualquer espécie transportada como clandestina em qualquer veículo que não seja coberto pelas outras vias clandestinas.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

#### ***4.8 Outro meio de transporte***

Espécies que foram introduzidas involuntariamente por andarem de carona em ou sobre outros meios de transporte que não aqueles já cobertos por outras vias.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### **5 Corredores**

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

### **5.1 Túneis e passagens terrestres**

Espécies que se espalham para novas regiões por dispersão através de túneis ou pontes terrestres, ou outras infraestruturas, como estradas e ferrovias.

Túneis e pontes podem ter uma função semelhante para a flora ou a fauna, pois permitem que as espécies se espalhem para novas regiões. Portanto, eles têm o potencial de ser um caminho para a disseminação de espécies exóticas.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

### **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.

Plantas, vertebrados e invertebrados terrestres são incluídos nesta subcategoria.

## APÊNDICE 2 – DIRETÓRIO DE FONTES DE INFORMAÇÃO E CONTATOS

### Apêndice 2.1 – Potenciais colaboradores e contatos de especialistas

Abaixo apresentamos uma relação de instituições, setores e pessoas com potencial para integração à Rede de Colaboradores, relacionados ao ambiente terrestre.

Área de atuação	Exemplos de instituições ou setores que já atuam na área de EEIs / Taxonomistas
<p><b>Instituições de ensino e pesquisa, com foco em profissionais da área ambiental e afins que trabalham na área de invasões biológicas</b></p> <p><b>Ações: monitoramento, vistorias técnicas, ações de manejo e identificação de espécies</b></p>	<p><a href="#">Departamento de Fitotecnia</a> (UFRR) – Prof. <a href="#">José Beethoven Figueiredo Barbosa</a></p> <p><a href="#">Laboratório de Ecologia de Invasões, Manejo e Conservação</a> (LEIMAC – UFSC), Prof. Michele de Sá Dechoum</p> <p><a href="#">Laboratório de Ecologia de Invasões e Conservação da Biodiversidade</a> (UFLA), Prof. Rafael D. Zenni</p> <p><a href="#">Laboratório de Ecologia e Conservação</a> (LEC – UFPR), Prof. Jean Vitule</p> <p><a href="#">Laboratório de Ecologia e Conservação</a> (LAEC – USP)</p> <p><a href="#">Laboratório de Ecologia e Conservação da Biodiversidade</a> (LECoB – UFS)</p> <p><a href="#">Laboratório de Hidrologia e Ecologia Florestal</a>, Floresta Estadual de Assis, Instituto Florestal – SP</p> <p><a href="#">Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação</a>, Instituto de Biociências (LEPAC - USP)</p> <p><a href="#">Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas</a> (Universidade Estadual de Londrina – UEL)</p> <p><a href="#">Laboratório de Herpetologia</a> (UFMS)</p> <p><a href="#">Laboratório de Botânica</a>, Museu de Ciências (UNIVATES – RS)</p> <p><a href="#">Laboratório de Restauração Ambiental</a> (UFAC), Prof. Marcus Athaydes</p> <p><a href="#">Núcleo de Apoio Integrado à Pesquisa, Faculdade Adventista da Bahia</a>, Cachoeira-BA, Prof. Luiz Francisco Rocha e Silva</p> <p>Coordenação dos <a href="#">Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PAN Espécies Ameaçadas)</a></p> <p>Coordenação do <a href="#">Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração</a> (PELD)</p> <p>Coordenação do <a href="#">Programa Monitora</a> – Unidades de Conservação Federais ICMBio</p>
<p><b>Taxonomia</b></p>	<p>Plantas terrestres, <a href="#">Marcelo Leandro Brotto</a> (Museu Botânico Municipal de Curitiba – MBM – PR)</p> <p>Plantas terrestres, <a href="#">Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro</a> (JBRJ) – diversos especialistas</p>
<p><b>Associações de pescadores e piscicultores, criadores de animais, produtores de plantas e outras</b></p> <p><b>Ações: monitoramento, ações de manejo</b></p>	<p>A definir conforme áreas de atuação prioritárias do PNADPRR</p>

Área de atuação	Exemplos de instituições ou setores que já atuam na área de EEIs / Taxonomistas
<p><b>Organizações da sociedade civil com atuação na área ambiental e/ou outras relacionadas ao tema</b></p> <p><b>Ações:</b> manutenção de bases de dados de informações ambientais, geração de notificações, monitoramento, vistorias técnicas, ações de manejo</p>	<p><a href="#">Instituto Brasileiro de Biodiversidade (BrBio)</a>, Rio de Janeiro</p> <p><a href="#">Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental</a>, Santa Catarina</p> <p><a href="#">Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA)</a> – São Paulo</p> <p><a href="#">Conservação Internacional</a></p> <p><a href="#">WWF Brasil</a></p> <p><a href="#">Instituto Tríade</a></p>
<p><b>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</b></p> <p><b>Ações:</b> monitoramento, ações de manejo</p>	<p><a href="#">CCR Brasil</a>, Rio Grande do Norte</p> <p><a href="#">Pro Diver Centro de Mergulho</a>, Porto Rico – PR</p>
<p><b>Conselhos Profissionais afetos à área de interesse</b></p> <p><b>Ações:</b> 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><b>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 interesse com apreço pela natureza</b></p> <p><b>Ações:</b> monitoramento, ações de manejo com orientação da coordenação do processo de alerta</p>	<p>A definir conforme áreas de atuação prioritárias do PNADPRR e indicações de integrantes do GAT e da Rede de Apoio ao 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).

IBAMA. 2020. [Manual de boas práticas para o controle do javali](#). Brasília, DF.

ICMBio. 2019. [Guia de Orientação para o Controle de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais](#). Brasília – DF: ICMBio. 135p.

Orueta, J.F. 2002. [Manual prático para o controle de vertebrados em ilhas de Portugal e Espanha](#). Madrid, Espanha: Gestión y Estudio de Espacios Naturales - Projeto Life. 195p.

*Specieslink*: rede colaborativa que envolve coleções biológicas do país e do exterior. INcluri o INCT Virtual da Flora e dos Fungos. Campinas SP: CRIA (Centro de Referência em Informação Ambiental).

Tu, M.; Hurd, C.; Randall, J.M. [Weed control methods handbook](#): tools and techniques for use in natural areas. Davis, California: The Nature Conservancy. 219p.

## ***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 – Protocolos de análise de risco***

O IBAMA vem desenvolvendo protocolos de análise de risco para diversos grupos biológicos. Contato: Ivan Teixeira, e-mail [ivan.teixeira@ibama.gov.br](mailto: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 – EXEMPLOS DE PLANO DE RESPOSTA RÁPIDA NO AMBIENTE TERRESTRE

A seguir apresentamos dois planos de detecção precoce e resposta rápida elaborados com base em dados e situações fictícias, com o objetivo de prover modelos de utilização.

#### Apêndice 3.1 – Detecção precoce de gramínea exótica invasora em UC estadual

Item do plano	Descrição
<b>Táxon</b>	Nome científico: <i>Urochloa decumbens</i> ; Nome comum: braquiária
<b>Caracterização do local</b>	<p><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></p> <p>O foco de invasão ocorre no alto de um morro, em área de campo rupestre. A área é acessível a pé após 40 minutos de caminhada a partir da sede do Parque, por uma trilha que se encontra bem marcada. A última parte da subida é bastante íngreme e pode ser escorregadia em dias de alta umidade. A área está em ambiente de Refúgio Vegetacional Rupestre onde ocorrem espécies raras e endêmicas, possivelmente algumas ameaçadas de extinção. A braquiária tomou conta de cerca de 150 m<sup>2</sup> do campo, dominando o espaço de plantas nativas, sendo que é praticamente exclusiva na área invadida. A braquiária tem cerca de 60 cm de altura e já produziu sementes.</p>
<b>Quem é responsável pela coordenação e quem apoia?</b>	<p><i>Nome da(s) pessoa(s) envolvida(s) e funções</i></p> <p>Renato Ribeiro, eng. florestal, M.Sc., chefe do Parque; apoio de dois guarda-parques. Autorização da gerência da UC para a execução do trabalho nº 076/2020.</p>
<b>Método</b>	<p><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></p> <p>Aspersão foliar com herbicida à base de Glifosato NA em diluição de 1% em água limpa com corante. A aplicação será feita com pulverizador costal. O volume aproximado de solução a ser utilizado é de 2-3 litros na primeira aplicação. Aplicações subsequentes devem ser realizadas quando o capim estiver com 20-40 cm de altura, sempre antes de reproduzirem, para evitar a renovação do banco de sementes no solo até que não se observe a germinação de novas plantas. Quando houver poucas touceiras remanescentes e não for observada a germinação de novas plantas, essas touceiras podem ser removidas de forma mecânica, com uso de enxadete, desde que seja viável remover todo o sistema radicular. O capim deve secar no prazo de 2-3 semanas.</p>
<b>Monitoramento</b>	<p><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></p> <p>O monitoramento após a primeira aplicação deve ser realizado no prazo de 20-25 dias para verificação de eficácia. Caso não esteja 100% seco, fazer nova aspersão foliar nas plantas que sobreviveram ao primeiro tratamento. Monitorar em 30 dias, e assim sucessivamente, até que o banco de sementes tenha sido exaurido e o foco de invasão erradicado, possivelmente no prazo de dois anos. À medida que a população diminuir, a aspersão foliar em plantas isoladas pode ser feita com pulverizador manual de compressão prévia com menor volume e maior precisão de alvo. Quando, ao final do processo, houver poucas plantas, elas podem ser removidas por controle mecânico com enxada.</p>

Item do plano	Descrição
<b>Comprovação da eficácia</b>	<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>A eficácia precisa ser avaliada com base na percentagem de plantas ou área de plantas que secaram a partir da ação de controle. No caso de gramíneas em alta densidade, é comum que uma parte das plantas não seja atingida na primeira aplicação, pois há folhas que ficam por baixo de outras. Por isso costuma-se realizar uma segunda aplicação 20-25 dias depois, quando o efeito do controle é claramente visível. A eficácia deve, portanto, ser avaliada depois dessa aplicação complementar, em que 90-100% do capim devem ter sido atingidos. As aplicações seguintes serão realizadas em touceiras novas de capim que brotarão do banco de sementes no solo, com eficácia esperada de 100% até atingir a erradicação.</p>
<b>Materiais, equipamentos</b>	<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"> <li>• pulverizador costal 10-16 L;</li> <li>• herbicida à base de Glifosato NA (aprox. 100 mL);</li> <li>• corante para herbicida (30-50 mL);</li> <li>• Equipamento de Proteção Individual (EPI) para aplicação de herbicidas (botas de borracha, calças, túnica, gorro árabe, óculos de segurança, máscara com filtros e luvas de nitrila);</li> <li>• caixa plástica com tampa para transporte dos materiais de controle químico;</li> <li>• 5 L de água limpa (livre de sedimentos) para preparo da solução de herbicida;</li> <li>• água para lavar as mãos (opcional pulverizador manual de compressão prévia 1,2 L);</li> <li>• água para beber;</li> <li>• veículo para deslocamento ao local;</li> <li>• combustível para o veículo.</li> </ul> <p>Tempo estimado de trabalho, incluindo o acesso ao local: 3-4 horas</p>
<b>Estimativa de custos</b>	<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\$ 15,00 a 20,00. Equipamentos: R\$ 40,00 (considerada depreciação de 10% dos respectivos valores).</p> <p>Total R\$ 55,00 a R\$ 60,00 por ação de controle, com redução gradual do custo de materiais de consumo à medida que a invasão diminuir.</p>
<b>Análise de viabilidade</b>	<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>Os equipamentos já estão disponíveis na UC, e os insumos serão adquiridos para a execução. Dado que se trata de um foco de invasão de pequeno tamanho, acesso relativamente fácil e de baixo custo e um ambiente altamente suscetível à invasão por braquiária, o plano de ação é altamente viável e de elevada prioridade.</p>

Fonte: Compilação do autor

## Apêndice 3.2 – Detecção precoce de ave em ambiente terrestre

Item do plano	Descrição
<b>Táxon</b>	Nome científico: <i>Sturnus vulgaris</i> ; Nome comum: estorninho A espécie é nativa da Eurásia e extremo norte africano.
<b>Caracterização do local</b>	<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> Duas populações de estorninho foram observadas em uma área de campo entremeada com áreas de floresta nas proximidades da Fazenda das Almas. As aves fizeram ninho em buracos nas árvores, e foram observados 5 ovos num dos ninhos. O acesso ao local é feito pelo interior da fazenda, sendo preciso obter permissão do proprietário (Sr. Diogo Fontes, tel.: 98453-7854). O caminho de acesso leva à beira de um riacho, em cuja floresta ciliar estão as aves, e passa por uma área úmida que pode ser intransitável após chuvas fortes. Os ninhos observados estão nas árvores periféricas e as aves são facilmente observáveis por terem porte relativamente grande e serem barulhentas e distintas das demais aves da região. Os produtores locais estão preocupados com a presença da ave em função do potencial impacto sobre cultivos agrícolas.
<b>Quem é responsável pela coordenação e quem apoia?</b>	<i>Nome da(s) pessoa(s) envolvida(s) e funções</i> Sandra Rios, bióloga, M.Sc., Universidade Estadual do Rio Preto, Departamento de Ecologia ( <a href="mailto:srios@gmail.com">srios@gmail.com</a> ), telefone: 99766-8932. Apoio: Heitor Freitas, ornitólogo, pós-doutorando. Autorização concedida pelo Instituto Ambiental Estadual (nº 455/2021).
<b>Método</b>	<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> Coleta de ovos dos ninhos e destinação a um zoológico. Captura com iscas em gaiolas instaladas nas proximidades. Poderá ser realizado abate com carabina de pressão caso a eficácia não seja satisfatória. As ações de controle deverão ser repetidas a cada 5-6 meses a fim de evitar que as aves possam se reproduzir.
<b>Monitoramento</b>	<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> O monitoramento após a primeira ação de controle deverá ser realizado a cada 60 dias. Deverá ser feita a contagem de animais para verificar se houve redução populacional. Para tanto, serão definidos quatro pontos de observação para cada população, de onde uma pessoa fará a contagem de animais durante 30 minutos no horário vespertino a cada 60 dias.
<b>Comprovação da eficácia</b>	<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> A eficácia deve ser avaliada com base na redução populacional do estorninho. Se as populações estiverem diminuindo de tamanho em pelo menos 70-80% a cada ação de controle, os métodos utilizados podem ser considerados eficazes. Caso a eficácia diminua com o tempo, será importante alternar os métodos de controle. Quando não forem mais observados indivíduos, as ações de monitoramento devem persistir por um período mínimo de seis meses para assegurar que as populações tenham sido eliminadas.

Item do plano	Descrição
<b>Materiais, equipamentos</b>	<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><i>Equipamentos e materiais:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dez (10) armadilhas para captura tamanho 40 x 40 x 30 cm;</li> <li>• iscas de carne para as armadilhas;</li> <li>• carabina de pressão e chumbinhos;</li> <li>• água para beber;</li> <li>• veículo para deslocamento ao local;</li> <li>• combustível para o veículo.</li> </ul> <p>Tempo estimado de trabalho, incluindo o acesso ao local: 3-4 horas.</p>
<b>Estimativa de custos</b>	<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\$ 30,00. Equipamentos: R\$ 200,00 (considerada depreciação de 10% dos respectivos valores). Total R\$ 150,00 por ação de captura.</p>
<b>Análise de viabilidade</b>	<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>As armadilhas estão disponíveis na Universidade, e os insumos serão adquiridos para a execução. Em função da preocupação com o impacto a cultivos agrícolas, foi estabelecida parceria com um fazendeiro local, que vai participar das ações de controle caso seja necessário o uso de uma carabina de pressão. O mesmo fazendeiro vai prover hospedagem para as ações de controle, que precisam ser realizadas ao amanhecer, e colaborar com as ações de monitoramento porque vive nas proximidades. Foi obtida do proprietário da Fazenda das Almas permissão de acesso ao local. As ações devem ser realizadas em dias sem chuva prévia para assegurar que o acesso ao local seja viável. A execução das ações é considerada viável.</p>

Fonte: Compilação do autor

## APÊNDICE 4 – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA MONITORAMENTO E CONTROLE

Apresentamos a seguir uma lista de materiais básicos para controle.

### Apêndice 4.1 – Plantas

Material permanente	Unidade	Quantidade
Motosserra (com lima para afiar)	unidade	2
Facão com bainha	unidade	uso pessoal
Foice	unidade	1
EPI para motosserrista – calça de fibra	unidade	uso pessoal
EPI para motosserrista – bota com biqueira de aço	par	uso pessoal
EPI para motosserrista – capacete com abafador para os ouvidos e viseira	unidade	uso pessoal
EPI para motosserrista – luvas de couro	par	uso pessoal
EPI para motosserrista – óculos de segurança	par	uso pessoal
EPI para motosserrista – camiseta de mangas compridas	unidade	uso pessoal
EPI para aplicador de herbicida – túnica, calças e gorro árabe impermeabilizados, luvas de nitrila	conjunto	uso pessoal
EPI para aplicador de herbicida – óculos de proteção	unidade	uso pessoal
EPI para aplicador de herbicida – botas de borracha	par	uso pessoal
EPI para aplicador de herbicida – máscara com filtros substituíveis	unidade	uso pessoal
Pulverizador de compressão prévia Guarany 1,2 L	unidade	2-4
Pulverizador costal Guarany 10-15 L	unidade	1-2
Serrote manual dobrável Tramontina ou equivalente	unidade	2
Caixa plástica com tampa para armazenamento e transporte dos materiais (não menos do que 35 cm h, 48 cm compr., 33 cm largura)	unidade	1
Garrafão para levar água ao campo para preparo de herbicidas (5 L ou mais)	unidade	1-2
Material de consumo		
Gasolina para motosserra	litro	uso contínuo
Óleo 2 tempos para motosserra	litro	uso contínuo
Óleo lubrificante para motosserra	litro	uso contínuo
Herbicida à base de Glifosato NA	litro	uso contínuo
Herbicida à base de Triclopir (Garlon 480BR)	litro	uso contínuo
Vermiculita ou serragem para forrar a caixa plástica de armazenamento	quilo	300g
Becker plástico medidor para volume de 10 em 10 mL até 100 mL ou pouco mais	unidade	2-4
Luvas de couro para manuseio de ferramentas	unidade	uso pessoal
Luvas de nitrila para aplicação de herbicidas	par	uso pessoal
Corante para herbicida Hi Light ( <a href="http://www.rigrantec.com.br">www.rigrantec.com.br</a> )	unidade	uso contínuo

Fonte: Compilação do autor

## Apêndice 4.2 – Animais

Material permanente	Descrição / tamanho	Quant.	Unidade	Finalidade
Armadilha fotográfica				Monitoramento
Caixas de pegadas				Monitoramento
Armadilha tipo Tomahawk	100x45x50 cm	2-3	Unid.	Captura de cachorro/gato-doméstico
Armadilha tipo Tomahawk	30x9x9 cm	4-5	Unid.	Captura de pequenos roedores
Laço cambão	1,5 m	1	Unid.	Contenção física de cachorro/gato
Puçá para contenção	140 cabo x 40 cm	1	Unid.	Captura/contenção
Caixa de contenção animal	A definir	1	Unid.	Manutenção de animais pós-captura
Puçá	100 cabo x 60 x 40	1	Unid.	Captura de rã-touro / tigre-d'água
Rede de arrasto (Picaré) sem funil	fio 210-08 malha 12 mm, 2 m de alt. e 10 m de comprimento	1	Unid.	Captura de rã-touro / tigre-d'água
Tarrafa	malha 12 mm, alt. 2,20 m e 15 m de roda	1	Unid.	Captura de rã-touro / tigre-d'água
Carabina de pressão Hatsan	125 SIX 6.0 mm	1	Kit	Abate de rã-touro / pequenos animais
Chumbinho Point Nitro CBC	SIX 6.0 mm	USO contínuo	Unid.	Abate de rã-touro / pequenos animais
Armas de fogo	A definir cf. espécie			Abate de javali / cervo axis / outros

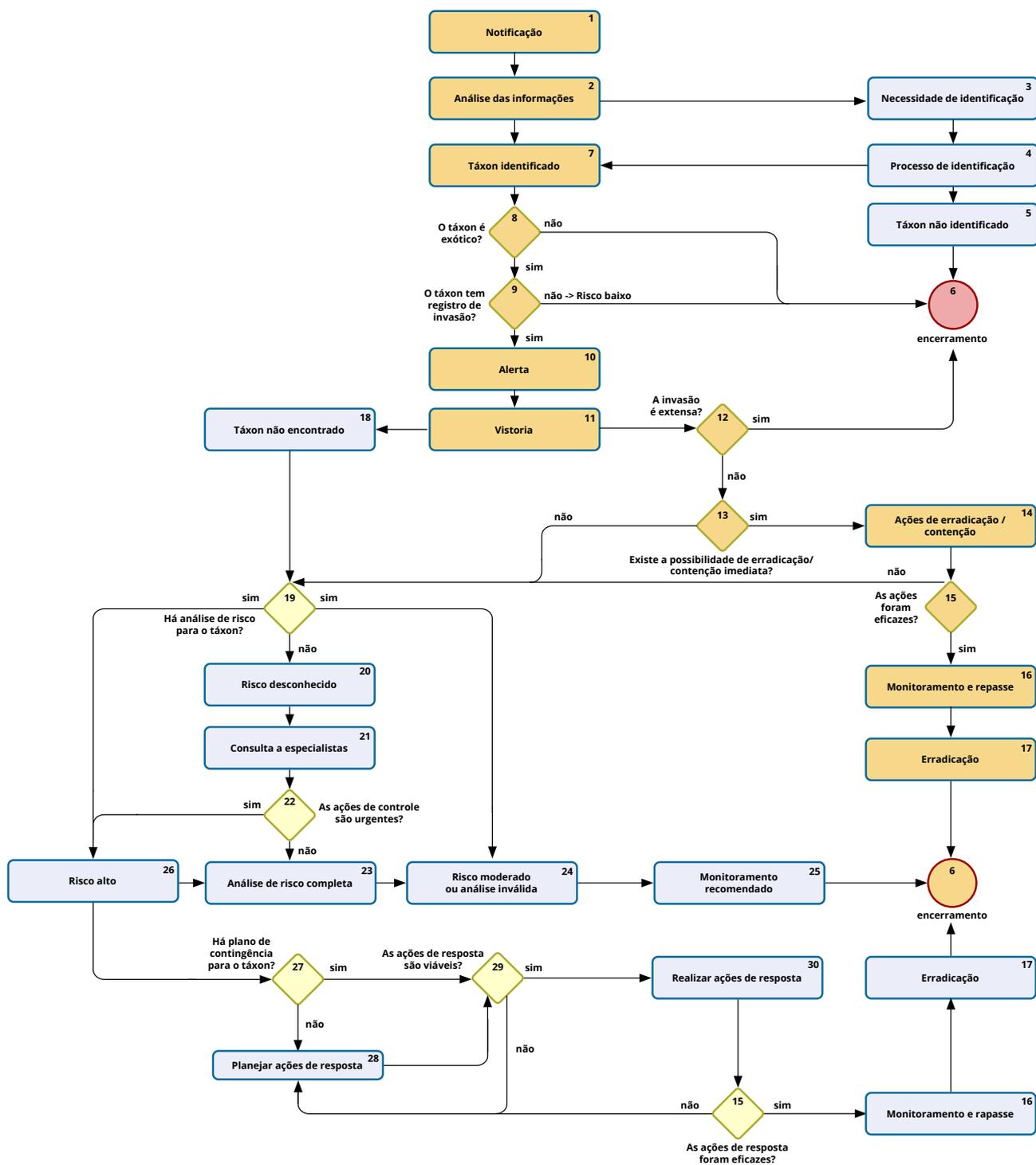
Fonte: Compilação do autor

## APÊNDICE 5 – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

### *Apêndice 5.1 – Detecção precoce de gramínea em Unidade de Conservação Estadual*

Uma pequena mancha de uma espécie de gramínea é observada durante o monitoramento por um pesquisador especialista na família Poaceae (gramíneas) em área de Cerrado numa UC estadual. O táxon é identificado a nível de espécie no momento da detecção (etapas 2 e 7) e é exótico ao local (8). A notificação (1) inclui fotografias, a identificação da espécie e o local da ocorrência, assim como uma breve descrição do foco de invasão. O órgão competente verifica as informações, confirma que a espécie tem antecedentes de invasão (9) e emite um alerta (10). Uma pessoa da equipe da UC é solicitada a fazer uma vistoria no local da detecção (11) e recebe as informações disponíveis. Na vistoria, confirma que se trata de uma mancha isolada de indivíduos, caracterizando um processo inicial de invasão (12). A gramínea está na fase inicial de floração, portanto entrando na fase reprodutiva, o que indica que uma demora no controle tende a permitir o estabelecimento de um banco de sementes no solo. A pessoa encarregada da vistoria julga que é possível fazer a eliminação total do foco de invasão (13) e dispõe dos equipamentos e materiais necessários. Então procede à eliminação da população (14) através de aspersão foliar com um herbicida sistêmico de degradação rápida e inerte no solo. Trinta dias depois, a pessoa retorna ao local para verificar se a ação de controle foi eficaz (15). Nesse momento, a touceira está seca e não são observados novos focos. O monitoramento (16) é repetido aos 60, 90 e 120 dias sem que se observem novos indivíduos. O foco de invasão é considerado erradicado e o Protocolo encerrado (etapas 17 e 6). As informações são registradas para referência futura. O caminho seguido nesse exemplo é demonstrado na Figura 3.

**Figura 3** – Detecção precoce de gramínea exótica em UC estadual (as etapas do Protocolo destacadas indicam o caminho seguido no exemplo)

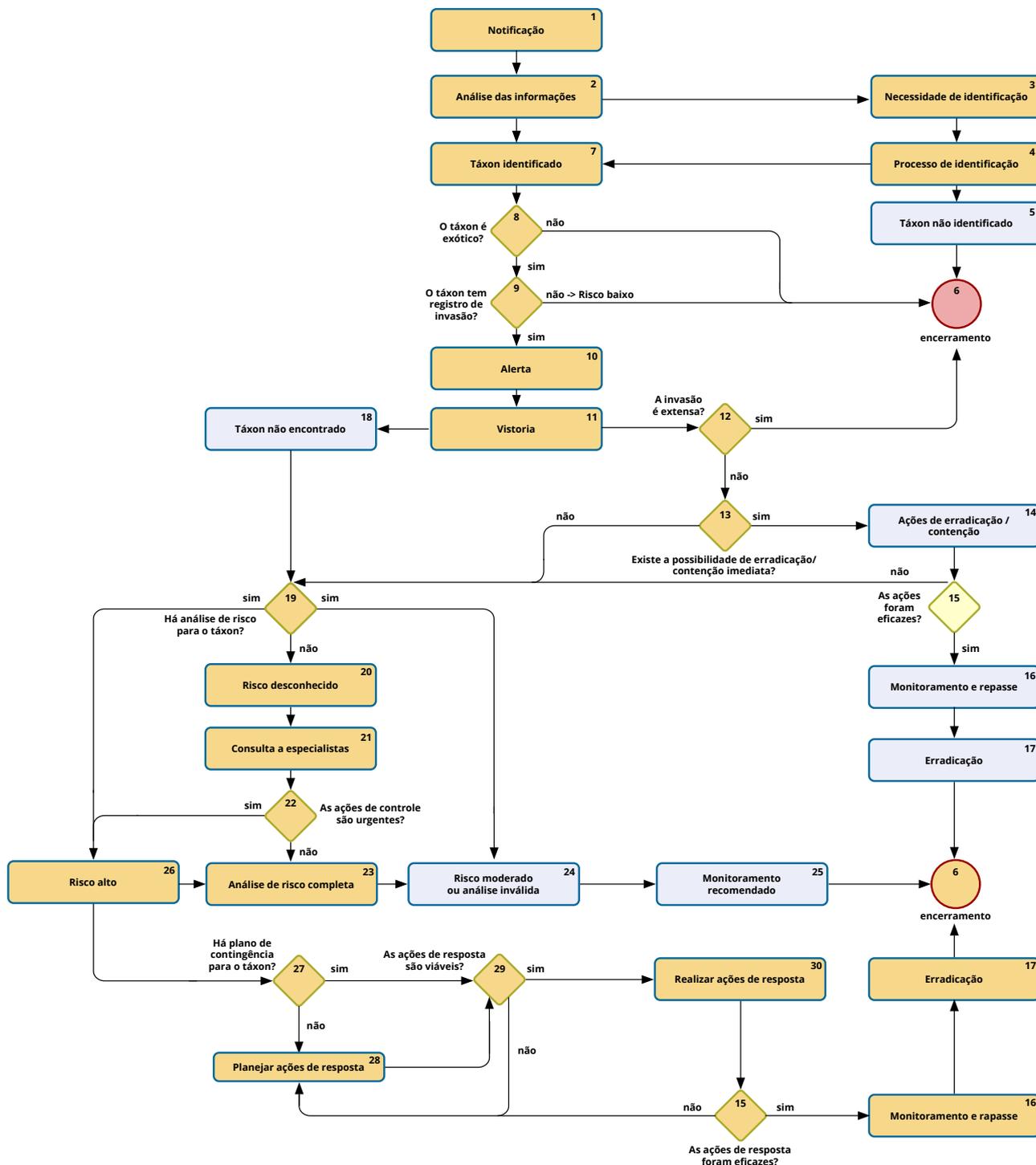


Fonte: Compilação do autor

## ***Apêndice 5.2 – Detecção precoce de ave em ambiente terrestre***

Indivíduos de uma espécie de ave desconhecida foram avistados em ambiente florestal no meio rural. A pessoa que fez a detecção desconhece o táxon (3). Uma notificação é enviada ao órgão competente (1) incluindo fotografias e a localização da ocorrência. O órgão competente solicita ajuda a taxonomistas especializados em aves da Rede de Colaboradores para a identificação da espécie (4) e da sua área de distribuição natural. O táxon é identificado (7) a nível de espécie e confirmado como exótico ao local de ocorrência (8). Verifica-se se tem antecedentes de invasão (9) e encontram referências positivas. O órgão competente emite um alerta (10). Uma pessoa com formação técnica da Rede de Apoio lotada nas redondezas está disponível para fazer uma vistoria (11). Verifica a existência de duas populações aparentemente pequenas da ave (12) nas proximidades de uma fazenda. Nesse caso, não há possibilidade de eliminação imediata (13), pois é preciso definir a estratégia de controle e providenciar materiais e equipamentos. Essas informações são enviadas ao órgão competente, que então faz uma busca por análises de risco (19) disponíveis para a espécie, sem sucesso. Com o risco desconhecido (20), o órgão competente revisa o cadastro da Rede de Colaboradores em busca de profissionais (21) que possam inferir a urgência do controle ou realizar uma análise de risco completa para a espécie, considerando fatores biológicos e ecológicos, a área de distribuição natural, o histórico de introdução e de invasão em outros locais e o potencial de impacto ambiental, econômico e/ou à saúde humana. Não sendo urgente a ação de controle (22), o especialista consultado responde que pode fazer a análise de risco completa (23) em poucos dias. O resultado da análise indica risco alto (26). Na falta de um plano de contingência (27), o órgão competente, com ajuda do GAT, faz o planejamento da ação de resposta (28) e a respectiva análise de viabilidade (29). Uma autorização de controle é providenciada. Com os meios necessários disponíveis, as ações de manejo são iniciadas (30). Seis meses depois, registra-se que as ações de controle foram eficazes (15) porque as duas populações foram capturadas e já não se observam indivíduos da ave exótica no local da detecção. O monitoramento (16) é mantido durante outros seis meses para assegurar que não haja novos focos de invasão ou novos eventos de introdução da espécie (17). O Protocolo é encerrado (6). As informações são registradas para referência futura. O caminho seguido nesse exemplo é demonstrado na Figura 4.

**Figura 4** – Detecção precoce de ave exótica em ambiente terrestre (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

